

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИнЭО  
\_\_\_\_\_ С.И. Качин

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

## **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Методические указания и индивидуальные задания  
для студентов ИнЭО, обучающихся по направлению  
151000 «Технологические машины и оборудование»

*Составители*

**Е.Г. Лещинер, Н.Е. Галин**

<b>Семестр</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Кредиты		6
Лекции, часов	2	8
Лабораторные занятия, часов		4
Практические занятия, часов		4
Индивидуальные задания		№ 1
Самостоятельная работа, часов		137
Формы контроля		зачет

Издательство  
Томского политехнического университета  
2015

УДК 330.8(075.8)

Основы технологии машиностроения: метод. указ. и индивид. задания для студентов ИнЭО, обучающихся по направлению 151000 «Технологические машины и оборудование» / сост. Е.Г. Лещинер, Н.Е. Галин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 36 с.

Методические указания и индивидуальные задания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры технологии автоматизированного машиностроительного производства «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 года, протокол № \_\_.

Зав. кафедрой ТАМП,  
доцент, кандидат техн. наук \_\_\_\_\_ А.Ю. Арляпов

#### **Аннотация**

Методические указания и индивидуальные задания по дисциплине «Основы технологии машиностроения» предназначены для студентов ИнЭО, обучающихся по направлению 151000 «Технологические машины и оборудование». Данная дисциплина изучается в одном семестре.

Приведено содержание основных тем дисциплины, указаны тематика практических занятий и перечень лабораторных работ. Приведены варианты индивидуального домашнего задания и пример его выполнения.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
3.1. Тематика практических занятий.....	10
3.2. Перечень лабораторных работ для студентов, изучающих дисциплину по классической заочной форме .....	10
4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ .....	12
4.1. Общие методические указания.....	12
4.2. Варианты ИДЗ и методические указания.....	13
4.3. Образец выполнения ИДЗ.....	24
5. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ .....	32
5.1. Вопросы для подготовки к зачету .....	32
5.2. Образец зачетного билета для студентов, изучающих дисциплину по классической заочной форме .....	33
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	34
6.1. Литература обязательная .....	34
6.2. Литература дополнительная .....	35
6.3. Интернет-ресурсы .....	35

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Основы технологии машиностроения» относится к базовой части профессионального цикла. Изучению дисциплины «Основы технологии машиностроения» предшествует изучение дисциплин «Технология конструкционных материалов», «Метрология, стандартизация и сертификация» (*пререквизиты*).

*Кореквизиты*: «Материаловедение», «Детали машин и основы проектирования».

Для полноценного усвоения дисциплины «Основы технологии машиностроения» большое значение имеют знания, умения, навыки и компетенции, приобретенные студентами, при изучении следующих дисциплин:

Из дисциплины «Технология конструкционных материалов» студент **должен знать**:

- методы получения исходных заготовок;
- методы обработки резанием заготовок, конструкции основных видов металлорежущих инструментов и типов металлорежущих станков;
- основные способы сварки.

Из дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» студент **должен знать**:

- принципы построения единой системы допусков и посадок для типовых соединений деталей машин;
- правила обозначения на машиностроительных чертежах допусков размеров, формы и расположения поверхностей деталей и посадок в их соединениях;
- основы расчета размерных цепей;
- основные методы и средства определения геометрической точности деталей.

Из дисциплины «Материаловедение» студент **должен знать**:

- механические свойства и технологические показатели конструкционных материалов;
- методы термической и химико-термической обработки металлов и их сплавов.

В результате освоения дисциплины «**Основы технологии машиностроения**» студент **должен знать**:

- основные понятия машиностроительного производства;

- основы технологического обеспечения требуемой точности деталей машин;
- основы технологического обеспечения требуемых свойств материала детали и качества их поверхностных слоев;
- принципы и методологию проектирования технологических процессов изготовления деталей;
- принципы выбора технологических баз, методы расчета припусков на обработку и технологических размеров заготовки, параметров режима резания и норм времени на выполнение операций;

**уметь:**

- определять тип производства;
- выбирать способ получения исходной заготовки;
- выбирать средства технологического оснащения технологического процесса изготовления детали;
- выбирать технологические базы, производить расчет припусков на обработку и технологических размеров заготовки, параметров режима резания и норм времени на выполнение операций;
- выполнять статистическое исследование точности изготовления деталей;
- анализировать причины появления брака при изготовлении деталей и назначать пути их устранения;

**владеть опытом:**

- размерного анализа существующих технологических процессов изготовления деталей;
- статистического анализа точности обработки деталей;
- исследования качества поверхностного слоя обработанных деталей;
- подготовки управляющих программ для токарного станка с ЧПУ (числовое программное управление);
- проектирования структур операций единичных технологических процессов изготовления несложных деталей.

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции:

1. *Универсальные (общекультурные)* – готовность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.

2. *Профессиональные:*

- готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы

теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной продукции;

- готовность обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества образцов, изделий, их узлов и деталей;

- готовность применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, готовность применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Тема 1. Основные понятия машиностроительного производства**

Историческая справка. Введение.

Изделие и его служебное назначение. Составные части изделия. Производственный и технологический процессы изготовления изделия.

Этапы технологического процесса. Элементы технологического процесса. Понятие операции, перехода, установка и позиции. Типы производств в машиностроении. Характерные особенности единичного, массового и серийного производства.

**Рекомендуемая литература:** [1, 7, 11, 20].

#### **Методические указания**

Понять историю развития технологии машиностроения, которая начиналась в России с XI века. Знать, что отличие технологического процесса от производственного в том, что в последнем не меняется качество изделия. Знать виды изделия, определенные ГОСТом, элементы технологического процесса определены стандартами ЕСТПП. Понять, что глубина проработки технологических процессов зависит от вида производства (единичное, серийное и массовое).

#### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Какие виды изделия установлены ГОСТом?
2. Дайте определение *технологическому процессу*.
3. Какие установлены этапы технологического процесса?
4. На какие элементы делится технологический процесс?
5. Дайте определение *операции, перехода и установки*.
6. Что такое *программа выпуска*?
7. Каковы характерные особенности единичного производства?
8. Каковы характерные особенности серийного производства?

### **Тема 2. Основы достижения качества изделия**

Понятие качества изделия. Техничко-экономические показатели качества: назначение изделия, надежность, технологичность, эргономические и эстетические показатели качества, патентно-правовые показатели. Понятия точности изделия. Точность параметров детали, понятие погрешности и допуска. Виды погрешностей, на которые рассчитаны допуски. Погрешности размеров, формы, расположения поверхностей, шероховатость и волнистость. Методы и средства измерений, точность и качество изготовления

деталей. Технология механической обработки деталей, обеспечивающая точность. Таблицы экономически-достижимой точности. Два вида связей в изделии. Понятие размерных цепей. Основы базирования. Основное правило базирования. Схемы базирования призмы, длинного цилиндра и короткого цилиндра. Базирование деталей при обработке на станках. Условное обозначение установочных баз на технологических эскизах.

Методы достижения точности при сборке. Виды взаимозаменяемости. Полная взаимозаменяемость. Методы неполной взаимозаменяемости: подбор, компенсация, регулировка. Виды размерных цепей. Основные понятия и определения теории размерных цепей. Расчет размерных цепей. Основные уравнения размерной цепи. Две задачи, возникающие при расчете размерных цепей. Примеры расчета размерных цепей сборочных и технологических методом  $\max\text{-min}$ , вероятностным методом и при достижении точности – методом компенсации.

**Рекомендуемая литература:** [1, 7, 8, 11, 20].

### **Методические указания**

Знать, что оценка качества изделия в основном качественная, по технико-экономическим показателям качества (назначения, надежность, технологичность, показатели стандартизация, эргономические и эстетические показатели и патентно-правовые). Понять, что самый труднодостижимый показатель назначения изделия – точность, что точность величина обратная погрешности, а погрешности макрогеометрии и микрогеометрии, на которые рассчитаны допуски, – это размеры, форма и расположение поверхностей, шероховатость и волнистость. Понять, что размерные расчеты изделия – это определения метода достижения точности замыкающих звеньев, построение и расчет размерных цепей с анализом базирования деталей в сборке.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Дайте определение *качеству изделия*.
2. Каковы технико-экономические показатели качества изделия?
3. Что такое *погрешность параметра и допуск*?
4. Что такое *экономически достижимая точность*?
5. Дать определение *размерным цепям*.
6. Что такое *полное базирование твердого тела*?
7. Приведите примеры базирование деталей при обработке на станках.
8. Что такое *базирование призмы, длинного и короткого цилиндра*.
9. Что такое *полная и неполная взаимозаменяемость*?
10. Перечислите виды размерных цепей.
11. Перечислите основные понятия определения теории размерных цепей.
12. Запишите основные уравнения теории размерных цепей.

### Тема 3. Основы достижения качества деталей изделия

Основные принципы и порядок разработки технологических процессов изготовления деталей; технологическая документация, стандарты ЕСТД, ЕСТПП.

Технологический контроль чертежа детали. Анализ технологичности конструкции детали. Определение типа производства. Выбор заготовок.

Структура технологических процессов. Выбор оборудования и технологической оснастки, приспособлений, режущего инструмента и измерительных приборов. Металлорежущие и специализированные станки для обработки деталей; металлорежущие инструменты; станочные приспособления; методы и средства измерений. Расчет технологических размеров и припусков. Расчет режимов резания. Основы технического нормирования станочных и сборочных операций. Определение экономической эффективности технологического процесса.

**Рекомендуемая литература:** [1, 7, 8, 11, 13, 14, 15, 20].

#### Методические указания

Необходимо понять, что разработка маршрутных и операционных технологических процессов может производиться вручную или с применением программ САПР ТП, что позволяет ускорить эту работу, хотя эти программы требуют профессиональных знаний, и студенты самостоятельно освоить их не могут, поэтому в данном курсе проектируется вручную только маршрутный технологический процесс.

#### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие принципы положены в основу разработки технологических процессов?
2. В какой последовательности производится анализ чертежа детали?
3. Что такое *технологичность детали*?
4. Что такое *структура технологического процесса*?
5. Дайте определение *уточнению*.
6. Сколько классов точности у станков?
7. Перечислите факторы, влияющие на выбор оборудования.
8. Перечислите группы инструментальных материалов.
9. Что такое *припуск* и как рассчитать минимальный припуск?
10. Какая теория применяется при расчете технологических размеров?
11. Что такое *нормирование технологического процесса*?

### **3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1. Тематика практических занятий**

Преподаватель выбирает 2 темы на свое усмотрение.

**Тема 1. Схема сборки сборочной единицы от базовой детали.  
Анализ базирования основных деталей (2 часа)**

**Рекомендуемая литература:** [1, 3, 7, 9, 15, 16].

**Тема 2. Определение замыкающих звеньев сборочной единицы.  
Построение размерных цепей (2 часа)**

**Рекомендуемая литература:** [ 1, 3, 7, 9].

**Тема 3. Расчет размерных цепей (2 часа)**

**Рекомендуемая литература:** [1, 11].

#### **3.2. Перечень лабораторных работ для студентов, изучающих дисциплину по классической заочной форме**

Лабораторный практикум является составной частью учебного процесса по данной дисциплине.

Целью лабораторных работ является изучение особенностей работы, обработки деталей на станках и анализа этой обработки на точность деталей. Лабораторные работы призваны закрепить теоретические знания по изучаемому курсу.

В данном разделе приведен перечень лабораторных работ для студентов, изучающих дисциплину по классической заочной форме (КЗФ).

Лабораторные работы проходят во время сессии и выполняются на лабораторных стендах.

Студенты выполняют 2 лабораторные работы или одну четырехчасовую (лабораторная работа №5) из 5 по заданию преподавателя.

**Рекомендуемая литература:** [2, 3, 4, 5, 6].

**Лабораторная работа № 1.**  
**«Влияние режимов течения и алмазного выглаживания  
на шероховатость поверхности» (2 часа)**

Цель работы: изучение влияния скорости резания и подачи на шероховатость поверхности при продольном тчении, а также изучение полученной шероховатости при последующем алмазном выглаживании.

**Лабораторная работа № 2.**  
**«Анализ точности обработки деталей по кривым распределения»  
(2 часа)**

Цель работы: на основе размерного анализа приобретение навыков выявления недостатков существующих и разработки новых технологических процессов изготовления деталей, в которых отдельные конструкторские размеры непосредственно не выдерживаются.

**Лабораторная работа №3.**  
**«Анализ точности технологического процесса обработки колец»  
(2 часа)**

Цель работы: на основе размерного анализа приобретение навыков выявления недостатков существующих и разработки новых технологических процессов изготовления деталей, в которых отдельные конструкторские размеры непосредственно не выдерживаются.

**Лабораторная работа №4.**  
**«Разработка технологического процесса сборки изделия  
в машиностроении» (2 часа)**

Цель работы: изучение и практическое освоение методики разработки технологического процесса сборки. Составление технологической схемы сборки. Разработка маршрутного технологического процесса сборки и установление нормы времени на операции.

**Лабораторная работа № 5.**  
**«Технологическая подготовка и настройка  
токарно-револьверного станка» (4 часа)**

Цель работы: получение практических навыков по разработке технологии обработки заготовок на токарно-револьверных станках, выполнению технологических расчетов, оформлению технологической документации и наладка токарно-револьверных станков.

## 4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

### 4.1. Общие методические указания

В соответствии с учебным графиком предусмотрено выполнение одного индивидуального домашнего задания (ИДЗ) на тему «Разработка маршрутного технологического процесса. При выполнении ИДЗ необходимо:

- провести анализ чертежа детали;
- уточнить программу выпуска детали;
- выбрать вид заготовки;
- подобрать справочно-нормативную литературу или программу САПР ТП (системы автоматизированного проектирования технологического процесса).

**Номер варианта индивидуального задания определяется по последней цифре номера зачетной книжки, 0 соответствует 10-му варианту.** Например, если номер зачетной книжки Д-4Е20/12, то номер варианта задания равен 2. Если номер зачетной книжки З-4Е20/20, то номер варианта задания равен 10.

### Требования к оформлению ИДЗ

При оформлении индивидуального домашнего задания необходимо соблюдать следующие требования.

1. ИДЗ должно иметь титульный лист, оформленный в соответствии со стандартами ТПУ. На титульном листе указываются номер индивидуального домашнего задания, номер варианта, название дисциплины; фамилия, имя, отчество студента; номер группы, шифр. **Образец оформления и шаблон титульного листа** размещены на сайте ИнЭО в разделе СТУДЕНТУ → ДОКУМЕНТЫ (<http://portal.tpu.ru/ido-tpu>).

2. Студенты, изучающие дисциплину **по классической заочной форме**, выполняют ИДЗ в электронном варианте и после проверки сдают на сессии в бумажном варианте. Объем ИДЗ: от 3 до 10 страниц.

3. Текст индивидуального домашнего задания набирается в текстовом процессоре Microsoft Word. Шрифт – Times New Roman, размер 12–14 pt, для набора формул рекомендуется использовать редактор формул Microsoft Equation или MathType.

4. Страницы задания должны иметь сквозную нумерацию.

5. В задание включается список использованной литературы.

Если работа не соответствует требованиям, студент получает оценку «не зачтено». В этом случае работа должна быть исправлена и повторно предоставлена преподавателю. При доработке необходимо включить в текст дополнительные вопросы, полученные после проверки работы преподавателем, и ответы на эти вопросы.

Студент, не получивший положительной аттестации по индивидуальному заданию, не допускается к сдаче зачета по данной дисциплине.

#### **4.2. Варианты ИДЗ и методические указания**

Выполнение ИДЗ включает:

1. Изучение исходных данных и последовательности выполнения ИДЗ.
2. Анализ чертежа детали с точки зрения:
  - конструктивных особенностей;
  - технических требований;
  - точности размеров, формы и расположения поверхностей и шероховатости.
3. Оценку технологичности конструкции детали.
4. Выбор заготовки.
5. Анализ структуры технологического процесса; факторы, влияющие на структуру. Составление маршрутного технологического процесса на обработку детали при программе выпуска 1000 штук в год.

**Рекомендуемая литература:** [1, 11].

МФ 342.4.05

$\sqrt{Rz\ 40}$  (✓)

Перв. примен.

Слав. №

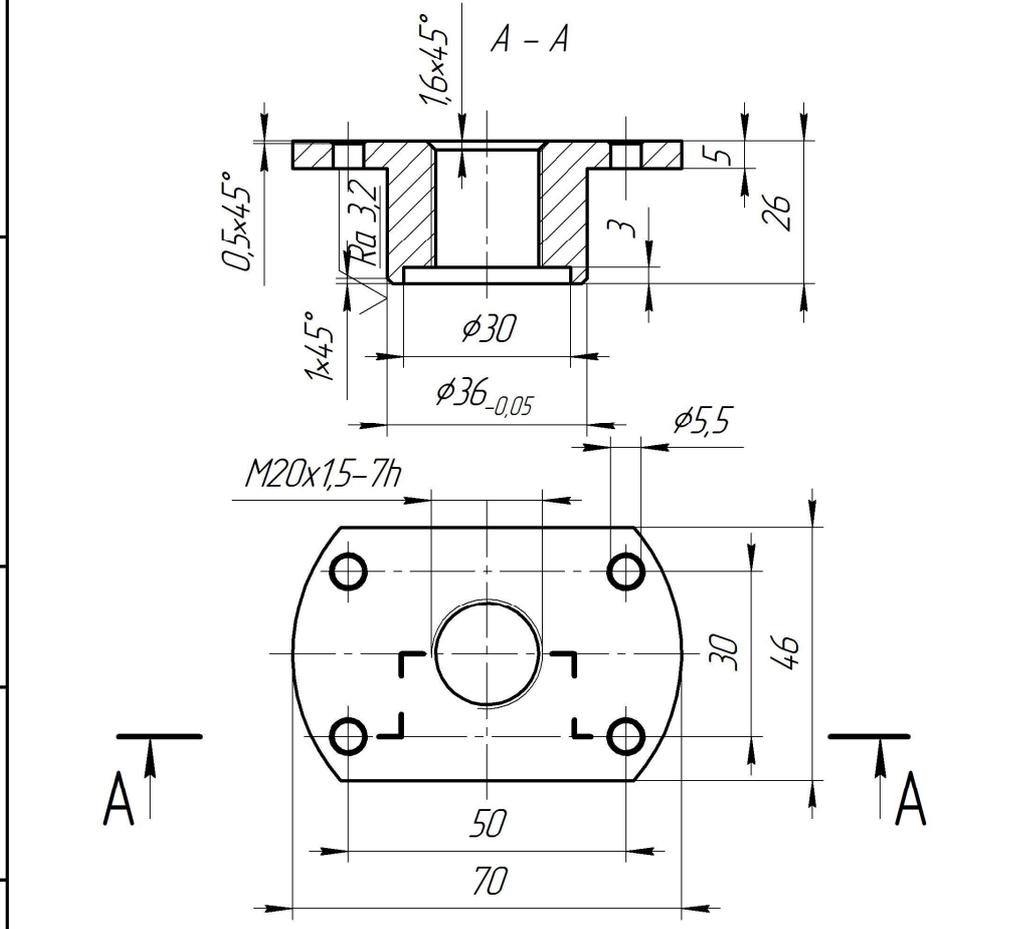
Подп. и дата

Инв. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



1. Неуказанные предельные отклонения размеров H14, h14, +IT14/2.
2. Острые кромки притупить R0.6.
3. Хромировать.

МФ 342.4.05

Втулка

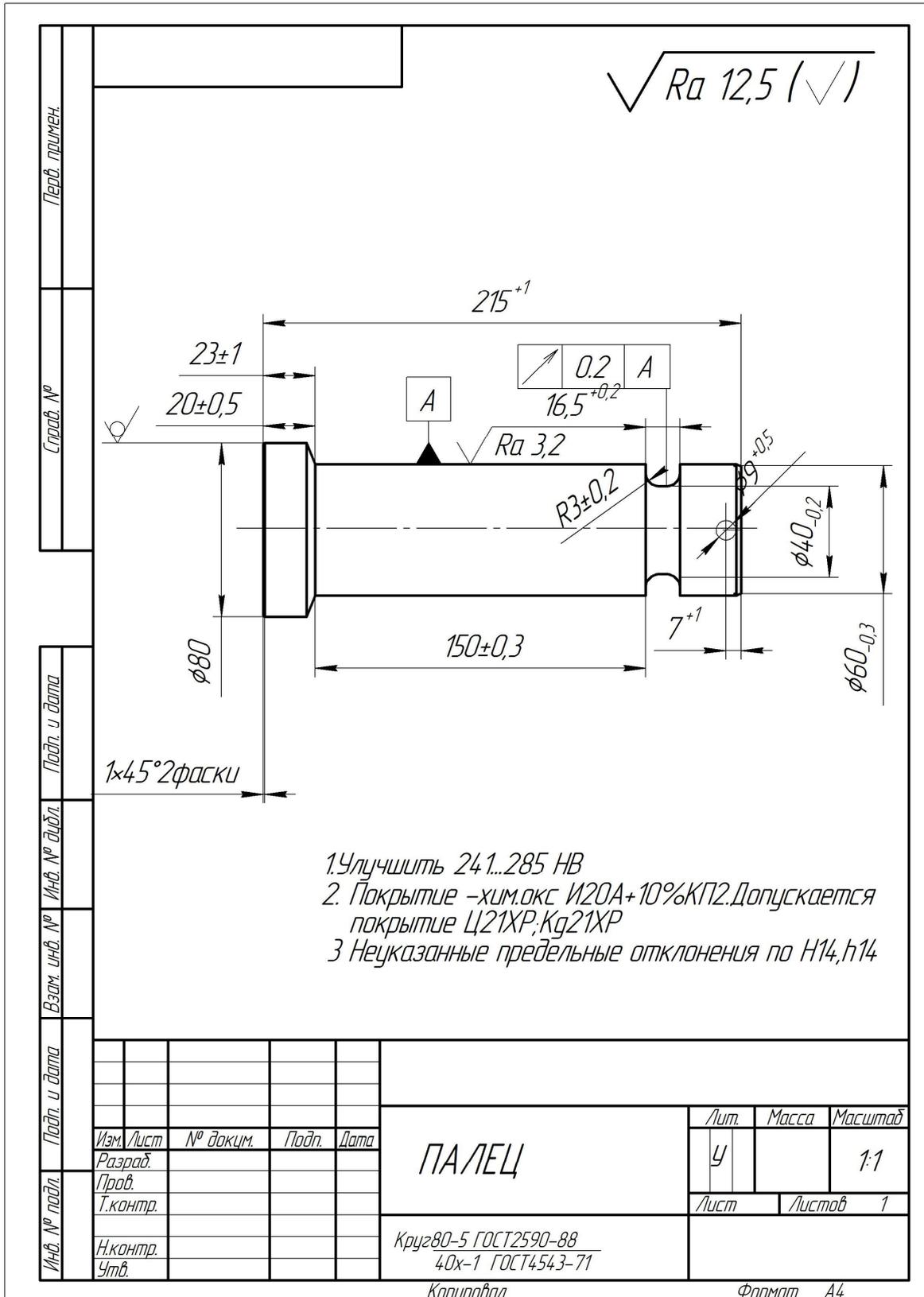
Ст.45 ГОСТ1050-88

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

Копировал

Формат А4

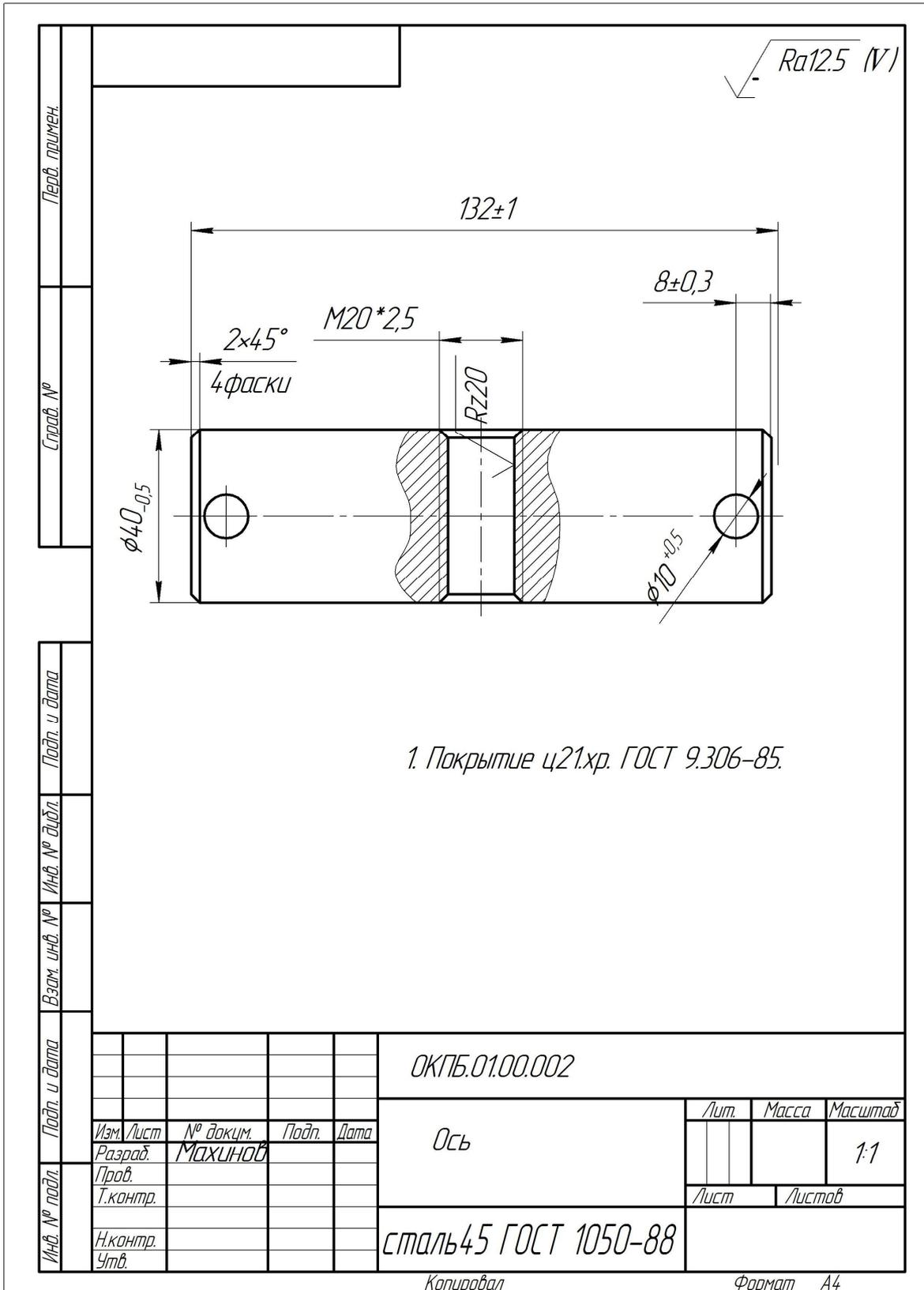
Задание № 1



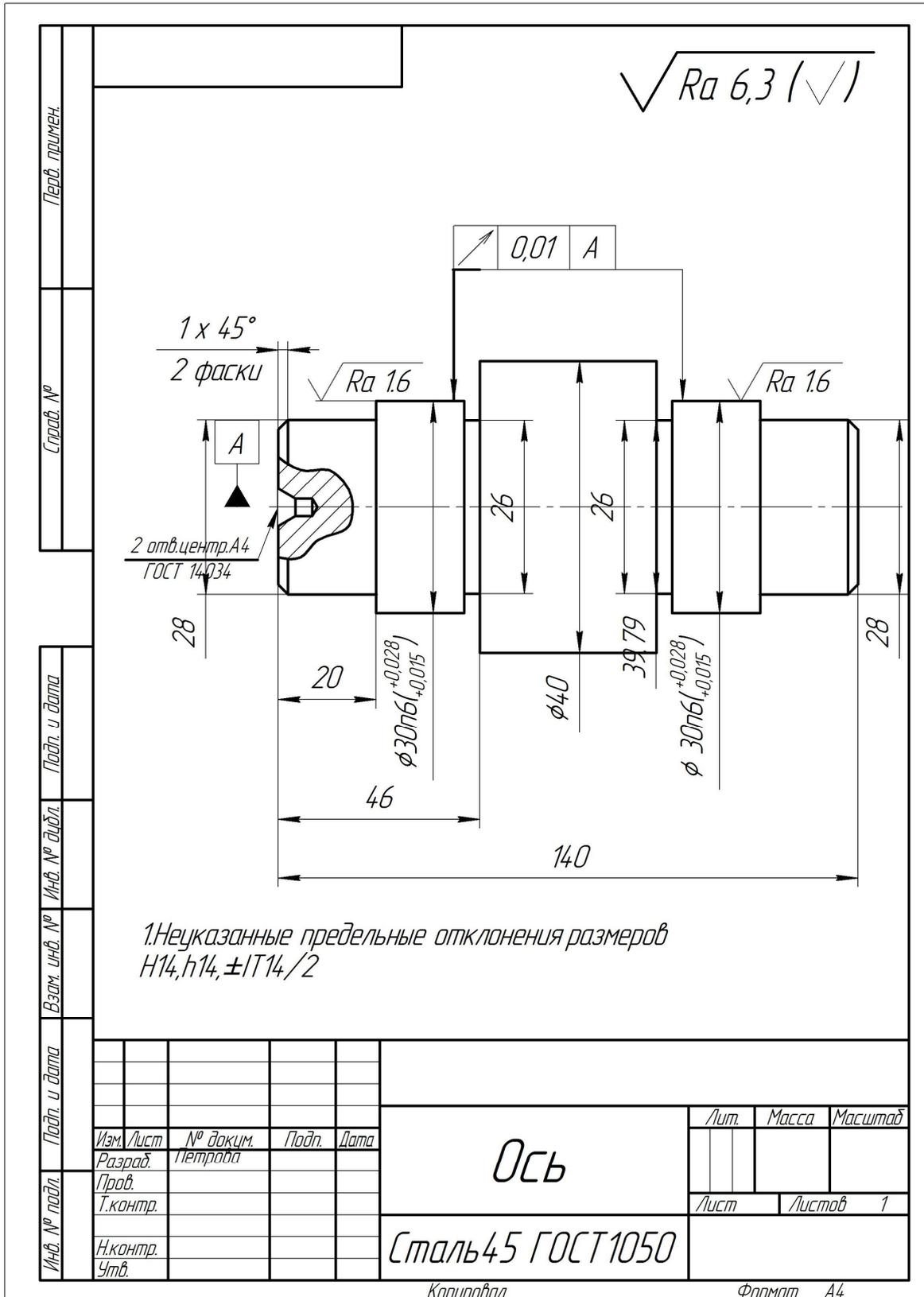
Задание № 2



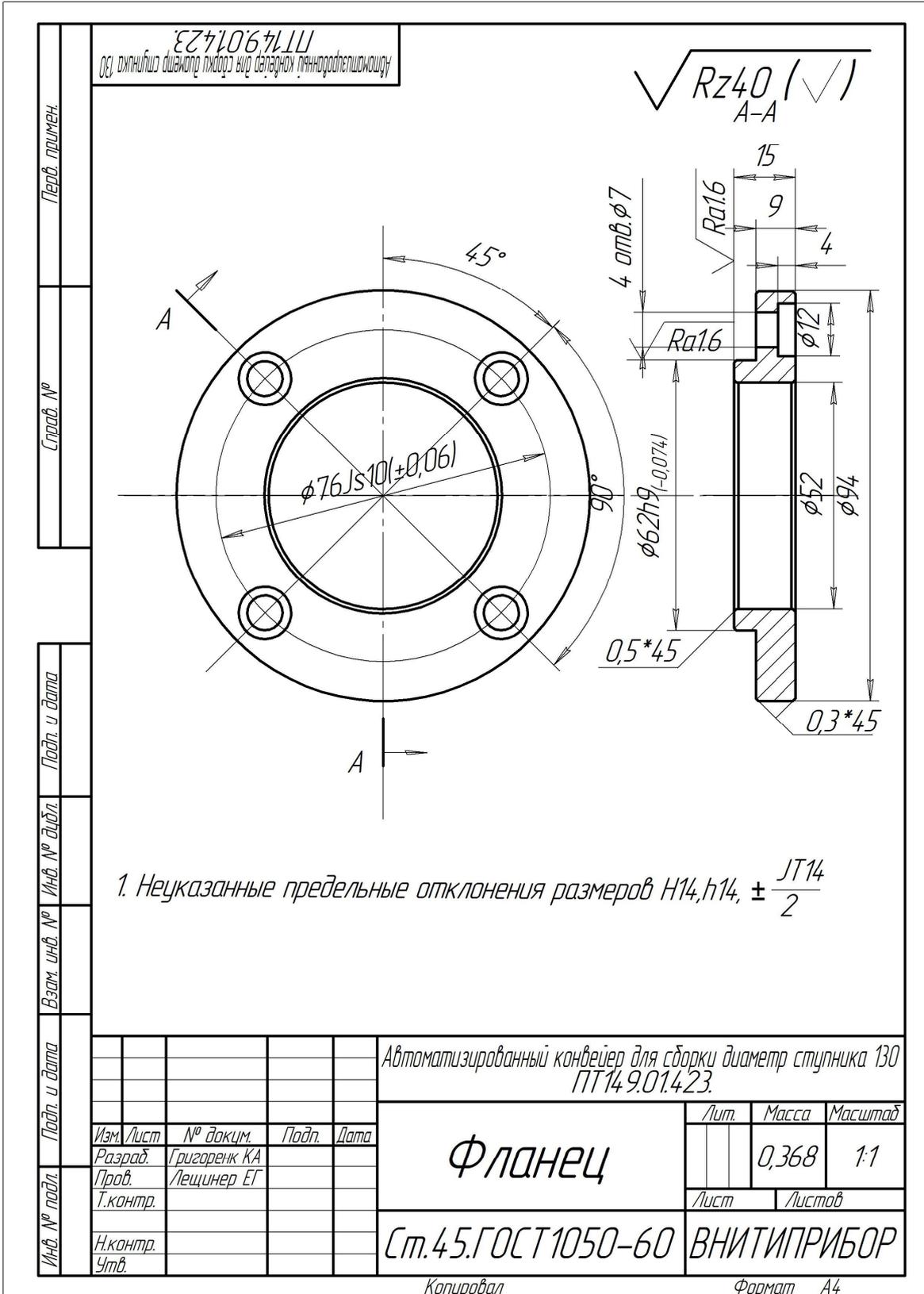




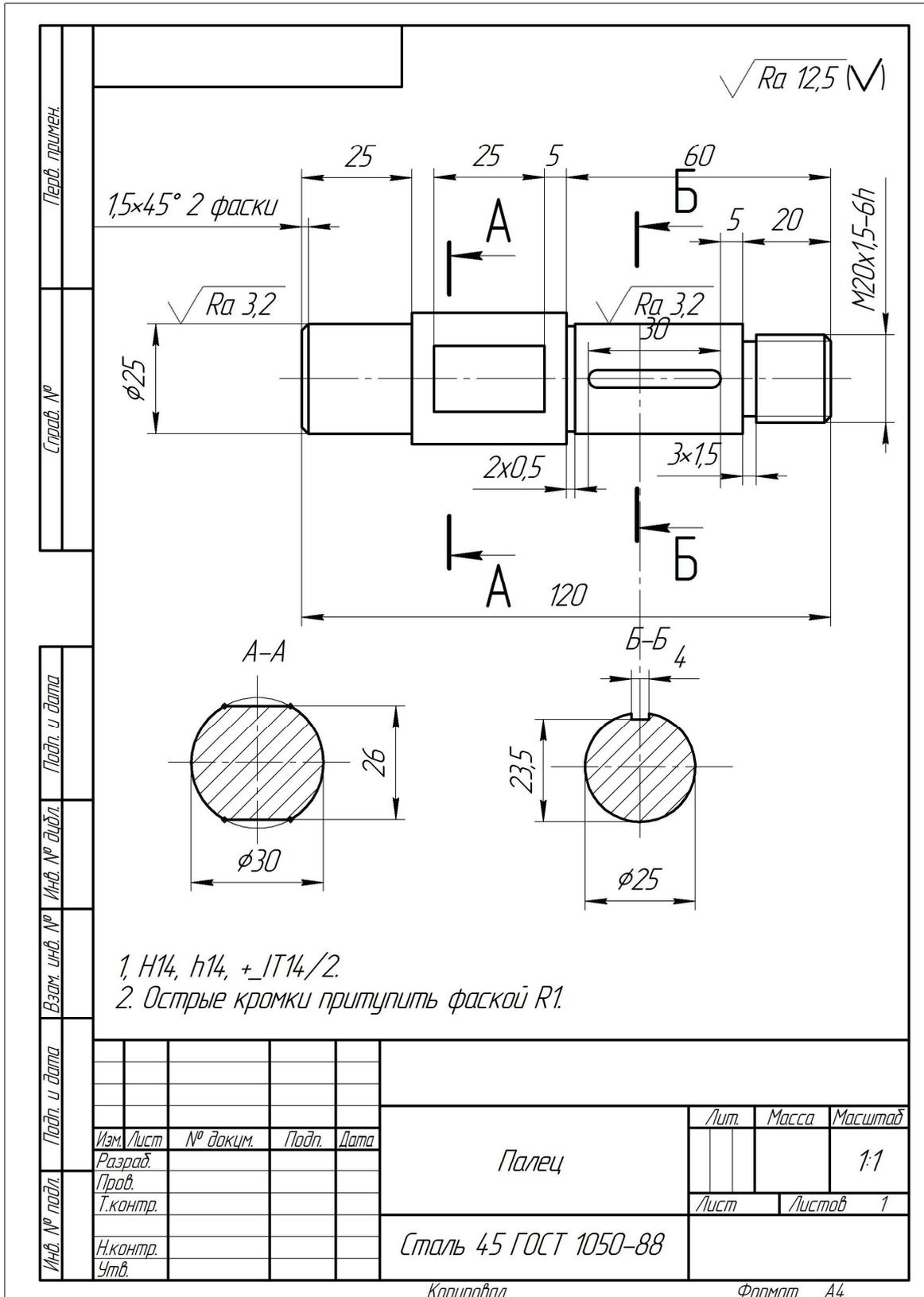
Задание № 5



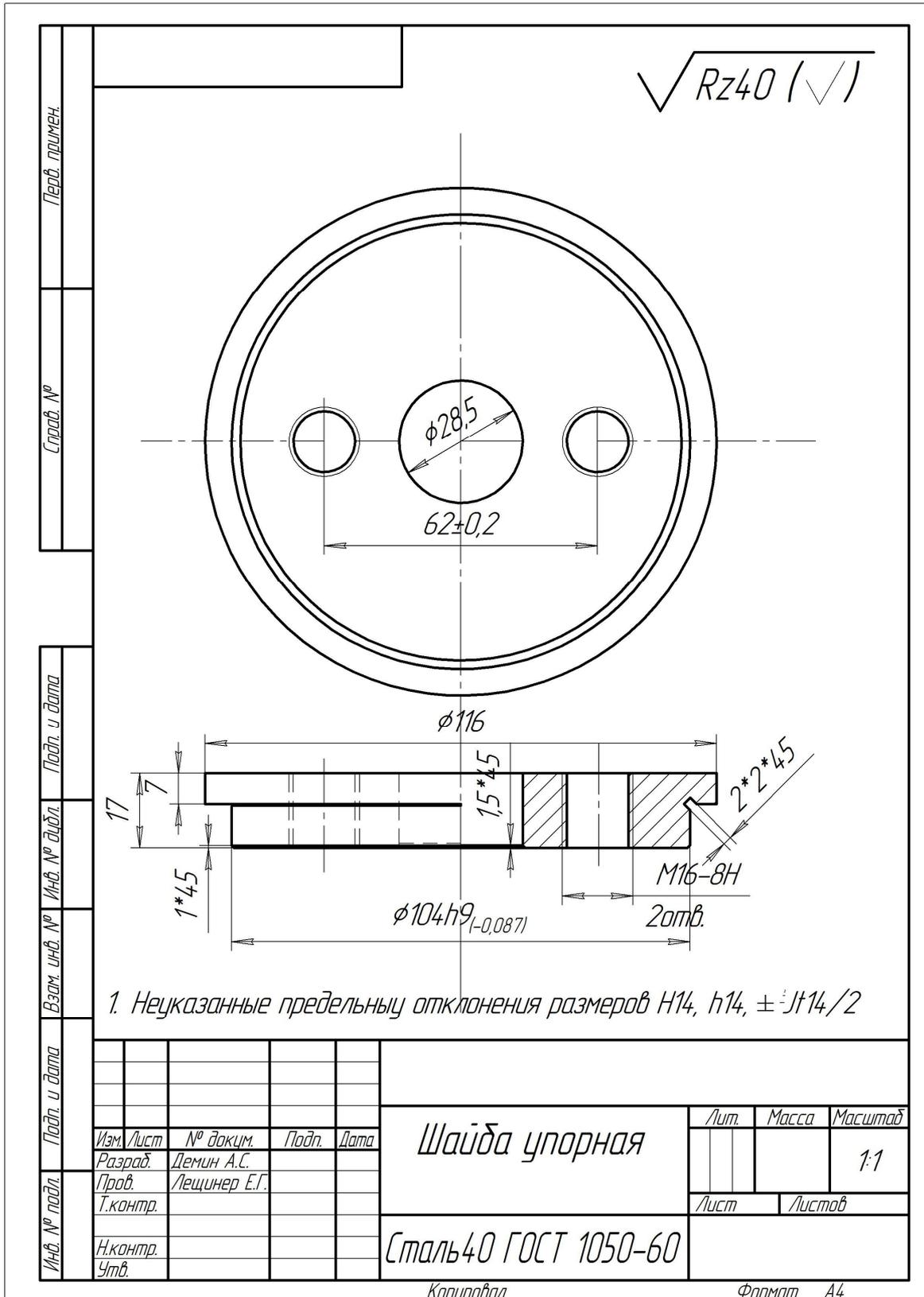
Задание № 6



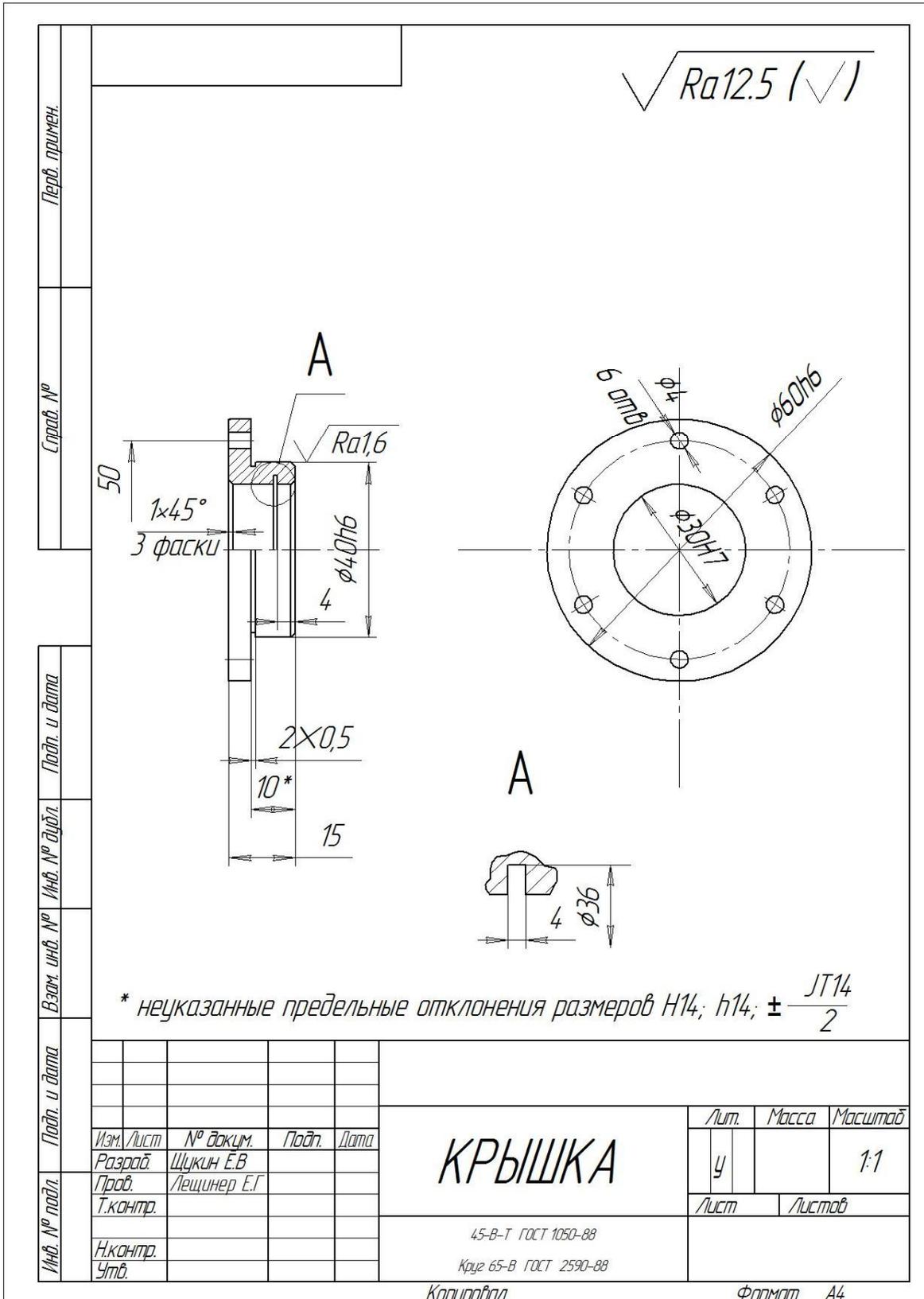
Задание № 7



Задание № 8



Задание № 9



Задание № 10

### 4.3. Образец выполнения ИДЗ

#### Пример разработки маршрутного технологического процесса изготовления втулки

##### Этапы разработки технологических процессов

Ниже приведена последовательность проектирования технологических процессов (рис. 1), с учетом участия в этапах разработчика – Т и программы – П.

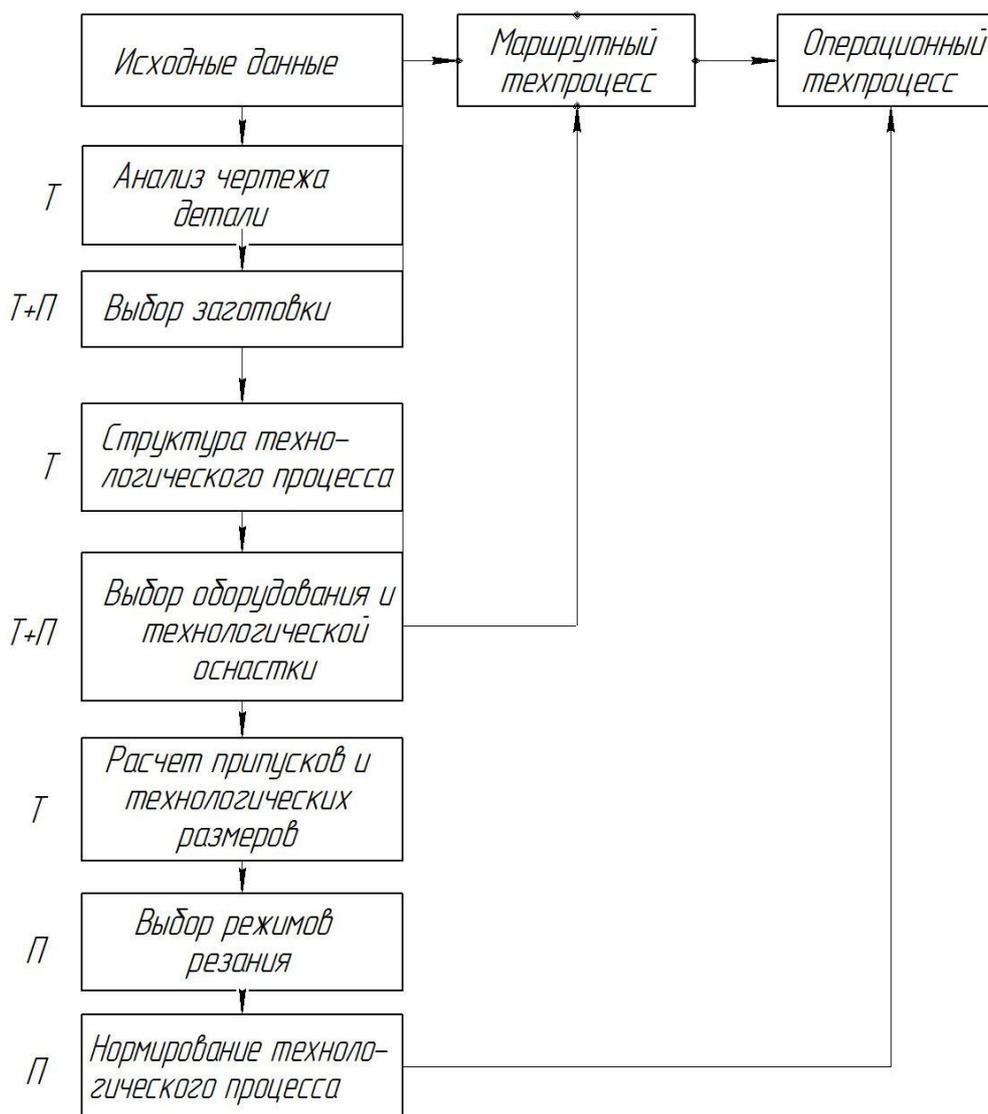


Рис. 1. Последовательность проектирования технологических процессов



## 2. Анализ чертежа детали

### Конструктивные особенности детали

Деталь – крышка передняя, рис. 2 приведен на наружный контур, состоит из одной ступени  $\varnothing 75_{(-0,074)}$ ;  $\varnothing 45_{(-0,025)}$ , имеется канавка под уплотнительное кольцо. Внутренний контур состоит также из одной ступени.

$\varnothing 35^{(+0,25)}$ ;  $\varnothing 26^{(+0,21)}$ . На торце детали имеются восемь сквозных отверстий: четыре резьбовых отверстия М8 и ещё четыре отверстия  $\varnothing 9$ , расположенные на  $\varnothing 60 \pm 0,1$ .

Материал детали: сталь 45 – это конструкционная сталь с содержанием углерода  $C = 0,45 \%$ , что говорит о прочности, пластичности и достаточной вязкости материала. Конструкционные стали применяют для изготовления различных деталей, частей машин, станков и других конструкций.

Деталь имеет габаритные размеры: длина – 40 мм, диаметр – 75 мм. Самые точные поверхности:

- посадочный диаметр:  $\varnothing 45H7_{(-0,025)}$  мм с шероховатостью  $Ra 0,63$ ;
- посадочный диаметр под уплотнительное кольцо:  $\varnothing 71H7_{(-0,03)}$  мм, длина –  $4h7^{(+0,02)}$  мм.

Остальные размеры выполняются по 14 квалитету, неуказанная шероховатость поверхностей  $Rz 40$ .

Деталь подвергается термообработке – закалка до 46–50 HRC.

Чертеж обрабатываемой детали имеет все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, разрезы и сечения. На чертеже указаны все размеры с необходимыми отклонениями, требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей. Указаны сведения о материале детали, термической обработке.

К недостаткам чертежа можно отнести неуказанную точность резьбы, а также отсутствие отклонений на угловые размеры.

### 3. Оценка технологичности конструкции детали

В процессе разработки конструкции детали конструктор придает ей не только необходимые свойства, выражающие полезность изделия, но и свойства, определяющие уровень затрат ресурсов на его создание, изготовление, техническое обслуживание и ремонт.

Совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ, представляет собой технологичность конструкции изделия.

Анализируя технологичность данной детали, можно сказать, что:

- форма детали является правильной геометрической, деталь является телом вращения, деталь симметричная;
- имеются канавки для выхода шлифовального круга;
- значение шероховатостей поверхностей соответствует классам точности их размеров и методам обработки этих поверхностей;
- имеется свободный отвод и подвод режущего и мерительного инструмента к обрабатываемым поверхностям;
- конфигурация детали обеспечивает легкое удаление стружки;
- прутковая заготовка позволяет вести обработку в универсальном трехлапчатом самоцентрирующемся патроне.

Подводя итог вышесказанному, деталь в целом можно считать технологичной.

#### **4. Выбор заготовки**

На выбор заготовки влияют следующие факторы:

- назначение детали;
- материал;
- технические условия;
- объем выпуска и тип производства;
- конфигурация детали;
- экономичность изготовления заготовки, выбранной по предыдущим показателям.

Все эти показатели должны учитываться одновременно, так как они тесно связаны. Окончательное решение по выбору заготовки в реальном производстве принимают на основании экономического расчета с учетом стоимости метода получения заготовки и механической обработки.

Существуют три пути получения заготовки:

1. Грубая заготовка – конфигурация заготовки не повторяет конфигурацию детали, и только два, три размера заготовки близки к размерам детали. Сюда относятся заготовки – прокат различного профиля, штамповка свободной ковкой. Грубая заготовка характерна для малой программы выпуска, это единичное и мелкосерийное производство. Достоинством грубой заготовки является ее доступность и низкая стоимость, недостатком – большой расход материала и большой процент механической обработки.

2. Точная заготовка – повторяет почти полностью конфигурацию детали, и механически обрабатываются только самые точные размеры или те, которые нельзя получить в заготовке (мелкие отверстия, резьбы, пазы и

т.д.). Методы получения точных заготовок – точное литье, листовая и профильная штамповка, объемная штамповка, профильный прокат, прессование. Достоинства данной заготовки: небольшой расход материала, небольшой процент механической обработки, высокое качество и точность поверхностного слоя. Недостатком является необходимость использования дорогостоящего и высокопроизводительного оборудования для производства заготовок. Точная заготовка характерна для большой программы выпуска, применяемой в массовом и крупносерийном производстве.

3. Заготовка покупная – заказ точной заготовки на специализированном заводе. Достоинства данного метода: заготовка точная, стоимость заготовки дешевле, чем при освоении производства заготовок самостоятельно.

С учетом технологических свойств детали:

- Материал: сталь 45 (обладает достаточной пластичностью);
- её габаритов и массы;
- требований к механическим свойствам (особых требований нет);
- типом производства (мелкосерийное).

Выбираем грубую заготовку – прокат.

Заготовка получается при помощи одной заготовительной операции – отрезки проката.

## **5. Структура технологического процесса. Составление маршрутного технологического процесса**

Качество детали обеспечивают постепенным ужесточением параметров точности и выполнением остальных технических требований на этапах превращения заготовки в готовую деталь. Точность и качество поверхностного слоя отдельных поверхностей формируют в результате последовательного применения нескольких методов обработки.

**Структура** технологического процесса – это последовательность и количество операций, установов и переходов.

**Факторы**, влияющие на структуру технологического процесса:

- вид обработки (конфигурация детали);
- выбор и подготовка технологических баз;
- точность детали (точность размеров, точность формы, точность расположения поверхностей);
- шероховатость;
- программа выпуска;
- термообработка;
- покрытие;
- вид контроля.

Ряд операций обработки (или технологических переходов), необходимых для получения каждой поверхности, расположены в порядке повышения точности.

Приведем пример обработки поверхности вращения – диаметр Ø 45Н7<sub>(-0,025)</sub>. Точные поверхности деталей обрабатываются по следующей схеме (см. табл. 1).

Таблица 1

Тех. процесс 1-го приближения	Тех. процесс 2-го приближения	Тех. процесс 3-го приближения
Черновая обработка	Чистовая обработка	Отделочная обработка
$IT_{\text{черн.}} = 0,62$	$IT_{\text{чист.}} = 0,25$	$IT_{\text{отдел.}} = 0,025$
	$\xi = IT_{\text{черн.}} / IT_{\text{чист.}} =$ $= 0,62 / 0,25 = 2,48$	$\xi = IT_{\text{чист.}} / IT_{\text{отд.}}$ $= 0,25 / 0,025 = 10$
$\xi_{\Sigma} = IT_{\text{черн.}} / IT_{\text{к}} =$ $= 0,62 / 0,025 \approx 24,8$	$\xi_{\Sigma} = \xi_{\text{черн.}} \cdot \xi_{\text{чист.}} \cdot \xi_{\text{отдел.}} = 2,48 \cdot 10 \approx 24,8$	

Где  $\xi$  – уточнение, т.е. для получения поверхности Ø 45Н7<sub>(-0,025)</sub> ее необходимо обработать несколько раз.

$IT$  – допуск конструкторский, черновой, чистовой и отделочной обработки.

Число этапов обработки (предварительной, промежуточных, окончательной) зависит не только от точности размеров, но и от уровня относительной геометрической точности формы и расположения поверхностей.

Точность различных параметров получается различными методами на станках.

Точность размеров получается по методу неполной взаимозаменяемости (метод регулирования или метод компенсации (пробных стружек)).

Точность формы и расположения получают по методу полной взаимозаменяемости и зависит только от точности оборудования.

Анализируя чертеж, можно заметить, что допуски формы и расположения поверхностей, т.е. допуски цилиндричности, круглости, плоскостности не заданы и, следовательно, в нашем случае точность детали (точность размеров) получается по методу неполной взаимозаменяемости.

Для получения необходимой шероховатости, качество поверхностного слоя, полученное на смежном предшествующем этапе обработки, должно находиться в пределах, при которых можно применять намечаемый последующий метод обработки. Таким образом, очевидно, что шероховатость зависит от способа обработки, и для получения макси-

мальной шероховатости, заданной конструктором на чертеже Ra 0.63 (под посадку в гильзу) – применяем шлифование.

В зависимости от программы выпуска, технологические процессы могут быть:

1) *интегрированный* технологический процесс содержит небольшое количество операций, но они сложные. Такие технологические процессы характерны для единичного и мелкосерийного производства, для станков нового поколения – обрабатывающие центры, станки с программным управлением и т.д.;

2) *дифференцированный* технологический процесс – содержит большое количество операций, многие из них простые, такие технологические процессы характерны для массового и крупносерийного производства.

Предлагаемый технологический процесс является интегрированным, исходя из программы выпуска – 1000 шт./год.

На число этапов обработки может влиять и необходимость выполнения термической обработки, которая может вытекать не только из требований чертежа, но и из условий улучшения обрабатываемого материала.

Термическая обработка вызывает деформации заготовки в целом и коробление отдельных её поверхностей, поэтому для уменьшения их влияния на точность предусматривают дополнительные механические операции. Термообработка занимает место в технологическом процессе в зависимости от вида, например:

- закалка, а затем отпуск – перед абразивной обработкой;
- старение – после черновой обработки.

В нашем технологическом процессе термообработка предусмотрена – закалка до 46–50 HRC.

Контроль может быть по ходу технологического процесса или только в конце обработки. Выбираем контроль в конце технологического процесса и, соответственно, вводим контрольную операцию.

Перед обработкой заготовки на станках необходимо выполнить процедуру ее базирования и закрепления – установку заготовки.

Базирование – придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

База – поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования.

Технологическая база – поверхность, от которой определяется положение заготовки или изделия в процессе обработки или ремонта.

От правильного решения вопроса о технологических базах в значительной степени зависят точность взаимного расположения обрабатыва-

емых поверхностей; точность размеров, которые должны быть получены; степень сложности и конструкция приспособлений; производительность обработки.

Выбор схем установки неразрывно связан с маршрутом изготовления. При этом необходимо учитывать следующие обстоятельства:

- 1) возможность подвода режущего инструмента к поверхностям, подлежащим обработке, и желательность ко всем таким поверхностям;
- 2) удобство установки и снятия заготовки;
- 3) надежность и удобство ее закрепления в выбранных местах приложения сил закрепления;
- 4) исключение деформации изгиба заготовки от выбранной схемы её закрепления.

Технологические базы у простых и сложных деталей разные.

Искомую деталь будем обрабатывать так:

На первой операции в качестве технологической базы выбираем наружную цилиндрическую поверхность вращения с наибольшими габаритами  $\varnothing 80(\pm 0,37)$  – [размер прутка, согласно сортаменту] и необработанный торец прутка – это черновые базы, и обтачиваем поверхность  $\varnothing 47 \pm 0,31$ , которая в дальнейшем будет чистой технологической базой.

Остальные поверхности обрабатываем с установкой на различные последовательно сменяемые чистые базы. Маршрут строится по принципу обработки сначала грубых, а затем более точных поверхностей. Наиболее точные поверхности обрабатываются в последнюю очередь.

В конце маршрута выполняются и второстепенные операции (сверление малых отверстий, нарезание крепежной резьбы, снятие фасок, заусениц и т.д.).

На сверлильной операции базирование ведем по схеме: короткий цилиндр и плоскость.

Для получения данной детали **используется следующий маршрутный технологический процесс:**

- |     |                               |
|-----|-------------------------------|
| 005 | Фрезерно-отрезная;            |
| 010 | Токарно-револьверная;         |
| 015 | Токарно-винторезная черновая; |
| 020 | Токарно-винторезная чистовая; |
| 025 | Вертикально-сверлильная;      |
| 030 | Термическая;                  |
| 035 | Круглошлифовальная;           |
| 040 | Контрольная.                  |

## 5. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

После завершения изучения дисциплины студенты сдают зачет.

К зачету допускаются только те студенты, у которых зачтены индивидуальное домашнее задание и лабораторные работы.

Образец билета для студентов, изучающих дисциплину по классической заочной форме, приведен в разделе 6.2.

### 5.1. Вопросы для подготовки к зачету

1. История возникновения курса «Технология машиностроения» в России.

2. Изделие и его служебное назначение. Составные части изделия.

3. Производственный и технологический процессы изготовления изделия.

3. Этапы технологического процесса. Элементы технологического процесса.

4. Типы производств в машиностроении. Характерные особенности единичного, массового и серийного производства.

5. Понятие качества изделия. Техничко-экономические показатели качества: назначение изделия, надежность, технологичность, эргономические и эстетические показатели качества, патентно-правовые показатели.

6. Понятия точности изделия. Точность параметров детали, понятие погрешности и допуска. Виды погрешностей, на которые рассчитаны допуски. Погрешности размеров, формы, расположения поверхностей, шероховатость и волнистость.

7. Таблицы экономически-достижимой точности.

8. Два вида связей в изделии. Понятие размерных цепей.

9. Основы базирования. Основное правило базирования. Схемы базирования призмы, длинного цилиндра и короткого цилиндра.

10. Методы достижения точности при сборке. Виды взаимозаменяемости. Полная взаимозаменяемость. Методы неполной взаимозаменяемости: подбор, компенсация, регулировка.

11. Виды размерных цепей. Основные понятия и определения теории размерных цепей.

12. Расчет размерных цепей. Основные уравнения размерной цепи. Две задачи, возникающие при расчете размерных цепей.

13. Основные принципы и порядок разработки технологических процессов изготовления деталей; технологическая документация, стандарты ЕСТД, ЕСТПП.

14. Технологический контроль чертежа детали. Анализ технологичности конструкции детали.
15. Три пути выбора заготовок.
16. Структура технологических процессов.
17. Выбор оборудования и технологической оснастки, приспособлений, режущего инструмента и измерительных приборов.
18. Расчет технологических размеров и припусков.
19. Расчет режимов резания.
20. Основы технического нормирования.

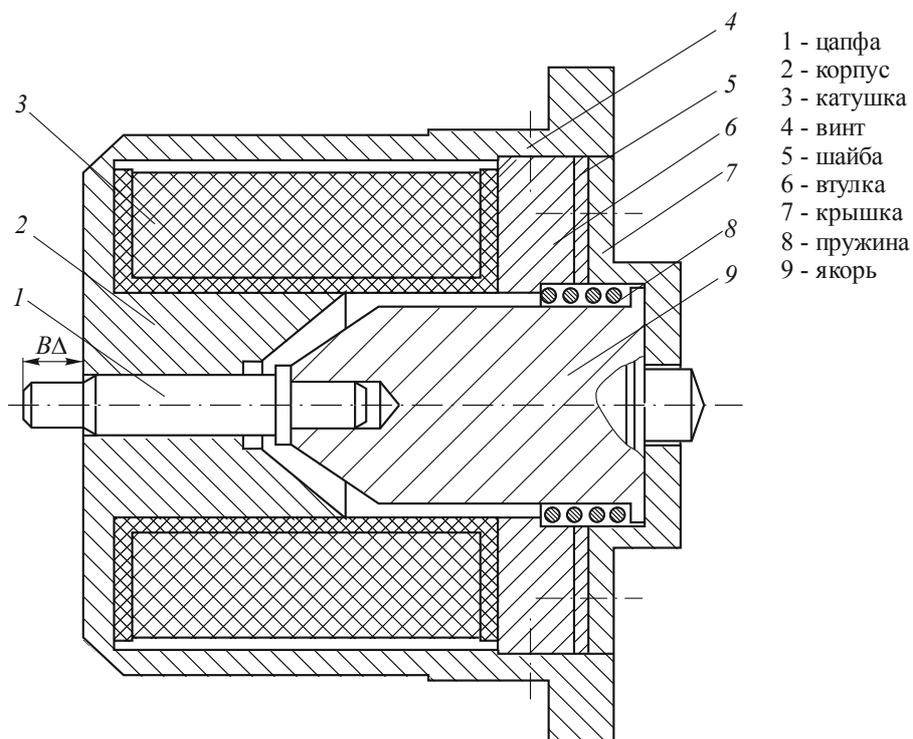
### 5.2. Образец зачетного билета для студентов, изучающих дисциплину по классической заочной форме

В данном разделе приведен образец зачетного билета для студентов, сдающих зачет в очной форме во время сессии в Томске. Билет содержит 1 теоретический вопрос и 1 задачу. Подобные задачи решаются во время сессии на практических занятиях, [1, раздел 7].

#### Билет № X

1. Три стадии технологического процесса.
2. Задача.

Проанализировать базирование цапфы поз.1 на якорь поз. 9. Определить метод достижения точности замыкающего звена,  $B_{\Delta} = 20 \pm 0,5$ .



## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Литература обязательная**

1. Основы технологии машиностроения: конспект лекций / сост. Е.Г. Лещинер; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 85 с.

2. Анализ точности технологического процесса обработки колец: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов, обучающихся по направлению 150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» / сост. В.Ф. Скворцов, А.Ю. Арляпов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 8 с.

3. Разработка технологического процесса сборки изделия в машиностроении: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Технология машиностроения» для студентов, обучающихся по направлению 150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» / сост. Е.П. Михавич. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 20 с.

4. Влияние режимов точения и алмазного выглаживания на шероховатость поверхности: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов, обучающихся по направлению 150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» / сост. В.Ф. Скворцов, А.Ю. Арляпов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 12 с.

5. Анализ точности обработки деталей по кривым распределения: методическое указание к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов, обучающихся по направлению 150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» / сост. В.Ф. Скворцов, А.Ю. Арляпов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 12 с.

6. Технологическая подготовка настройка токарно-револьверного станка: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов, обучающихся по направлению 150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» / сост. Е.П. Михавич, П.Ю. Проскуряков. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 14 с.

7. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 352 с.

8. Скворцов В.Ф. Выбор технологических баз при изготовлении деталей: учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 56 с.
9. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 91 с.
10. Суслов А.Г. Научные основы технологии машиностроения / А.Г. Суслов, А.М. Дальский. – М.: Машиностроение, 2002. – 684 с.
11. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения: учебник для машиностроительных специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1999. – 591 с.
12. Технология машиностроения: В 2 т. Т. 1. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / В.М. Бурцев и др.; под ред. А.М. Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. – 564 с.

## **6.2. Литература дополнительная**

13. Машиностроение: энциклопедия. Т. III-3: технология изготовления деталей машин / А.М. Дальский и др.; под общ. ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2000. – 840 с.
14. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / под ред. А.М. Дальского и др. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 912 с.
15. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / под ред. А.М. Дальского и др. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 944 с.
16. ГОСТ 23887-79. Сборка. Термины и определения.
17. ГОСТ 3.1703-79. Правила записи операций и переходов.
18. Режимы резания металлов: справочник / под ред. Ю.В Барановского. – 4-е изд. – М.: НИИТАвтопром, 1995. – 456 с.

## **6.3. Интернет-ресурсы**

19. СТО ТПУ 2.5.01–2006. Система образовательных стандартов. Работы выпускные, квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления / ТПУ [Электронный ресурс]. – Томск, 2006. – Режим доступа: <http://tpu.ru/f/1959/m1.pdf>, свободный.
20. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://videofiles.tpu.ru/user/negalin>, свободный.

Учебное издание

# ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Методические указания и индивидуальные задания

*Составители*

ЛЕЩИНЕР Екатерина Георгиевна

ГАЛИН Николай Евгеньевич

Рецензент

*кандидат технических наук,  
доцент кафедры ТАМПИК*

*В.Н. Козлов*

Компьютерная верстка *Е.А. Руденко*



Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества

Издательства Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, [www.tpu.ru](http://www.tpu.ru)