

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 Отделениешколы (НОЦ) Отделение машиностроение

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

<b>Тема работы</b>
Разработка технологии изготовления корпуса пневмоцилиндра

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Илёсов Авазжон Гайратжонугли		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Клемашева Е.И.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич О.А.	к.б.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ДОПК(У)-1	Способен разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии со стандартами и с учетом технических и эксплуатационных характеристик деталей и узлов изделий
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической

	дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико- механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Е.А. Ефременков  
 (Подпись)     (Дата)     (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Илёсову Авазжону Гайратжонугли

Тема работы:

Разработка технологии изготовления корпуса пневмоцилиндра	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 34-76/с от 03.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2022
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- чертеж детали типа Корпус</li> <li>- тип производства : среднесерийный</li> <li>- программа выпуска деталей N=1000 шт./год;</li> <li>- материал детали - ХВГ</li> </ul>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Обзор научно-технической литературы</li> <li>- Анализ чертежа и технологичности детали</li> <li>- Определение типа производства</li> <li>- Маршрут изготовления детали</li> <li>- Оборудование и инструменты</li> <li>- Режимы резания</li> <li>- Нормы времени</li> <li>- Финансовый менеджмент</li> <li>- Социальная ответственность</li> <li>- Заключение</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Чертеж детали</li> <li>- Операционные карты</li> <li>- Размерная схема</li> <li>- Граф технологических размерных цепей</li> <li>- Сборочный чертеж приспособления</li> </ul>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
<b>Технологический</b>	Ефременков Егор Алексеевич
<b>Конструкторский</b>	Ефременков Егор Алексеевич
<b>Финансовый менеджмент</b>	Клемашева Елена Игоревна
<b>Социальная ответственность</b>	Антоневич Ольга Алексеевна

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	13.12.2021
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н		13.12.2021

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Илёсов Авазжон Гайратжонугли		13.12.2021

## Реферат

Данная выпускная квалификационная работа выполнена по теме разработка технологии изготовления корпуса пневмоцилиндра содержит 124 страницы текстового документа, 45 таблиц, 27 использованных источников.

Ключевые слово: проектирование, технологический процесс, деталь, корпус пневмоцилиндр, размерный анализ, граф, режимы резания, нормы времени.

Цель данной работы: разработать технологический процесс изготовления детали Корпус пневмоцилиндра и приспособление для сверлильной операции.

В результате проделанной работы спроектирован техпроцесс, который является эффективным для мелкосерийного производства данной детали. Так же произведен экономический расчет бюджета для производства данного изделия. Рассмотрены вопросы, связанные с экологической безопасностью. Предложены пути их решения. Решен вопрос о безопасности сотрудников на производстве.

Область применения: применяется в приводах пневмотических машинах.

## Оглавление

Введение.....	9
Техническое задание.....	10
1. Технологическая часть.....	11
1.1 Определение типа производства.....	11
1.2 Анализ технологичности конструкции деталь.....	12
1.3 Выбор исходной заготовки.....	13
1.4 Разработка технологии изготовления детали.....	14
1.5 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров...20	
1.6 Расчет припусков и осевых технологических размеров.....25	
1.7 Расчет режимов резания.....	32
1.8 Выбор средств технологического оснащения.....	52
1.9 Определение норм времени .....	59
1.9.1 Расчет основного времени .....	59
1.9.2 Определение норм вспомогательного времени.....	70
1.9.3 Определение штучно-калькуляционного времени.....	72
2. Конструкторский раздел.....	75
2.1 Анализ исходных данных.....	75
2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы приспособления.....	77
2.3 Описание конструкций и работы приспособления .....	78
2.4 Определение необходимой силы зажима.....	78
3. Экономическая часть.....	80
3.1 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	81
3.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности .....	81
3.2.1 Потенциальные потребители результатов исследования ...	81
3.2.2 Анализ конкурентных технических решений .....	82
3.2.3 SWOT-анализ .....	83

3.3	Планирование научно-исследовательских работ.....	85
3.3.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	85
3.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	86
3.3.3	Разработка графика проведения научного исследования...	87
3.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	88
3.4.1	Расчет затрат на специальное оборудование .....	89
3.4.2	Основная заработная плата исполнителей темы.....	89
3.4.3	Дополнительная заработная плата исполнителей темы....	90
3.4.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы)	91
3.4.5	Прочие прямые расходы.....	91
3.4.6	Накладные расходы.....	91
3.4.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	92
3.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей) финансовой, бюджетной, экономической эффективности исследования.....	93
4.	Социальная ответственность.....	96
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения Безопасности.....	99
4.2	Производственная безопасность.....	102
4.3	Отклонение показателей микроклимата.....	103
4.4	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	104
4.5	Повышенный уровень шума.....	105
4.6	Повышенный уровень электромагнитного излучения.....	106
4.7	Монотонность труда.....	108
4.8	Повышенное значение напряжения в электрической цепи.....	108
4.9	Экологическая безопасность.....	109
4.10	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	110
	Заключение.....	113
	Список литературы.....	114
	Приложение А.....	116



## **Введение**

Цель данной работы: разработать технологический процесс изготовления детали корпус пневмоцилиндра и приспособление для сверлильной операции.

При механообработке детали будут использоваться станки ЧПУ. Применение прогрессивного оборудования приводит к:

- снижению себестоимости детали и трудоёмкости производства;
- сокращению времени на обработку;
- улучшению качества поверхностного слоя;
- и позволяет обеспечить требуемую точность;

В результате проделанной работы технологический процесс изготовления детали, сборочный чертеж приспособления для сверлильной операции, построена размерная схема и граф технологических размерных цепей, на основе которых можно проверить правильность разработанного маршрута. Разработанный техпроцесс применим для серийного производства.

## Техническое задание.

Разработать технологический процесс изготовления колпака. Чертёж детали представлен на формате А2. Годовая программа выпуска: 1000 шт.

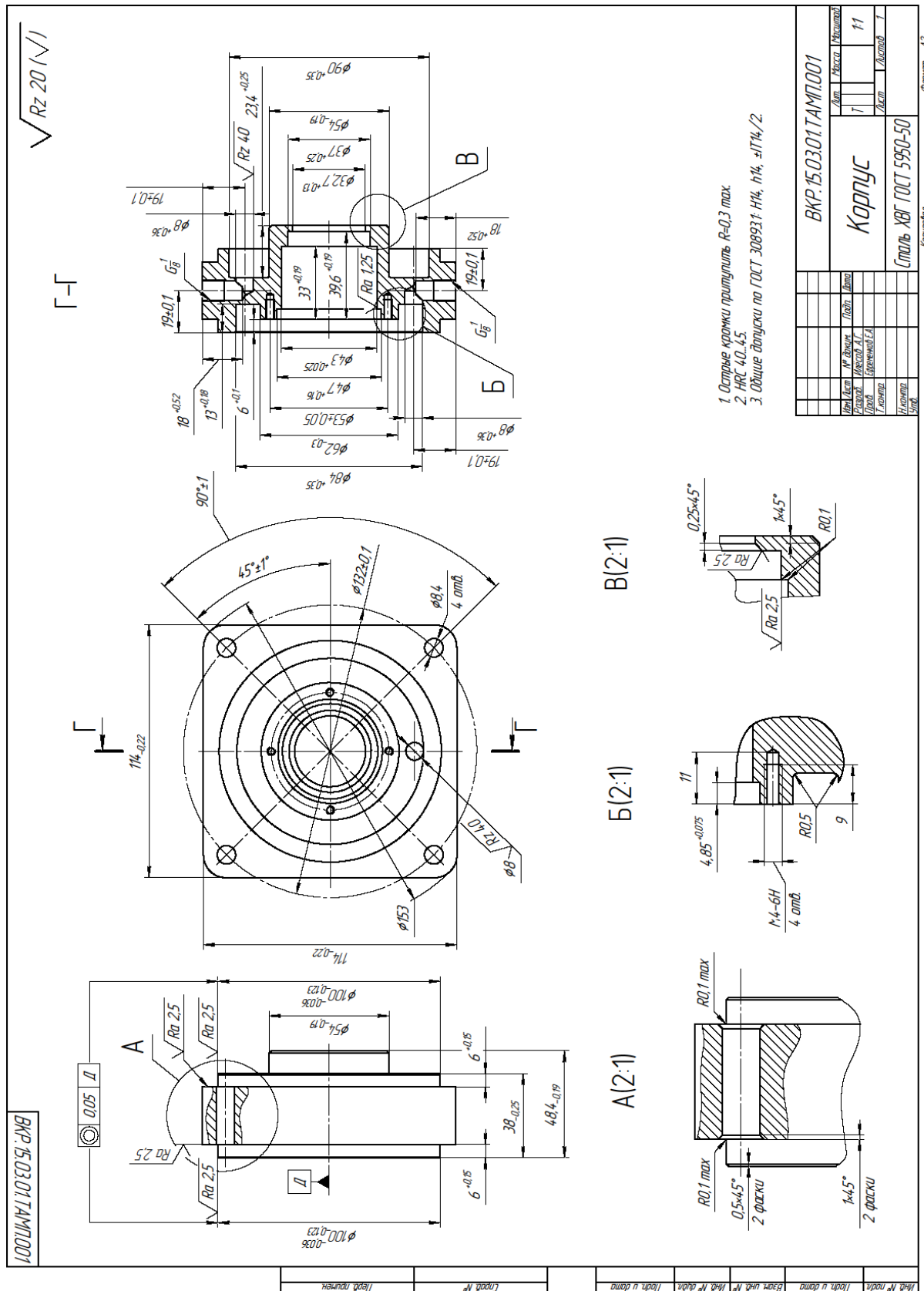


Рисунок 1- Чертёж детали

# 1. Технологическая часть

## 1.1 Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций [1]

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}}, \quad (1)$$

где  $t_d$  – такт выпуска деталей;

$t_{шс}$  – среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется по формуле

$$t_d = 60 \Phi_d / N, \quad (2)$$

где  $\Phi_d$  – действительный годовой фонд времени оборудования;

$N = 1000$  – годовой объем выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 2.1

[1, с.22] при двухсменном режиме работы:  $F_r = 4015$  ч.

Среднее штучное время рассчитывают по формуле [1]

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n t_{ши} / n \quad (3)$$

где  $t_{ши}$  – штучное время  $i$ -ой операции изготовления детали;

$n$  – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как

$$t_{ш} = \varphi_k * T_0, \quad (4)$$

где  $\varphi_k$  – коэффициент, зависящий от вида станка;

$T_0$  – основное технологическое время.

Заготовительная операция:

Отрезание

$$\varphi_k = 1,5$$

$$T_0 = 0,00019 * D^2$$

$$t_{ш0} = 1,5 * 0,00019 * 160^2 = 7,2$$

Внутришлифовальная:

Шлифование отверстия

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = 0,0018 * d * l$$

$$t_{ш5} = 2,10 * 0,0018 * 43 * 28 = 4,5$$

Сверлильная операция:

Сверление

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * d * l$$

$$t_{ш2} = (1,72 * 0,00052 * 8 * 18) * 2 = 0,25$$

Резьбонарезная операция:

нарезание резьбы в отверстиях

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,0004 * d * l$$

$$t_{ш8} = (1,72 * 0,0004 * 8 * 18) * 2 = 0,19$$

Средне штучное время:

$$t_{шс} = \frac{7,2 + 4,5 + 0,25 + 0,19}{4} = 3,035$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{60 * 4015/1000}{3,035} = 39,37$$

$K_{30} > 20$ , что соответствует мелкосерийному производству.

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – корпус представляет собой тело вращения, изготавливаемое из стали ХВГ, химический состав приведен в таблице 1. Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Таблица 1-Химический состав стали ХВГ предоставлен [1]

Химический элемент	%
Вольфрам (W)	1.20-1.60
Кремний (Si)	0.10-0.40
Медь (Cu), не более	0.30
Молибден (Mo), не более	0.30
Марганец (Mn)	0.80-1.10
Никель (Ni), не более	0.35
Фосфор (P), не более	0.030
Хром (Cr)	0.90-1.20
Сера (S), не более	0.030

### 1.3 Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали, её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства, выбираем в качестве исходной заготовки – прокат горячекатаный.

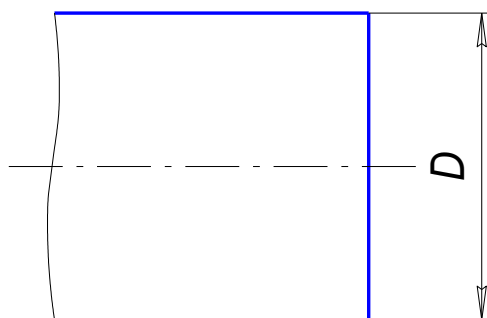
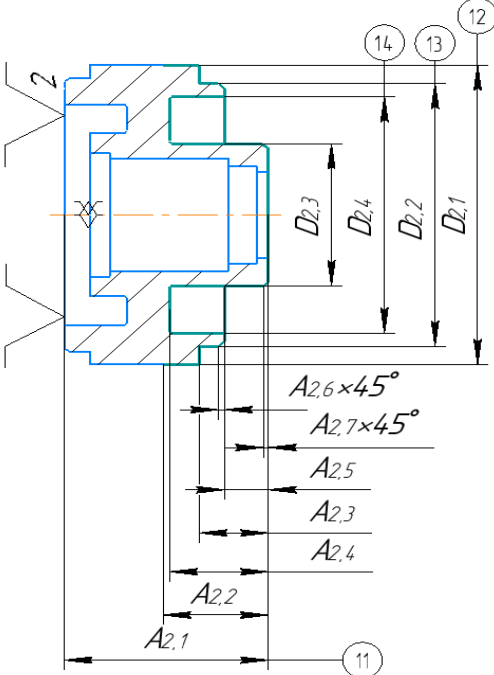


Рисунок 2- Эскиз заготовки

## 1.4 Разработка технологии изготовления детали

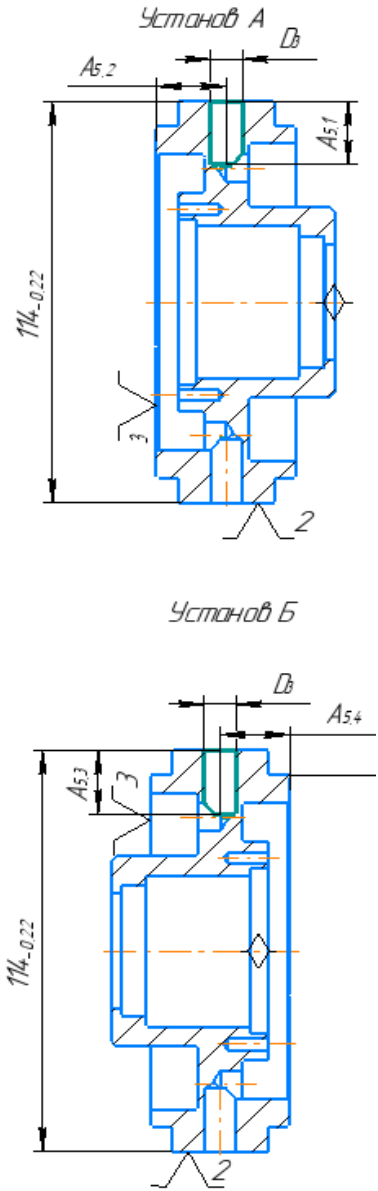
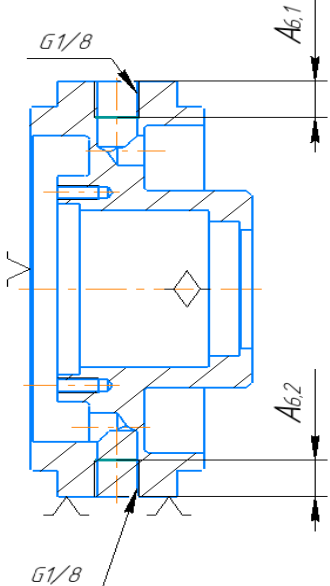
Таблица 2-Разработка технологии изготовления детали

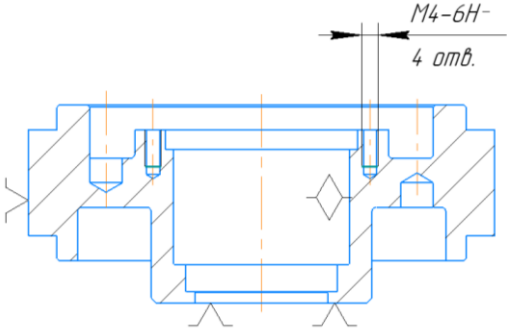
05		<p><b>Заготовительная</b></p> <p>1) Отрезать заготовку, выдержав размер A0.1</p>
10		<p><b>Токарная сЧПУ</b></p> <p>1) Подрезать торец 1, выдержав размер A1.1</p> <p>2) Точить пов. 2, выдерживая размеры D1.1 и A1.2</p> <p>3) Точить пов. 3, выдержав размеры D1.2 и A1.3</p> <p>4) Снять фаску выдерживая размер A1.4x45</p> <p>5) Центровать торец</p> <p>6) Сверлить отверстие, выдержав размер D1.3</p> <p>7) Расточить пов. 5, выдержав размер D1.4</p>

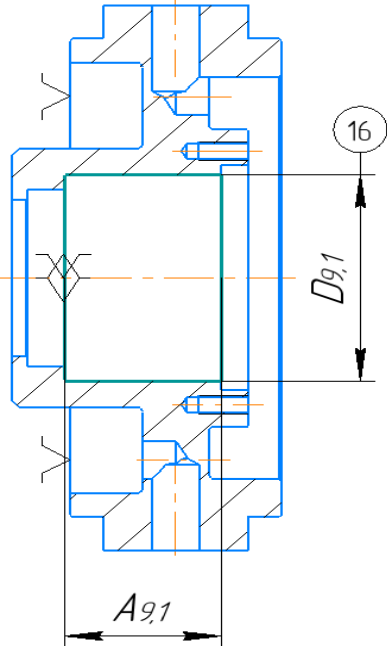
		<p>8)Расточить пов. 6 до D1.5, выдержав размер A1.5</p> <p>9)Расточить пов. 7 до D1.6, выдержав размер A1.6</p> <p>10)Расточить пов. 8 до D1.7, выдержав размер A1.7</p> <p>11)Снять фаску выдержав размер A1.8x45</p> <p>12)Точить пов. 9 выдерживая размеры D1.8, D1.9, A1.9</p> <p>13)Точить торец 10, выдержав размер A1.10</p> <p>14)Точить фаску выдержав размер A1.11x45</p>
15		<p style="text-align: center;"><b>Токарная с ЧПУ</b></p> <p>1) Подрезать торец 11, выдержав р-р A2.1</p> <p>2)Точить пов. 12, выдерживая р-ры D2.1, A2.2</p> <p>3)Точить пов. 13, выдерживая р-ры D2.2, A2.3</p> <p>4)Точить пов. 14, выдерживая р-ры D2.3, D2.4, A2.4, A2.5,</p> <p>5)Снять фаску выдержав р-р A2.6x45</p> <p>6)Снять фаску выдержав р-р A2.7x45</p>

<p>20</p>		<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Фрезеровать пов. 15, выдерживая р-ры А3.1 и А3.2</li> <li>2)Сверлить 4 сквозных отв. D8, выдерживая р-ры D3.3, и угол 90</li> <li>3)Зенкеровать 4 отв. выдержав р-р А3.5</li> <li>4)Сверлить отв. D8, Выдерживая р-ры А3.6, А3.7</li> </ol>
<p>20</p>		<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Сверлить 4 отв. D9 выдерживая р-ры D3.3, А4.1</li> <li>2)Сверлить отв. D8 выдерживая р-ры А4.2, А4.3</li> <li>3)Зенкеровать 4 отв. выдержав р-р А4.4</li> </ol>

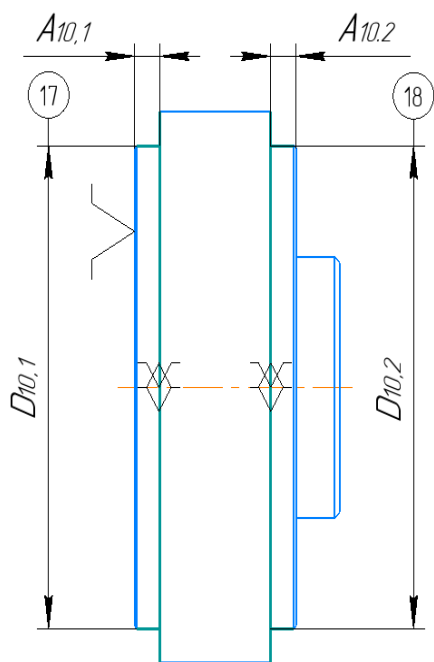


<p>25</p>	 <p>Установ А</p> <p>Установ Б</p>	<p>Сверлильная</p> <p>Установ А</p> <p>1)Сверлить 2 отв. D8 выдерживая р-ры А5.1, А5.2,</p> <p>Установ Б</p> <p>2)Сверлить 2 отв. D8 выдерживая р-ры А5.3, А5.4</p>
<p>30</p>		<p>Резьбонарезная</p> <p>1)Нарезать резьбу G1/8 выдерживая р-ры А6.1 и А6.2</p>

35		<p>Резьбонарезная</p> <p>1) Нарезать резьбу М4-6Н выдерживая р-р А7.1</p>
40	Термическая	1) Закалить и отпустить НРС 40...45

45		<p>Внутришлифовальная</p> <p>1) Шлифовать пов. 16 выдерживая р-ры D9.1, A9.1</p>
----	---	--

50



### Круглошлифовальная

- 1) Шлифовать пов. 17 выдерживая р-ры  $D_{10,1}$ ,  $A_{10,1}$
- 2) Шлифовать пов. 18 выдерживая р-ры  $D_{10,2}$ ,  $A_{10,2}$

## 1.5 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров

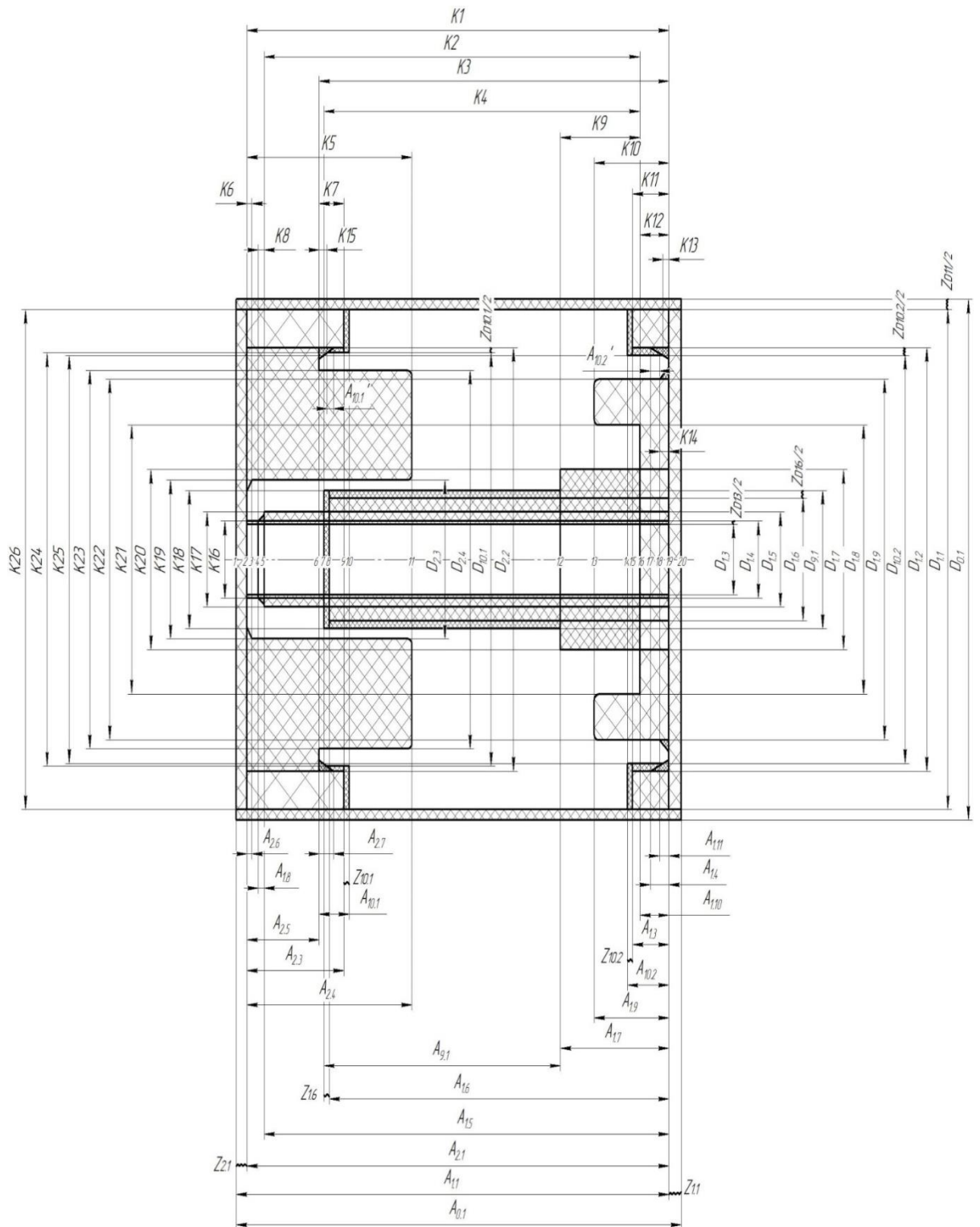


Рисунок 3-Размерная схема

Допуски на диаметральные размеры:

$TD_{0.1} = 0,25$ мм;	$TD_{1.8} = 0,19$ мм;
$TD_{1.1} = 0,16$ мм;	$TD_{1.9} = 0,22$ мм;
$TD_{1.2} = 0,14$ мм;	$TD_{2.2} = 0,14$ мм;
$TD_{1.3} = 0,52$ мм;	$TD_{2.3} = 0,12$ мм;
$TD_{1.4} = 0,1$ мм;	$TD_{2.4} = 0,22$ мм;
$TD_{1.5} = 0,1$ мм;	$TD_{9.1} = 0,025$ мм;
$TD_{1.6} = 0,1$ мм;	$TD_{10.1} = 0,035$ мм;
$TD_{1.7} = 0,1$ мм;	$TD_{10.2} = 0,035$ мм;

Расчёт начинаем с проверки условия: [4]

$$TK_i \Sigma TA_i, \quad (5)$$

Для размера  $K_{15}$  (см. рисунок 3):  $TK_{1.5} = 0,13TD_{1.4} = 0,1$  мм, т. е. размер  $K_8$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_{16}$  (см. рисунок 3):  $TK_{1.6} = 0,25TD_{1.5} = 0,1$  мм, т. е. размер  $K_9$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_{17}$  (см. рисунок 3):  $TK_{1.7} = 0,052TD_{9.1} = 0,025$  мм, т. е. размер  $K_{10}$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_{18}$  (см. рисунок 3):  $TK_{1.8} = 0,19TD_{2.3} = 0,12$  мм, т. е. размер  $K_{11}$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_{19}$  (см. рисунок 3):  $TK_{1.9} = 0,16TD_{1.7} = 0,1$  мм, т. е. размер  $K_{12}$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_{20}$  (см. рисунок 3):  $TK_{2.0} = 0,3TD_{1.8} = 0,19$  мм, т. е. размер  $K_{12}$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_{21}$  (см. рисунок 3):  $TK_{2.1} = 0,35TD_{1.9} = 0,22$  мм, т. е. размер  $K_{12}$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_{22}$  (см. рисунок 3):  $TK_{2.2} = 0,35TD_{2.4} = 0,22$  мм, т. е. размер  $K_{12}$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_{23}$  (см. рисунок 3):  $TK_{2.3} = 0,159TD_{1.2} = 0,14$  мм, т. е. размер  $K_{12}$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_{24}$  (см. рисунок 3):  $TK_{2,4} = 0,159TD_{2,2} = 0,14$  мм, т. е. размер  $K_{12}$  может быть обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_{24}$  (см. рисунок 3):  $TK_{2,5} = 0,22TD_{1,1} = 0,16$  мм, т. е. размер  $K_{12}$  может быть обеспечен с заданной точностью.

$$\begin{aligned}
 D_{1,1} &= K_{26} = 153_{-1} \text{ мм} \\
 D_{10,1} &= K_{24} = 100_{-0,125}^{-0,036} \text{ мм} \\
 D_{1,4} &= K_{16} = 32,7^{+0,1} \text{ мм} \\
 D_{1,5} &= K_{17} = 37^{+0,1} \text{ мм} \\
 D_{1,7} &= K_{20} = 47^{+0,1} \text{ мм} \\
 D_{1,8} &= K_{21} = 62^{+0,22} \text{ мм} \\
 D_{10,2} &= K_{25} = 100_{-0,125}^{-0,036} \text{ мм} \\
 D_{2,3} &= K_{19} = 54^{+0,12} \text{ мм} \\
 D_{2,4} &= K_{23} = 90^{+0,22} \text{ мм} \\
 D_{9,1} &= K_{18} = 43^{+0,025} \text{ мм}
 \end{aligned}$$

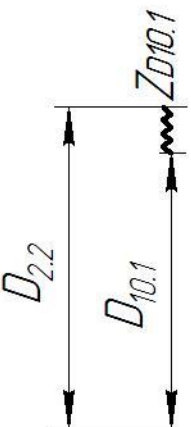
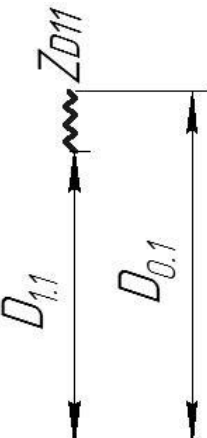
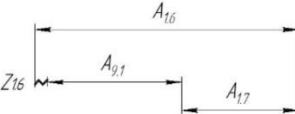
Формула для расчета минимального припуска на обработку поверхностей вращения: [4]

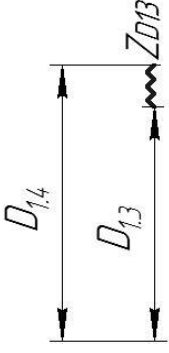
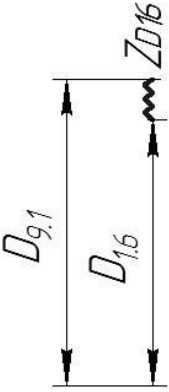
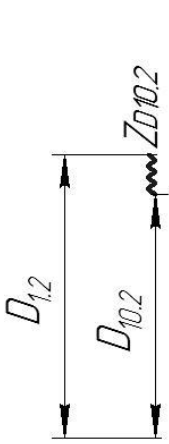
$$2z_{\text{imin}} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (6)$$

где  $Rz_{i-1}$  – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

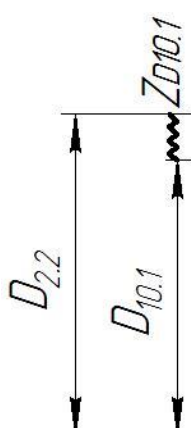
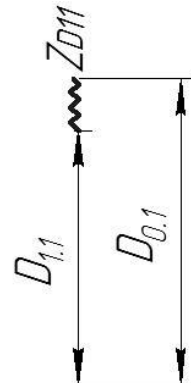
Таблица 3- Размерная цепь

Размерная цепь	Расчет технологических размеров
	<p>Находим <math>D_{1,2}</math></p> <p><math>D_{10,2}^c = 99,92</math> мм;</p> <p><math>Z_{D_{10,2}^c} = Z_{D_{10,2}}</math></p> <p><math>\min + (TD_{12} + TD_{10,2}) / 2 = 0,72 + (0,14 + 0,035) / 2 = 0,8075</math> мм;</p> <p><math>D_{1,2}^c = D_{10,2}^c + Z_{D_{10,2}^c} = 99,92 + 0,8075 = 100,728</math> мм;</p> <p><math>D_{1,2} = 100,73_{-0,14}</math> мм.</p> <p>Фактическое значение припуска:</p> <p><math>Z_{D_{10,2}} = D_{12} - D_{10,2} = 100,73_{-0,14} - 100_{-0,123}^{-0,036} = 0,73_{-0,10}^{-0,12}</math></p> <p><math>Z_{D_{10,2}} / 2 = 0,365_{-0,05}^{+0,06}</math></p>

	<p>Находим <math>D_{2.2}</math></p> <p><math>D_{10.1}^c = 99,92 \text{ мм}</math></p> <p><math>Z_{D91}^c = Z_{D91 \text{ min}} + (TD_{22} + TD_{10.1})/2 = 0,72 + (0,14 + 0,035)/2 = 0,8075 \text{ мм}</math></p> <p><math>D_{2.2}^c = D_{10.1}^c + Z_{D10.1}^c = 100,728 \text{ мм}</math></p> <p><math>D_{2.2} = 100,73_{-0,14} \text{ мм}</math></p> <p>Фактическое значение припуска:</p> <p><math>Z_{D10.1} = D_{22} - D_{10.1} = 100,73_{-0,14} - 100_{-0,123}^{+0,036} = 0,73_{-0,10}^{-0,12}</math></p> <p><math>Z_{D10.1}/2 = 0,365_{-0,05}^{+0,06}</math></p>
	<p>Находим <math>ZD_{1.1}</math>.</p> <p><math>D_{1.1}^c = D_{11} + (BOD_{1.1} + HOD_{1.1})/2 = 153 + 1/2 = 153,5 \text{ мм}</math></p> <p><math>D_{1.1} = 10,5 \pm 0,5</math></p> <p><math>TD_{0.1} = 0,9 - (-2,5) = 3,4 \text{ мм}</math></p> <p><math>ZD_{1.1}^c = ZD_{1.1 \text{ min}} + (TD_{1.1} + TD_{0.1})/2 = 0,66 + (1 + 3,4)/2 = 2,86 \text{ мм}</math></p> <p><math>D_{0.1}^c = D_{1.1}^c + ZD_{1.1}^c = 153,5 + 2,86 = 156,36 \text{ мм}</math></p> <p><math>D_{0.1} = D_{0.1}^c - (BOD_{0.1} + HOD_{0.1})/2 = 156,36 - (0,9 - 2,5)/2 = 155,56</math></p> <p><math>D_{0.1} = 155,56_{-2,5}^{+0,9}</math> выбираем прокат <math>D = 160 \text{ мм}</math></p> <p>Следовательно <math>D_{0.1} = 160_{-2,5}^{+0,9}</math></p> <p><math>TA_{10.1} = 0,048 \text{ мм}</math></p> <p><math>Z_{10.1}^c = Z_{10.1}</math></p> <p><math>\text{min} + (TA_{23} + TA_{25} + TA_{10.1})/2 = 0,09 + (0,07 + 0,058 + 0,048)/2 = 0,178 \text{ мм}</math></p> <p><math>A_{10.1}^c = A_{2.3}^c + Z_{10.1}^c - A_{25}^c = 16,608 + 0,178 - 10,533 = 6,253 \text{ мм}</math></p> <p><math>A_{10.1} = A_{10.1}^c - TA_{10.1}/2 = 6,253 - 0,024 = 6,229 \pm 0,024 \text{ мм}</math></p>
	<p>Найдём <math>A_{1.6}</math></p> <p><math>TA_{1.6} = 0,1 \text{ мм}</math></p> <p><math>Z_{1.6}^c = Z_{1.6}</math></p>

	$\min+(TA_{16}+TA_{91}+TA_{1.7})/2=0,09+(0,1+0,025+0,022)/2=0,1635$ <p>ММ</p> $A_{1.6}^c=A_{9.1}^c+Z_{1.6}^c+A_{17}^c=28,2415+0,1635+10,87775=39,28$ <p>ММ.</p> $A_{1.6}^c=A_{1.6}^c-TA_{1.6}/2=39,28-0,5=38,28\pm 0,5 \text{ ММ.}$ $A_{2.7}^c=K_{15}^c+A_{10.1}^c=0,5+0,365=0,87\pm 0,05$ $2Z_{12}^D=2Z_{22}^D=2Z_{14}^D=2(0,1+0,1+0,13)=0,66\text{ММ}$ $2Z_{43}^D=2(0,15+0,1+0,11)=0,72\text{ММ}$
	<p>Находим D<sub>1.3</sub></p> $D_{1.4}^c=32,75\text{ММ;}$ $Z_{D1.3}^c=Z_{D1.3}$ $\min+(TD_{1.4}+TD_{1.3})/2=0,72+(0,1+0,035)/2=0,787\text{ММ;}$ $D_{1.3}^c=D_{1.4}^c-Z_{D1.3}^c=31,72 \text{ ММ;}$ $D_{1.3}=31,46^{+0,52} \text{ ММ.}$
	<p>Находим D<sub>1.6</sub></p> $D_{9.1}^c=43,0125\text{ММ;}$ $Z_{D1.6}^c=Z_{D1.6}^{\min}+(TD_{9.1}+TD_{1.6})/2=0,72+(0,025+0,1)/2=0,7825$ <p>ММ;</p> $D_{1.6}^c=D_{9.1}^c-Z_{D1.6}^c=42,23 \text{ ММ;}$ $D_{1.6}=42,18^{+0,1}\text{ММ.}$
	<p>Находим D<sub>1.2</sub></p> $D_{10.2}^c=99,92\text{ММ;}$ $Z_{D10.2}^c=Z_{D10.2}$ $\min+(TD_{12}+TD_{10.2})/2=0,72+(0,14+0,035)/2=0,8075 \text{ ММ;}$ $D_{1.2}^c=D_{10.2}^c+Z_{D10.2}^c=99,92+0,8075=100,728 \text{ ММ;}$ $D_{1.2}=100,73_{-0,14} \text{ ММ.}$ <p>Фактическое значение припуска:</p> $Z_{D10.2}=D_{12}-D_{10.2}=100,73_{-0,14}-100_{-0,123}^{-0,036}=0,73_{-0,10}^{-0,12}$



	$Z_{D10.2}/2 = 0,365^{+0,06}_{-0,05}$
	<p>Находим <math>D_{2.2}</math></p> $D_{10.1}^c = 99,92 \text{ мм}$ ; $Z_{D91}^c = Z_{D91 \text{ min}} + (TD_{22} + TD_{10.1})/2 = 0,72 + (0,14 + 0,035)/2 = 0,8075 \text{ мм}$ ; $D_{2.2}^c = D_{10.1}^c + Z_{D10.1}^c = 100,728 \text{ мм}$ ; $D_{2.2} = 100,73_{-0,14} \text{ мм}$ . <p>Фактическое значение припуска:</p> $Z_{D10.1} = D_{22} - D_{10.1} = 100,73_{-0,14} - 100_{-0,123}^{+0,036} = 0,73_{-0,10}^{-0,12}$ $Z_{D10.1}/2 = 0,365^{+0,06}_{-0,05}$
	<p>Находим <math>ZD_{1.1}</math>.</p> $D_{1.1}^c = D_{11} + (BOD_{1.1} + HOD_{1.1})/2 = 153 + 1/2 = 153,5 \text{ мм}$ ; $D_{1.1} = 10,5 \pm 0,5$ $TD_{0.1} = 0,9 - (-2,5) = 3,4 \text{ мм}$ $ZD_{1.1}^c = ZD_{1.1 \text{ min}} + (TD_{1.1} + TD_{0.1})/2 = 0,66 + (1 + 3,4)/2 = 2,86 \text{ мм}$ ; $D_{0.1}^c = D_{1.1}^c + ZD_{1.1}^c = 153,5 + 2,86 = 156,36 \text{ мм}$ $D_{0.1} = D_{0.1}^c - (BOD_{0.1} + HOD_{0.1})/2 = 156,36 - (0,9 - 2,5)/2 = 155,56$ $D_{0.1} = 155,56_{-2,5}^{+0,9}$ выбираем прокат $D = 160 \text{ мм}$ Следовательно $D_{0.1} = 160_{-2,5}^{+0,9}$

## 1.6 Расчет припусков и осевых технологических размеров

Назначаем допуски на осевые технологические размеры. Берем их равными средней статистической погрешности механической обработки из приложения 1 [2, с. 74].

Допуски на технологические размеры:

$$TA_{0.1} = 0,30 \text{ мм};$$

$$TA_{1.4} = 0,04 \text{ мм};$$

$$TA_{1.1} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1.5} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TA_{1.3} = 0,048 \text{ мм};$$

$$TA_{1.6} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TA_{1.7} = 0,022 \text{ мм};$$

$$TA_{1.8} = 0,04 \text{ мм};$$

$$TA_{1.9} = 0,07 \text{ мм};$$

$$TA_{1.10} = 0,048 \text{ мм};$$

$$TA_{1.11} = 0,04 \text{ мм};$$

$$TA_{2.1} = 0,16 \text{ мм};$$

$$TA_{2.3} = 0,07 \text{ мм};$$

$$TA_{2.4} = 0,084 \text{ мм};$$

$$TA_{2.5} = 0,058 \text{ мм};$$

$$TA_{2.6} = 0,04 \text{ мм};$$

$$TA_{9.1} = 0,025 \text{ мм};$$

$$TA_{10.1} = 0,048 \text{ мм};$$

$$TA_{10.2} = 0,048 \text{ мм};$$

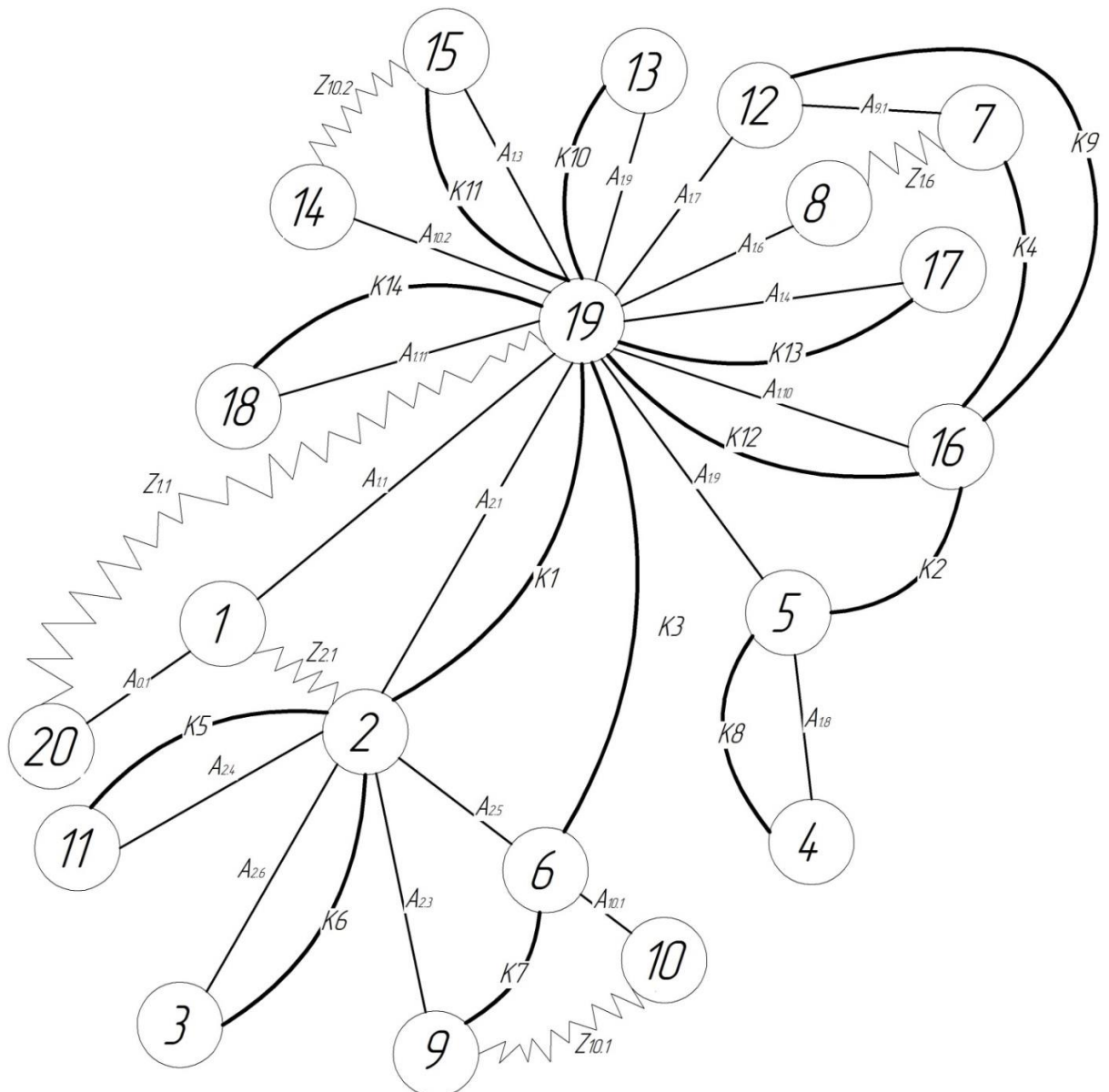


Рисунок 4. Граф технологических размерных цепей

Расчёт начинаем с проверки условия: [2]

$$TK_i \Sigma TA_i,$$

Для размера  $TK_1 = 0,19 TA_{2.1} = 0,16$  мм, т. Е. размер  $K_1$  обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $TK_2 = 0,19 TA_{1.10} + TA_{1.5} = 0,148$  мм, т. Е. размер  $K_2$  обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $TK_3 = 0,25 TA_{2.5} + TA_{2.1} = 0,218$  мм, т. Е. размер  $K_3$  обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $TK_4 = 0,19 TA_{1.10} + TA_{1.7} + TA_{9.1} = 0,095$  мм, т. Е. размер  $K_4$  обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $K_5 = 0,25 TA_{2.4} = 0,084$  мм, т. Е. размер  $K_5$  обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $TK_6 = 0,25 TA_{2.6} = 0,04$  мм, т. Е. размер  $K_6$  обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $TK_7 = 0,15 TA_{2.5} + TA_{2.3} = 0,128$  мм, т. Е. размер  $K_7$  обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $TK_8 = 0,14 TA_{1.8} = 0,04$  мм, т. Е. размер  $K_8$  обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $TK_9 = 0,075 TA_{1.7} + TA_{1.10} = 0,7$  мм, т. Е. размер  $K_9$  обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $TK_{10} = 0,18 TA_{1.9} = 0,07$  мм, т. Е. размер  $K_{10}$  обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $TK_{11} = 0,15 TA_{1.3} = 0,048$  мм, т. Е. размер  $K_{11}$  обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $TK_{12} = 0,1 TA_{1.10} = 0,048$  мм, т. Е. размер  $K_{12}$  обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $TK_{13} = 0,14$   $TA_{1.4} = 0,04$  мм, т. Е. размер  $K_{13}$  обеспечен с заданной точностью.

Для размера  $TK_{14} = 0,14$   $TA_{1.11} = 0,04$  мм, т. Е. размер  $K_{14}$  обеспечен с заданной точностью.

$$A_{2.1} = K_1 = 48,4^{+0.16} \text{ мм}$$

$$A_{2.4} = K_5 = 23,4^{+0.084} \text{ мм}$$

$$A_{2.6} = K_6 = 1^{+0.04} \times 45^\circ \text{ мм}$$

$$A_{1.8} = K_8 = 0,25^{+0.04} \times 45^\circ \text{ мм}$$

$$A_{1.9} = K_{10} = 13^{+0.07} \text{ мм}$$

$$A_{1.3} = K_{11} = 6^{+0.048} \text{ мм}$$

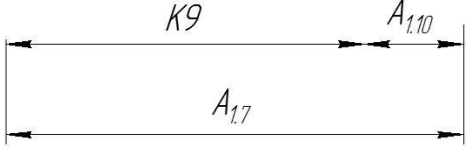
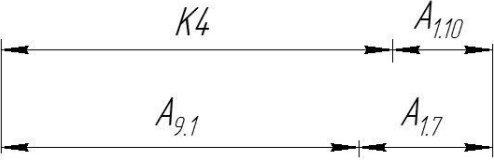
$$A_{1.10} = K_{12} = 6^{+0.048} \text{ мм}$$

$$A_{1.4} = K_{13} = 0,5^{+0.04} \times 45^\circ \text{ мм}$$

$$A_{1.11} = K_{14} = 0,5^{+0.04} \times 45^\circ \text{ мм}$$

Таблица 4- Размерная цепь

Размерная цепь	Расчет технологических размеров
	<p>Найдём <math>A_{1.5}^c</math>:</p> $A_{1.5}^c = K_2^c + A_{1.10}^c$ $= 39,695 + 6,024 = 45,719 \pm 0,024 \text{ мм}$
	<p>Найдём <math>A_{2.5}^c</math>:</p> $A_{2.5}^c = A_{2.1}^c - K_3^c$ $= 48,408 - 37,875 = 10,533 \pm 0,029 \text{ мм}$
	<p>Найдём <math>A_{2.3}^c</math>:</p> $A_{2.3}^c = K_7^c + A_{2.5}^c$ $= 6,075 + 10,533 = 16,608 \pm 0,035 \text{ мм}$

	<p>Найдём <math>A_{1.7}^c</math>:</p> $A_{1.7}^c = K_9^c + A_{1.10}^c$ $= 4,853 + 6,024 = 10,877 \pm 0,024 \text{ мм}$
	<p>Найдём <math>A_{9.1}^c</math>:</p> $A_{9.1}^c = K_4^c + A_{1.10}^c - A_{1.7}^c$ $= 33,095 + 6,024 - 10,877 = 28,241 \pm 0,0125 \text{ мм}$

Формула для расчета минимальных припусков на обработку плоскостей:

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (7)$$

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} + \rho_{p_{i-1}},$$

где  $\rho_{\phi_{i-1}}$  – погрешность формы обрабатываемой поверхности;

$\rho_{p_{i-1}}$  – погрешность расположения обрабатываемой поверхности.

Прокат горячекатанный обычной точности:

$$R=0,1 \text{ мм} \quad h=0,1 \text{ мм} \quad \rho = 0,13 \text{ мм}$$

Точение черное:

$$R=0,1 \text{ мм} \quad h=0,08 \text{ мм} \quad \rho = 0,05 \text{ мм}$$

Точение чистовое:

$$R=0,02 \text{ мм} \quad h=0,02 \text{ мм} \quad \rho = 0,02 \text{ мм}$$

Шлифование черновое:

$$R=0,03 \text{ мм} \quad h=0,04 \text{ мм} \quad \rho = 0,02 \text{ мм}$$

Минимальный припуск на черновую подрезку торца:

$$Z_{1,min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0,13 = 0,33 \text{ мм.}$$

$$Z_{2,1min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 0,13 = 0,33\text{мм.}$$

Минимальный припуск на чистовую подрезку торца:

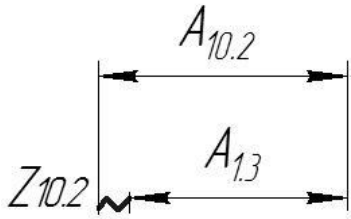
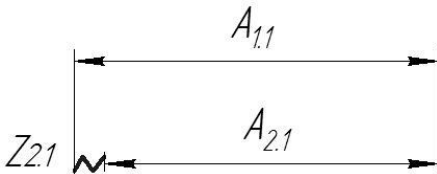
$$Z_{10,2min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,02 + 0,02 = 0,14\text{мм.}$$

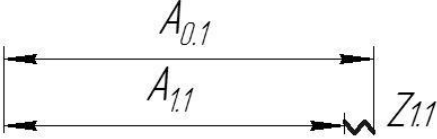
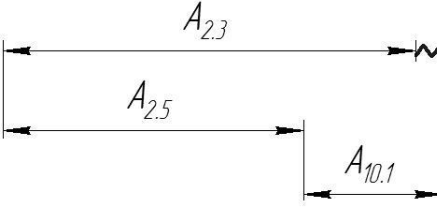
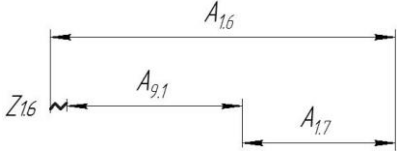
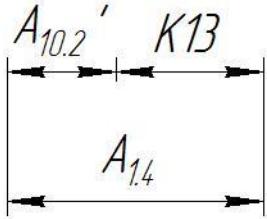
$$Z_{10,1min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,02 + 0,02 = 0,14\text{мм.}$$

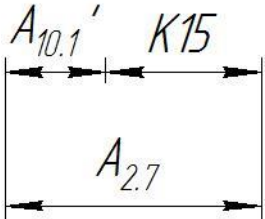
Минимальный припуск на черновое шлифование торца:

$$Z_{1,6min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,03 + 0,04 + 0,02 = 0,09\text{мм.}$$

Таблица 5- Размерная цепь

Размерная цепь	Расчет технологических размеров
	<p>Найдём <math>A_{10.2}</math></p> <p><math>A_{1.3} = 6^{+0,048}\text{мм}</math> ;</p> <p><math>A_{13}^c = 6,024 \pm 0,024\text{ мм}</math></p> <p><math>Z_{10.2 \max} = Z_{10.2 \min}</math></p> <p><math>\min + TA_{1.3} + TA_{10.2} = 0,09 + 0,048 + 0,048 = 0,186\text{мм}</math></p> <p><math>Z_{10.2}^c = (Z_{10.2 \max} + Z_{10.2 \min}) / 2 = (0,186 + 0,09) / 2 = 0,138\text{мм}</math></p> <p><math>A_{10.2}^c = A_{13}^c + Z_{10.2}^c = 6,024 + 0,138 = 6,162\text{ мм}</math></p> <p><math>A_{10.2} = 6,162 \pm 0,024</math></p> <p>Определим фактическое значение припуска:</p> <p><math>Z_{10.2} = A_{10.2} - A_{1.3} = 6,162 \pm 0,024 - 6^{+0,048} = 0,162_{-0,072}^{+0,024}\text{ мм}</math></p> <p><math>Z_{10.2 \min} = 0,09\text{мм}</math></p>
	<p>Найдём <math>A_{1.1}</math></p> <p><math>A_{2.1} = 48,4^{+0,016}\text{мм}</math> ;</p> <p><math>A_{21}^c = 48,408 \pm 0,008\text{ мм}</math></p> <p><math>Z_{2.1 \max} = Z_{2.1 \min}</math></p> <p><math>\min + TA_{2.1} + TA_{1.1} = 0,33 + 0,016 + 0,012 = 0,358\text{ мм}</math></p> <p><math>Z_{2.1}^c = (Z_{2.1 \max} + Z_{2.1 \min}) / 2 = (0,358 + 0,33) / 2 = 0,344\text{мм}</math></p> <p><math>A_{1.1}^c = A_{21}^c + Z_{2.1}^c = 48,408 + 0,344 = 48,752\text{ мм}</math></p> <p><math>A_{1.1} = 48,752 \pm 0,06</math></p>

	<p>Найдём <math>A_{0.1}</math></p> $A_{1.1} = 48,752 \pm 0,06$ $A_{1.1}^c = 48,752 \text{ мм}$ $Z_{1.1 \text{ max}} = Z_{1.1}$ $\min + TA_{1.1} + TA_{0.1} = 0,33 + 0,016 + 0,30 = 0,646 \text{ мм}$ $Z_{1.1}^c = (Z_{1.1 \text{ max}} + Z_{1.1 \text{ min}}) / 2 = (0,646 + 0,33) / 2 = 0,488 \text{ мм}$ $A_{0.1}^c = A_{1.1}^c + Z_{1.1}^c = 48,752 + 0,488 = 49,24 \text{ мм}$ $A_{0.1} = 49,24 \pm 0,015$
	<p>Найдём <math>A_{10.1}</math></p> $TA_{10.1} = 0,048 \text{ мм}$ $Z_{10.1}^c = Z_{10.1}$ $\min + (TA_{2.3} + TA_{2.5} + TA_{10.1}) / 2 = 0,09 + (0,07 + 0,058 + 0,048) / 2 = 0,178 \text{ мм}$ $A_{10.1}^c = A_{2.3}^c + Z_{10.1}^c - A_{2.5}^c = 16,608 + 0,178 - 10,533 = 6,253 \text{ мм}$ $A_{10.1} = A_{10.1}^c - TA_{10.1} / 2 = 6,253 - 0,024 = 6,229 \pm 0,024 \text{ мм.}$
	<p>Найдём <math>A_{1.6}</math></p> $TA_{1.6} = 0,1 \text{ мм}$ $Z_{1.6}^c = Z_{1.6}$ $\min + (TA_{1.6} + TA_{9.1} + TA_{1.7}) / 2 = 0,09 + (0,1 + 0,025 + 0,022) / 2 = 0,1635 \text{ мм}$ $A_{1.6}^c = A_{9.1}^c + Z_{1.6}^c + A_{1.7}^c = 28,2415 + 0,1635 + 10,87775 = 39,28 \text{ мм.}$ $A_{1.6} = A_{1.6}^c - TA_{1.6} / 2 = 39,28 - 0,5 = 38,28 \pm 0,5 \text{ мм.}$
	<p>Расчёт фаски K13</p> $A_{1.4}^c = K_{13}^c + A_{10.2}'^c = 0,5 + 0,365 = 0,87 \pm 0,05$

 <p>The diagram shows a horizontal line with arrows at both ends. It is divided into two segments. The left segment is labeled <math>A_{10.1}'</math> and the right segment is labeled <math>K15</math>. Below the entire line, a larger dimension line with arrows is labeled <math>A_{2.7}</math>.</p>	<p>Расчёт фаски K15</p> $A_{2.7}^c = K_{15}^c + A_{10.1}'^c = 0,5 + 0,365 = 0,87 \pm 0,05$
---	--

## 1.7 Расчет режимов резания

### Заготовительная операция 05

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями таблицы 3 [3, с. 178] – P6M5.

Подача на зуб по таблице 108 [4, с.425] при металл :  $S = 0,05$  мм/зуб,  
 $Z=30$

Скорость резания  $V = 50$  м/мин

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30$  мин.

Минутая подача  $S_m = 1500 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$

$$t_0 = \frac{D_{px}}{S_m} = \frac{230 \text{ мм}}{1500} = 0,15 \text{ мин} \quad (8)$$

где  $D_{px}$  - длина рабочего хода.

Ширина полотна  $t=3...5=5$  мм

### Токарная операция 10

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – BK8.

#### Переход 1 подрезка торца

Глубина резания:  $t = 0,488$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$S = 1$  мм/об

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} s^{x_s}} K_v \quad (9)$$



Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_v = 215$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

где  $K_{MV}$ – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = 0,8; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 2,7.$$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,944.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 0,488^{0,15} 1^{0,45}} 1,944 = 238,4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 238,4}{3,14 \cdot 153} = 497 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## **Переход 2 точение цилиндрической поверхности**

Инструмент Резец материал ВК8 [4]

Глубина резания:  $t = 1,43$  мм

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 215$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 1,43^{0,15} 1^{0,45}} 1,944 = 203,7 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 203,7}{3,14 \cdot 153} = 425 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## **Переход 3 точение уступа**

Инструмент Резец материал ВК8 [4]

Глубина резания:  $t = 3,5$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 215$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17

[4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x^{S_y}} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 3,5^{0,15} 1^{0,45}} 1,944 = 166,6 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 166,6}{3,14 \cdot 100} = 531 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

#### **Переход 4 точение фаски**

Инструмент Резец материал ВК8 [4]

Глубина резания:  $t = 0,5$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 0,6 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 215$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17

[4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x^{S_y}} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 0,5^{0,15} 0,6^{0,45}} 1,944 = 297,9 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 297,9}{3,14 \cdot 100} = 949 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

#### **Переход 5 центровка отверстия**

Инструмент Центровочное сверло Р6М5 [4]

Глубина резания:  $t = 5$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 67$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17

[4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x^m S^y} K_v = \frac{67}{30^{0,20} 5^{0,15} 1^{0,45}} 0,84 = 22 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 22}{3,14 \cdot 10} = 713 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### **Переход б: сверление отверстий.**

Инструмент сверло Р6М5 [4]

При сверлении глубина резания будет равна  $t = 0,5D = 32/2 = 16 \text{ мм}$ .

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]:  $S = 0,36 \text{ мм/об}$ .

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$$C_v=34,2; q=0,45; y=0,30; m=0,20.$$

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV};$$

$$K_{MV}=0,8; K_{IV} = 1; K_{IV} = 2,7.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:  $T = 90 \text{ мин}$ .

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{34,2 * 32^{0,45}}{90^{0,20} * 0,36^{0,30}} 2,16 = 25,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 25,7}{3,14 \cdot 32} = 249 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### **Переход 7 расточка отверстия**

Инструмент Резец Т15К6 [4]

Глубина резания:  $t = 0,3935$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,4 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x^m S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,20} 0,3935^{0,15} 0,4^{0,45}} 0,84 = 225 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 225}{3,14 \cdot 32,7} = 2193 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### **Переход 8 расточка отверстия.**

Инструмент Резец Т15К6 [4]

Глубина резания:  $t = 2,15$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,4 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x^m S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,20} 2,15^{0,15} 0,4^{0,45}} 0,84 = 174 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 174}{3,14 \cdot 37} = 1502 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### **Переход 9 расточка отверстия**

Инструмент Резец Т15К6 [4]

Глубина резания:  $t = 3$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,4 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x^m S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,20} 3^{0,15} 0,4^{0,45}} 0,84 = 166 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 166}{3,14 \cdot 43} = 1230 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### **Переход 10 расточка отверстия**

Инструмент Резец Т15К6 [4]

Глубина резания:  $t = 2$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,4 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} x^m S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,20} 2^{0,15} 0,4^{0,45}} 0,84 = 176 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 176}{3,14 \cdot 47} = 1195 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### **Переход 11 расточка отверстия**

Инструмент Резец Т15К6 [4]

Глубина резания:  $t = 0,25$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,4 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T m_t^x S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,20} 0,25^{0,15} 0,4^{0,45}} 0,84 = 241 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 241}{3,14 \cdot 32,7} = 2347 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### **Переход 12 точение поверхности**

Инструмент Резец проходной материал Т15К6 [4]

Глубина резания:  $t = 11$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T m_t^x S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,20} 11^{0,15} 0,5^{0,45}} 0,84 = 136 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 136}{3,14 \cdot 84} = 518 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### **Переход 13 точение торца [4]**

Инструмент Резец подрезной материал Т15К6

Глубина резания:  $t = 3$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T m_t^x S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,20} 3^{0,15} 0,5^{0,45}} 0,84 = 166 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 166}{3,14 \cdot 62} = 852 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### Переход 14 точение торца

Инструмент Резец подрезной материал Т15К6 [4]

Глубина резания:  $t=0,5$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,6 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,20} 0,5^{0,15} 0,6^{0,45}} 0,84 = 217 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 217}{3,14 \cdot 84} = 823 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную составляющую сил резания. Для расчета используем наиболее нагруженный переход 3 и формулу:

$$P_z = 10C_p t^X S^y V^n K_p;$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [4, с.373]:  $C_p=300$ ,  $x=1$ ,  $y=0,75$ ,  $n=-0,15$ .

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp};$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 23 [4, с.375]:  $K_{mp}= 1$ ,

$K_{\varphi p}= 0,89$ ,  $K_{\gamma p}= 1$ ,  $K_{\lambda p}= 1$ ,  $K_{rp}= 0,87$ .

$$K_p = 1 * 0,89 * 1 * 0,87 = 0,7743$$

Силы резания:

$$P_z = 10C_p t^X S^y V^n K_p = 10 * 300 * 0,5^1 * 1^{0,75} * 166,6^{-0,15} * 0,7743 = 539 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{539 \cdot 166,6}{1020 \cdot 60} = 1,46 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,46}{0,75} = 1,94 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

$$N_{\text{пр}} = 1,94 < N_{\text{ст}} = 11$$

## Токарная операция 2

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – ВК8.

### Переход 1 точение торца

Глубина резания:  $t = 0,344$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 215$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 238,4 \text{ м/мин}$$

$$n = 497 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### Переход 2 обтачивание поверхности

Инструмент резец ВК8 [4]

Глубина резания:  $t = 1,43$  мм

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$



Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 203,7 \text{ м/мин}$$

$$n = 425 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### **Переход 3 точение уступа**

Инструмент Резец Т15К6 [4]

Глубина резания:  $t = 3,5$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 107 \text{ м/мин}$$

$$n = 342 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### **Переход 4 точение поверхности**

Инструмент Резец Т15К6 [4]

Глубина резания:  $t = 11$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 123 \text{ м/мин}$$

$$n = 437 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### **Переход 5 точение фаски**

Инструмент Резец Т15К6 [4]

Инструмент Резец подрезной отогнутый материал Т15К6

Глубина резания:  $t = 0,5$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 0,6 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 181 \text{ м/мин}$$

$$n = 1067 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### **Переход 6 выточка фаски**

Инструмент Резец Т15К6 [4]

Инструмент Резец подрезной отогнутый материал Т15К6

Глубина резания:  $t = 1$  мм.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 0,6 \text{ мм/об}$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $m = 0,20$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = 163 \text{ м/мин}$$

$$n = 519 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## **Фрезерная операция 3**

### **Переход №1: фрезерование контура.**

Материал режущей части концевая фреза Р6М5. [4]

Характеристики фрезы:  $D_{\text{фр}} = 20$  мм.,  $z = 6$ ,  $B = 26$  мм.

Глубину фрезерования и подачу на зуб выбираем из таблицы 77 [4, с. 404]:

$$t = 5 \text{ мм}, S_z = 0,05 \text{ мм.}$$

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v; \quad (10)$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 81 [4, с.410]:

$C_v=46,7$ ;  $q=0,45$ ;  $x=0,5$ ;  $y=0,5$ ;  $u=0,1$ ;  $p=0,1$ ;  $m=0,33$ .

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{PIV} \quad (11)$$

$K_{MV}=0,8$ ,  $K_{IV}=1,2$ ,  $K_{PIV}=0,9$ .

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{PIV} = 0,8 * 1,2 * 0,9 = 0,864$$

Стойкость фрезы определяем по таблице 82 [4, с. 411]:  $T = 60$  мин.

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{46,7 * 20^{0,45}}{60^{0,33} * 5^{0,5} * 0,05^{0,5} * 26^{0,1} * 6^{0,1}} * 0,864 = 48,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 48,5}{3,14 \cdot 20} = 773,1 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## Переход №2: сверление отверстий.

Инструмент СверлоР6М5 [4]

При сверлении глубина резания будет равна  $t = 0,5D = 8/2 = 4$  мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]:  $S = 0,2$  мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v=7,0$ ;  $q=0,40$ ;  $y=0,70$ ;  $m=0,20$ .

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV};$$

$K_{MV}=0,8$ ;  $K_{IV}=1$ ;  $K_{IV}=2,7$ .

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:  $T = 90$  мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 * 8^{0,40}}{90^{0,20} * 0,2^{0,70}} 2,16 = 43,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчёт числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 43,5}{3,14 \cdot 8} = 1032 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### Переход №3: зенкерование отверстий.

Инструмент Зенкер Р6М5 [4]

При зенкерование глубина резания будет равна  $t = 0,5(D-d) = 0,5(10,4-8,4) = 1$  мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]:  $S = 0,32$  мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 39 [4, с.384]:

$C_v=16,3$ ;  $q=0,3$ ;  $x=0,2$ ;  $y=0,5$ ;  $m=0,3$ .

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} * K_{PV}$$

$K_{MV}=0,8$ ;  $K_{IV} = 1$ ;  $K_{LV} = 2,7$ ,  $K_{PV}=0,9$ .

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} * K_{PV} = 0,8 * 2,7 * 1 * 0,9 = 1,944$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:  $T = 30$  мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{16,3 * 10,4^{0,3}}{30^{0,3} 1^{0,2} * 0,32^{0,5}} 1,944 = 40,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 40,7}{3,14 \cdot 10,4} = 1248 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### Переход №4: сверление отверстий.

Инструмент Сверло Р6М5 [4]

При сверлении глубина резания будет равна  $t = 0,5D = 8/2 = 4$  мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]:  $S = 0,2$  мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v=7,0$ ;  $q=0,40$ ;  $y=0,70$ ;  $m=0,20$ .

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$K_{MV}=0,8$ ;  $K_{IV} = 1$ ;  $K_{LV} = 2,7$ .

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:  $T = 90$  мин.

Скорость резания и расчётное число оборотов шпинделя:

$$V = 43,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = 1032 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную окружную силу резания. Главная окружная сила резания, Н, формула:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp}; \quad (12)$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 83 [4, с.412]:

$C_p=12,5$ ;  $x=0,85$ ;  $y=0,75$ ;  $u=1$ ;  $q=0,73$ ;  $w= -0,13$ .

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 * 12,5 * 5^{0,85} * 0,05^{0,75} * 20^1 * 6}{20^{0,73} * 1032^{-0,13}} * 1 = 723 \text{Н}.$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 * 100} = \frac{723 * 20}{2 * 100} = 72,3 \text{Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1723 \cdot 293}{1020 \cdot 60} = 3,46 \text{кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,48}{0,75} = 4,6 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

$$N_{\text{пр}} = 4,6 < N_{\text{ст}} = 9.$$

### Фрезерная операция 4

#### Переход №1: сверление отверстия.

Материал режущей части фрезы берем Р6М5 [4]

При сверлении глубина резания будет равна  $t = 0,5D = 4/2 = 2$  мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]:  $S = 0,09$  мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v=7,0$ ;  $q=0,40$ ;  $y=0,70$ ;  $m=0,20$ .

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$K_{MV}=0,8$ ;  $K_{IV} = 1$ ;  $K_{LV} = 2,7$ .

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:  $T = 90$  мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 * 4^{0,40}}{90^{0,20} * 0,2^{0,70}} 2,16 = 11,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,9}{3,14 \cdot 4} = 747 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

#### Переход №2: сверление отверстия.

Инструмент Сверло Р6М5 [4]

При сверлении глубина резания будет равна  $t = 0,5D = 8/2 = 4$  мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]:  $S = 0,2$  мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v=7,0$ ;  $q=0,40$ ;  $y=0,70$ ;  $m=0,20$ .

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$K_{MV}=0,8$ ;  $K_{IV} = 1$ ;  $K_{LV} = 2,7$ .

$$K_v = K_{MV} * K_{LV} * K_{IV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:  $T = 90$  мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 * 8^{0,40}}{90^{0,20} * 0,2^{0,70}} 2,16 = 43,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 43,5}{3,14 \cdot 8} = 932 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

### **Переход №3: зенкерование отверстий.**

Инструмент Зенкер Р6М5 [4]

При зенкерование глубина резания будет равна  $t = 0,5(D-d) = 0,5(10,4-8,4) = 1$  мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]:  $S = 0,32$  мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 39 [4, с.384]:

$C_v=16,3$ ;  $q=0,3$ ;  $x=0,2$ ;  $y=0,5$ ;  $m=0,3$ .

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} * K_{PV}$$

$K_{MV}=0,8$ ;  $K_{IV} = 1$ ;  $K_{IIV} = 2,7$ ,  $K_{PIV}=0,9$ .

$$K_v = K_{MV} * K_{IIV} * K_{IV} * K_{PIV} = 0,8 * 2,7 * 1 * 0,9 = 1,944$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:  $T = 30$  мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{16,3 * 10,4^{0,3}}{30^{0,3} 1^{0,2} * 0,32^{0,5}} 1,944 = 40,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 40,3}{3,14 \cdot 10,4} = 1234 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем  $1200 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$  тогда

$$V = \frac{n \pi D}{1000} = \frac{1200 * 3,14 * 10,4}{1000} = 32,66 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

## Сверлильная операция 5

**Переход №1: сверление отверстия.**

Инструмент – сверло спиральное, материал режущей части Р6М5.

При сверлении глубина резания будет равна  $t = 0,5D = 8/2 = 4$  мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]:  $S = 0,2$  мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула[4]:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v=7,0$ ;  $q=0,40$ ;  $y=0,70$ ;  $m=0,20$ .

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IIV} * K_{IV};$$

$K_{MV}=0,8$ ;  $K_{IV} = 1$ ;  $K_{IIV} = 2,7$ .

$$K_v = K_{MV} * K_{IIV} * K_{IV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:  $T = 90$  мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 * 9,2^{0,40}}{90^{0,20} * 0,2^{0,70}} 2,16 = 46 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 46}{3,14 \cdot 9,2} = 1595 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$



Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42 [4, с.385]:

$$C_m=0,012; q=2,2; y=0,75; K_p=1,01.$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10C_m D^q S^y K_p = 10 * 0,012 * 8^{2,2} * 0,2^{0,75} * 1,01 = 3,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3,5 \cdot 1595}{9750} = 0,57 \text{ кВт}. \quad (13)$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,57}{0,75} = 0,76 \text{ кВт}. \quad (14)$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

$$N_{пр} = 0,44 < N_{ст} = 4.$$

## Резьбонарезная операция 6

**Переход №1: нарезание резьбы.**

Инструмент Метчик Р6М5 [4]

$$t = 0,5D = 8/2 = 4 \text{ мм}.$$

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]:  $S = 0,06 \text{ мм/об}$ .

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$$C_v=64,8; q=1,2; y=0,50; m=0,90.$$

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$$K_{MV}=0,8; K_{IV} = 1; K_{LV} = 0,8.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,8 * 0,8 * 1 = 0,64$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:  $T = 90$  мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^{m_{\Sigma y}}} K_v = \frac{7 * 9,7^{1,2}}{90^{0,90} * 0,06^{0,50}} 0,64 = 8,82 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 8,82}{3,14 \cdot 9,7} = 289 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$P_z = \frac{10 C_p P^y}{i^n} K_p; \quad (15)$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 83 [4, с.412]:

$C_p = -$ ;  $P^y = 0,907$ ;  $y = 1,5$ ;  $i = 3$ .

$$P_z = \frac{10 C_p P^y}{i^n} K_p = \frac{10 * 0,907^{1,5}}{3^{519}} * 1 = 5,04 \text{Н}.$$

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{5,04 \cdot 9,7}{2 \cdot 100} = 0,2 \text{Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{5,04 \cdot 54,1}{1020 \cdot 60} = 0,004 \text{кВт}.$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,001}{0,75} = 0,006 \text{кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант  $\eta = 0,75$ .

$$N_{\text{пр}} = 0,006 < N_{\text{ст}} = 3,7.$$

## Резьбонарезная операция 7

**Переход №1: нарезание резьбы.**

Инструмент Метчик Р6М5 [4]

$$t = 0,5D = 4/2 = 2 \text{ мм.}$$

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]:  $S = 0,09$  мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$$C_v=64,8; q=1,2; y=0,50; m=0,90.$$

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$$K_{MV}=0,8; K_{LV} = 1; K_{IV} =2,7.$$

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,8 * 2,7 * 1 = 2,16$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]:  $T = 90$  мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 * 4^{1,2}}{90^{0,90} * 0,06^{0,50}} 2,16 = 5,67 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 5,67}{3,14 \cdot 4} = 451 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## Внутришлифовальная операция 9

1) Внутришлифование до  $\varnothing 43^{+0,025}$  мм.

Инструмент: Шлифовальный круг. [4]

Параметры: Ширина (В) = 28 мм.

Основные параметры резания при шлифовании:

Скорость круга:  $V_k=35$  м/с,

Скорость заготовки:  $V_3 = 40$  м/мин,

Глубина шлифования:  $t=0,01$  мм,

Продольная подача:  $S=0,25B=0,25*8=2$  мм/ об.

Расчет эффективной мощности:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q \quad (16)$$

где d – диаметр шлифования.

$$C_N=0,36, r=0,35, x=0,4, y=0,4, q=0,3.$$

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 0,36 \cdot 40^{0,35} \cdot 0,01^{0,4} \cdot 2^{0,4} \cdot 43^{0,3} = 1,1 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции

### Круглошлифовальная операция 9

1) Наружное шлифование до  $\varnothing 100_{-0,123}^{+0,036}$

Инструмент: Шлифовальный круг. [4]

Параметры: Ширина (B) = 16 мм.

Основные параметры резания при шлифовании:

Скорость круга:  $V_K=30$  м/с,

Скорость заготовки:  $V_3 = 20$  м/мин,

Глубина шлифования:  $t=0,02$  мм,

Продольная подача:  $S=0,2B=0,7 \cdot 16=3,2$  мм/об.

Расчет эффективной мощности:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

где d – диаметр шлифования.

$$C_N=2,65, r=0,5, x=0,5, y=0,55, q -$$

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 2,65 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,02^{0,5} \cdot 3,2^{0,55} = 3,17 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции

### 1.8 Выбор средств технологического оснащения

#### Ленточнопильный станок Века-Мак BMSY 440 DGH

Таблица 6- Основные данные [8]:

Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения (угол реза 90 град), мм:	440
Параметры инструмента Ножовочное полотно	Междетровое расстояние 450; 500 мм.

Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения(угол реза 45 град), мм:	410
Наибольший размер отрезаемой заготовки квадратного сечения(угол реза 90 град), мм	440
Наибольший размер отрезаемой заготовки прямоугольного сечения(угол реза 45 град), мм	410
Скорость ленточнопильного полотна, м/мин	20...100
Длина пильного полотна, мм	5200*34*1,1
Мощность привода главного движения, кВт	3,0
Мощность гидронасоса, кВт	0,55
Привод подачи СОЖ, кВт	0,12
Высота рабочей поверхности, мм	860
Габаритные размеры, мм	1870*1210*2800
Масса, кг	1640

### Токарный станок с ЧПУ Модель:DMC DL 6G

Таблица 7- Основные данные [9]:

Макс. диаметр заготовки устанавливаемый над станиной, мм	Ø490
Макс. диаметрочения, мм	Ø170
Макс. длинатоления, мм	240
Макс. диаметр обрабатываемого прутка, мм	Ø44
Частота вращения шпинделя, об/мин	6000
Присоединительныйторецшпинделя, ASA	A2-5
Диаметр подшипников шпинделя (передний/задний), мм	Ø80/Ø80
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	Ø55
Макс. крутящий момент,кгс×м	11.3
Приводшпинделя	ременный
Размер патрона,мм	Ø150 (6'')

Перемещение по оси X, мм	420
Перемещение по оси Z, мм	250
Ускоренное перемещение по оси X, м/мин	30
Ускоренное перемещение по оси Z, м/мин	36
Тип направляющих	ласточкинхвост
Мощность двигателя шпинделя, кВт	11/15
Длина × ширина, мм	2050x1420
Высота, мм	1535
Вес, кг	2500

### Универсальный фрезерный станок

#### Модель: DMU 50

Таблица 8- Основные данные [10]:

Рабочая зона, ход по X/Y/Z, мм	500/450/400
Главный шпиндель	
Скорость вращения, об/мин	20-10000
Мощность привода, кВт (продолжительность включения 100%/40%)	9/13
Крутящий момент, Нм (продолжительность включения 40%)	83
Ускоренный ход	
Ускоренный ход по X/Y/Z, м/мин	24
Усилие подачи (X/Y/Z), кН	4,8
Неподвижный стол	
Рабочая зона, мм	700x500
Максимальная нагрузка на стол, кг	500
Устройство смены инструмента	
Количество мест в магазине	16
Масса инструмента, кг	6

Максимальная длина инструмента, мм	300
Максимальный диаметр инструмента, мм	80/130
Цепное устройство смены инструмента	
Количество мест в магазине	30/60
Максимальная длина инструмента, мм	300
Максимальный диаметр инструмента, мм	80/130
Масса инструмента, кг	6
Масса станка/ потребляемая мощность	
Масса, кг	4480
Мощность, кВт	21
Максимальный номинальный ток, А	31

## Универсальный вертикально-сверлильный станок

### Модель: 2С50

Таблица 9- Основные данные [11]:

Диапазон сверления в стали, мм	3-50 (60)*
Диапазон нарезаемой резьбы	M3-M33
Размер рабочей поверхности подъёмного стола, мм	500x500
Количество Т-образных пазов	3
Ширина Т-образного паза	18H12
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	750
Подъём стола, мм	300
Расстояние от оси шпинделя до колоны, мм	300
Конус шпинделя	Морзе 4 (5)*
Перемещение пиноли шпинделя, мм	250
Количество частот вращения шпинделя	12 (15)*
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	0-2000
Крутящий момент, не более, Нм	400
Осевое усилие на шпинделе, не более, Н	15000
Количество механических подач пиноли шпинделя	9
Диапазон механических подач, мм/об	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6
Мощность двигателя главного движения, кВт	4
Установочное перемещение сверлильной головки, мм.	170
Наибольшая масса заготовки, кг	600
Наибольшая высота заготовки, мм	600
Масса станка, кг (с упаковкой)	1500
Масса станка, кг (без упаковки)	1200
Габаритные размеры, мм (с упаковкой)	1350x1100x2560
Габаритные размеры, мм (без упаковки)	870x1110x2500



## Вертикальный гидравлический резьбонарезной станок

Модель: НТ-16V

Таблица 10- Основные данные [12]:

Диаметр резьбы	M5-M16
Частота вращения	50-1050 об/мин
Вертикальный рабочий диапазон	500-1800 мм
Зажимное приспособление для нарезания резьбы	№ 2 ТС820
Гидравлическое давление	120 кг/см <sup>2</sup>
Двигатель	3,7 кВт
Напряжение питания	220/380В, 3ф 50/60Гц
Размер стола	850x680x870 мм
Размер в упаковке	1100x1100x900 мм
Вес нетто/брутто	350/450 кг

## Внутришлифовальный станок

Модель: I-grind 150 NC

Таблица 11- Основные данные [13]:

Диаметр обрабатываемого отверстия, мм	Ø 6 - 150
Макс. глубина шлифования, мм	150
Макс. диаметр обрабатываемой детали над столом, мм	Ø 520
Макс. ход стола, мм	540
Макс. скорости подачи Z-оси, м/мин	7.2
Частота вращения шпинделя, об/мин	0 - 550
Угол поворота передней бабки, град	7 – 8
Емкость бака гидравлической системы, л	60
Мощность шлифовальной бабки, кВт	0.75
Мощность шлифовального круга, кВт	1.5

Мощность гидравлической помпы , кВт	1.5
Мощность помпы СОЖ, кВт	0.09
Вес, кг	2100

### Круглошлифовальный станок

Модель: R-grind 21100 CNC

Таблица 12- Основные данные[13]:

Высота центров, мм	210
Диаметр шлифования над столом, мм	420
Расстояние между центрами, мм	1000
Макс. диаметр шлифования, мм	Ø 400
Макс. вес заготовки в центрах, кг	150
<b>Шлифовальный круг</b>	
Размеры шлифовального круга, мм	Ø 355 × 50 × Ø 152,4
Линейная скорость перемещения, м/с	30
Частота вращения круга, об/мин	1783
<b>Шлифовальная бабка</b>	
Ускоренная подача, м/мин	6
Минимальный вводный инкремент, мм	0,001(0,0001)
Внутреннее шлифование	Ручное управление
<b>Стол</b>	
Ускоренная подача, м/мин	6
Мин вводный инкремент, мм	0,001(0,0001)
Угол поворота, град	0°/10°
<b>Шпиндельная бабка</b>	
Угол поворота, град	-30°/+90°
Конус	МК4
Частота вращения, об/мин	10-500

Макс. нагрузка на шпиндель (при длине заготовки), кг(мм)	35 (L=150)
<b>Задняя бабка</b>	
Конус	МК4
Перемещение пиноли задней бабки, мм	25
<b>Мощностные характеристики</b>	
Двигатель шлифовального круга, кВт	3.7
Двигатель шпиндельной бабки, кВт	1.3
Двигатель подачи шлифовальной бабки, кВт	1.2
Двигатель подачи стола, кВт	1.8
Двигатель гидравлической помпы, кВт	0.75
Двигатель системы смазки, кВт	0.18
Двигатель помпы СОЖ, кВт	0.18
Двигатель суппорта внутреннего шлифования, кВт	0.75
<b>Объем бака</b>	
Бак смазки подшипников, л	12
Бак смазки, л	60
Вес, кг	5500

## 1.9 Определение норм времени

### 1.9.1 Расчет основного времени

#### Токарная операция 1

Основное  $t$  определяем по формуле [5]

$$t_o = \frac{(l+l_{вр}+l_{пер}+l_{подв}) \cdot i}{S_m}, \quad (17)$$

где  $l$  - длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{вр}$  - длина врезания инструмента в заготовку, мм;

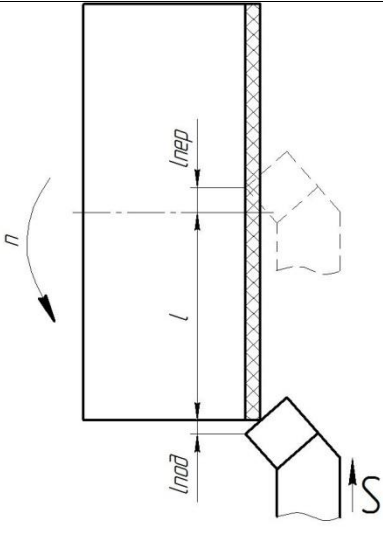
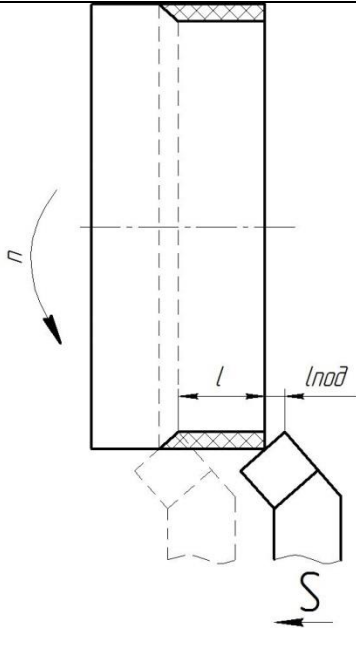
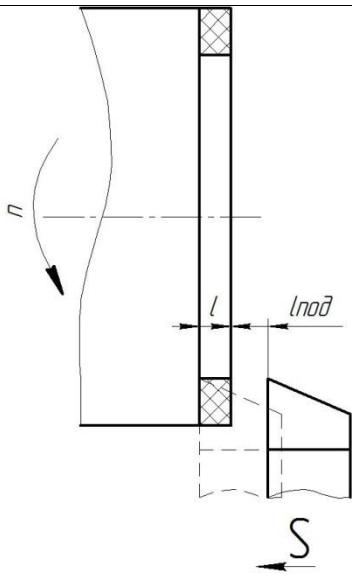
$l_{пер}$  - длина перебега инструмента, мм;

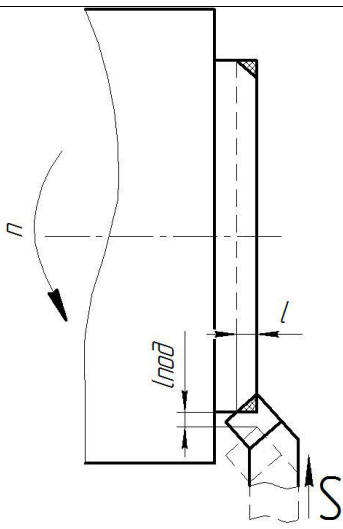
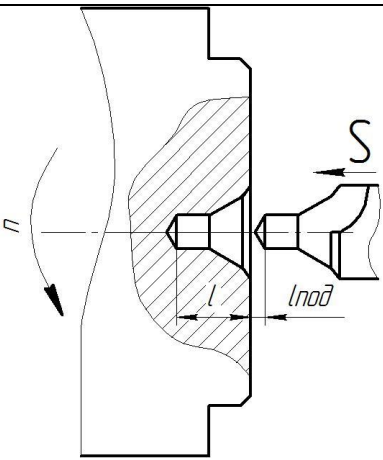
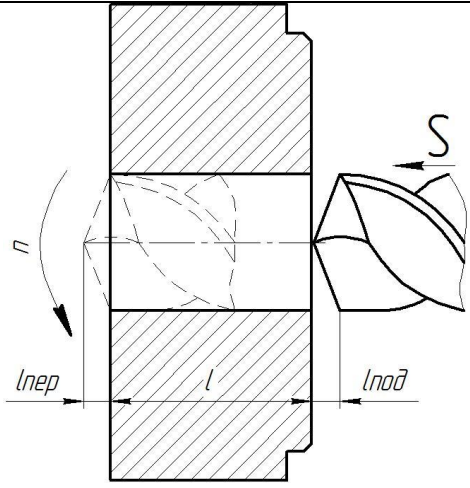
$l_{подв}$  - длина подвода инструмента к заготовке, мм ( $1 \div 3$  мм);

$i$  - число рабочих ходов;

$S_m$  - минутная подача, мм/мин.

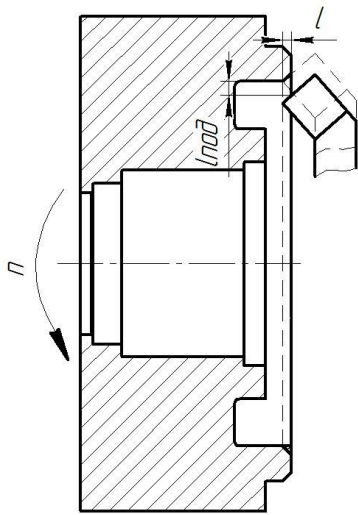
Таблица 13- Эскизы и переходы

Эскизы	Переходы
	<p>Переход №1:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$ $= \frac{(80 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,488 \times 497}$ $= 0,33 \text{ мин.}$
	<p>Переход №2:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$ $= \frac{(24,2 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{1,43 \times 949}$ $= 0,017 \text{ мин.}$
	<p>Переход №3:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$ $= \frac{(6 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{1 \times 531}$ $= 0,01 \text{ мин.}$

	<p>Переход №4:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m}$ $= \frac{(0,5 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,6 \times 926}$ $= 0,004 \text{ мин.}$
	<p>Переход №5:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m}$ $= \frac{(17 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{1 \times 531}$ $= 0,035 \text{ мин.}$
	<p>Переход №6:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m}$ $= \frac{(48,4 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,36 \times 249}$ $= 0,58 \text{ мин.}$

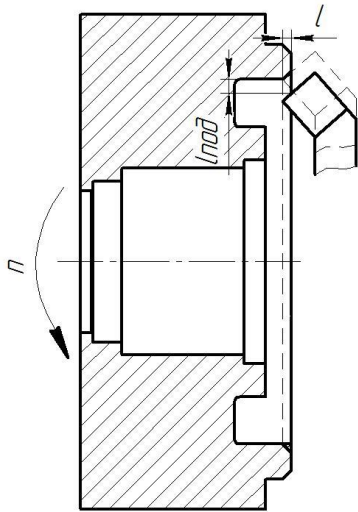
	<p>Переход №7:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$ $= \frac{(48,4 + 0 + 1 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 926}$ $= 0,13 \text{ мин.}$
	<p>Переход №8:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$ $= \frac{(45,6 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 802}$ $= 0,14 \text{ мин.}$
	<p>Переход №9:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$ $= \frac{(39 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 767}$ $= 0,13 \text{ мин.}$

	<p>Переход №10:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$ $= \frac{(10,85 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 836}$ $= 0,038 \text{ мин.}$
	<p>Переход №11:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$ $= \frac{(0,25 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 904}$ $= 0,006 \text{ мин.}$
	<p>Переход №12:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$ $= \frac{(13 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 767}$ $= 0,039 \text{ мин.}$



Переход №13:

$$\begin{aligned}
 t_o &= \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} \\
 &= \frac{(7,5 + 0 + 2 + 2) \cdot 2}{0,5 \times 1138} \\
 &= 0,033 \text{ мин.}
 \end{aligned}$$



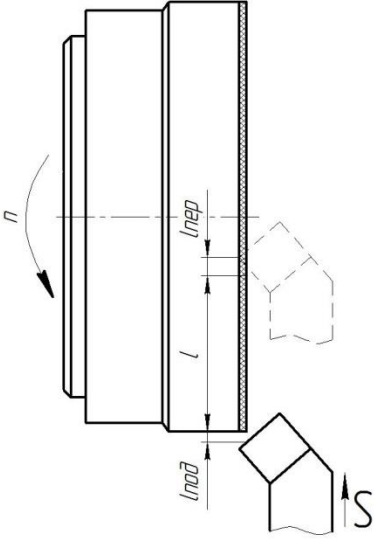
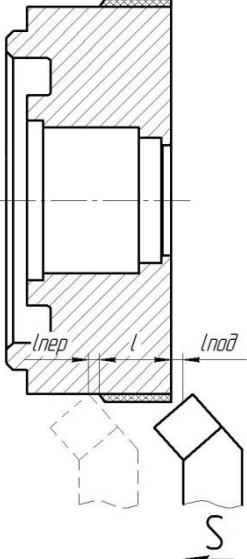
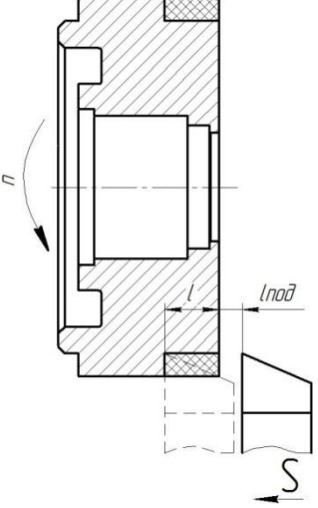
Переход №14:

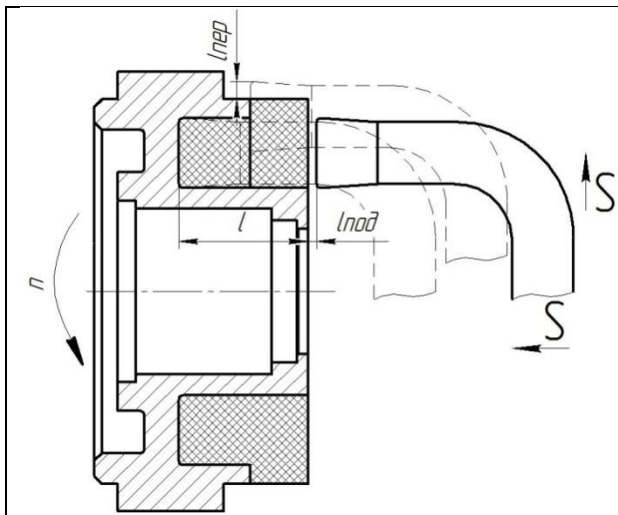
$$\begin{aligned}
 t_o &= \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} \\
 &= \frac{(0,5 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 1125} \\
 &= 0,004 \text{ мин.}
 \end{aligned}$$



## Токарная операция 2

Таблица 14- Эскизы и переходы

Эскизы	Переходы
	<p>Переход №1:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$ $= \frac{(80 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,488 \times 497}$ $= 0,33 \text{ мин.}$
	<p>Переход №2:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$ $= \frac{(24,2 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{1,43 \times 949}$ $= 0,017 \text{ мин.}$
	<p>Переход №3:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$ $= \frac{(16,4 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{1 \times 531}$ $= 0,03 \text{ мин.}$

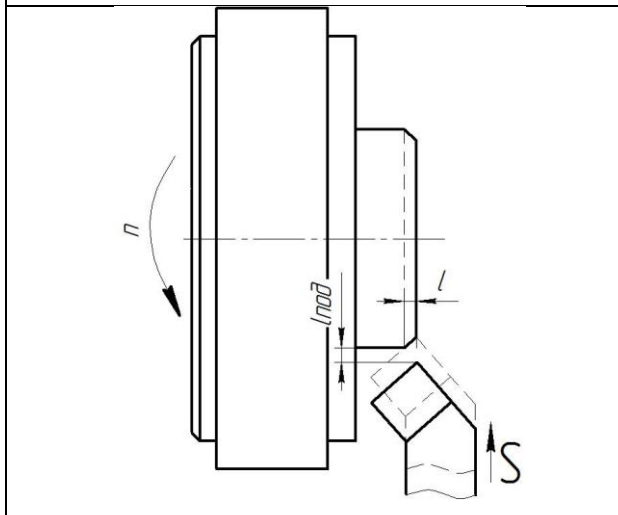


Переход №4:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$$

$$= \frac{(23,4 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 767}$$

$$= 0,06 \text{ мин.}$$

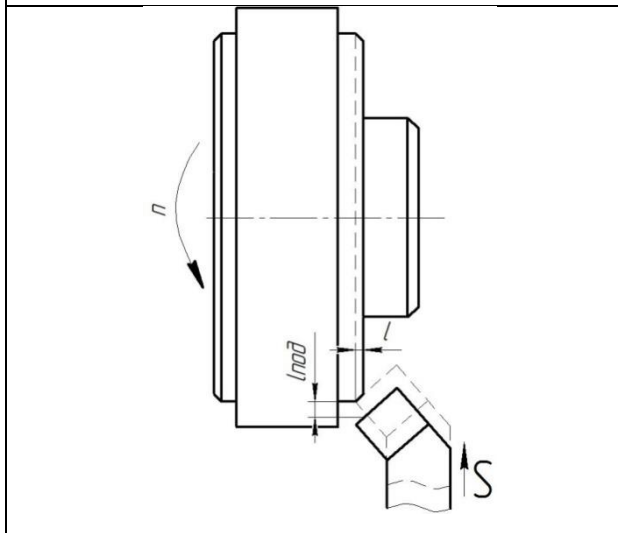


Переход №5:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$$

$$= \frac{(0,5 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 949}$$

$$= 0,005 \text{ мин.}$$



Переход №6:

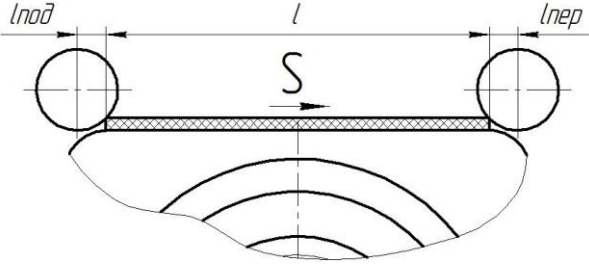
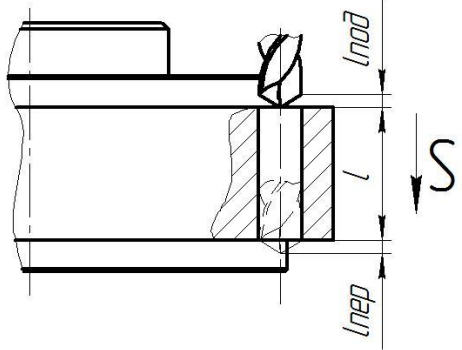
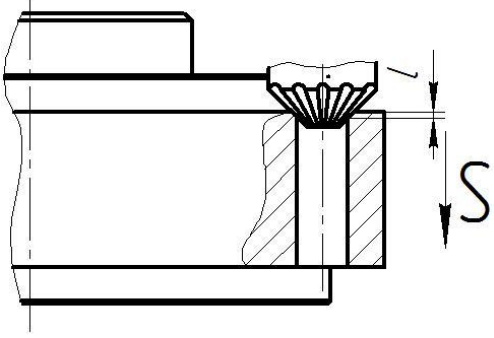
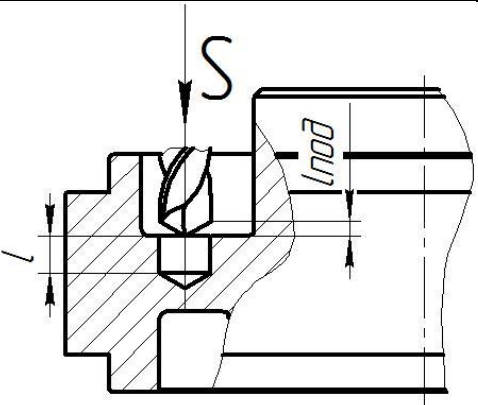
$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M}$$

$$= \frac{(1 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 949}$$

$$= 0,006 \text{ мин.}$$

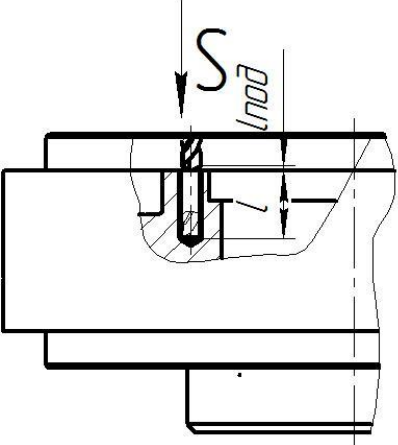
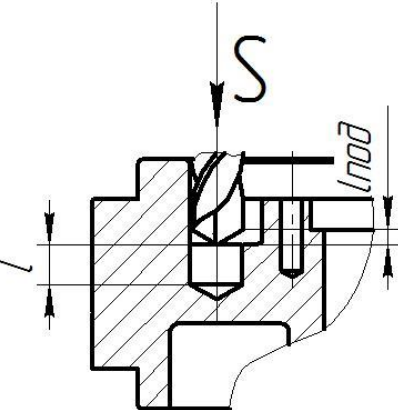
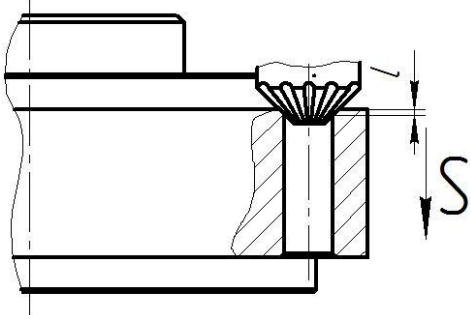
### Фрезерная операция 3

Таблица 15- Эскизы и переходы

Эскизы	Переходы
	<p>Переход №1:</p> $t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}}$ $= \frac{(367 + 0 + 2 + 2)}{0,05 \times 1024}$ $= 7,24 \text{ мин.}$
	<p>Переход №2:</p> $t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}}$ $= \frac{(26 + 0 + 1 + 2) \cdot 4}{0,2 \times 1032}$ $= 0,79 \text{ мин.}$
	<p>Переход №3:</p> $t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}}$ $= \frac{(1 + 0 + 0 + 0) \cdot 4}{0,32 \times 1097}$ $= 0,03 \text{ мин.}$
	<p>Переход №4:</p> $t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}}$ $= \frac{(6 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,2 \times 1032}$ $= 0,03 \text{ мин.}$

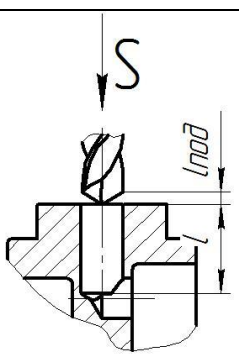
### Фрезерная операция 4

Таблица 16- Эскизы и переходы

Эскизы	Переходы
	<p>Переход №1:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m}$ $= \frac{(11 + 0 + 0 + 2) \cdot 4}{0,2 \times 1032} = 0,25 \text{ мин.}$
	<p>Переход №2:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(6 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,2 \times 1032}$ $= 0,03 \text{ мин.}$
	<p>Переход №3:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(1 + 0 + 0 + 2) \cdot 4}{0,32 \times 1097}$ $= 0,03 \text{ мин.}$

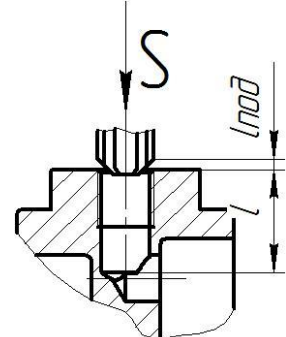
## Сверлильная операция 5

Таблица 17- Эскизы и переходы

Эскизы	Переходы
	<p>Переход №1:</p> $t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m}$ $= \frac{(18 + 0 + 0 + 2) \cdot 2}{0,2 \times 932} = 0,21 \text{ мин.}$

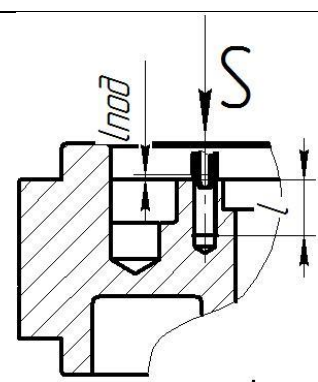
## Резьбонарезная операция 6

Таблица 18- Эскизы и переходы

Эскизы	Переходы
	<p>Переход №1:</p> $t_o = \frac{L}{nP} (t + 0,5) = \frac{20}{519 \times 0,907} (4 + 0,5)$ $= 0,31 \text{ мин.}$

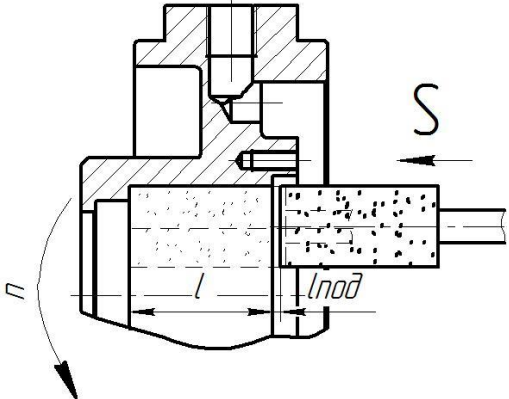
## Резьбонарезная операция 7

Таблица 19- Эскизы и переходы

Эскизы	Переходы
	<p>Переход №1:</p> $t_o = t_o = \frac{L}{nP} (t + 0,5) = \frac{36}{451 \times 0,7} (2 + 0,5)$ $= 0,28 \text{ мин.}$

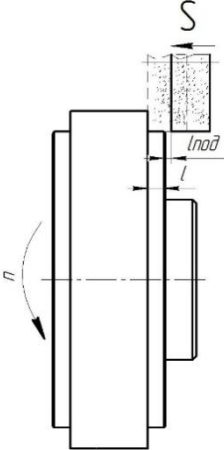
## Внутришлифовальная операция 9

Таблица 20- Эскизы и переходы

Эскизы	Переходы
	<p>Переход №1:</p> $t_o = \frac{L}{S_B B_k n} lK = \frac{28}{2 \times 28 \times 40} 1,5 = 0,018 \text{ мин.}$

## Круглошлифовальная операция 10

Таблица 21- Эскизы и переходы

Эскизы	Переходы
	<p>Переход №1:</p> $t_o = \frac{L}{S_B B_k n} lK = \frac{12}{3,2 \times 16 \times 20} 1,5 = 0,017 \text{ мин.}$

### 1.9.2 Определение норм вспомогательного времени для каждой операции

Для определения норм вспомогательного времени воспользуемся имеющимися рекомендациями [Общемашиностроительные нормативы].

Вспомогательное время для заготовительной операции будет складываться

из времени на установку и снятие детали, управление станком, время на перемещение частей станка, а также время на измерение детали.

Вспомогательное время: [5]

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}. \quad (18)$$

Токарная операция 005:

$$t_{\text{всп}} = (t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}})K = (0,55 + 0,2 + 0 + 0,18) * 1,15 = 1,07 \text{мин.}$$

При установке с выверкой отливок, имеющих необработанную установочную поверхность, время умножаем на коэффициент  $K=1,15$ .

Помимо рассмотренных в первой операции составляющих, в следующие операции в величину норм времени войдет так же время на смену инструмента во время операции.

Токарная операция 1:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 6 = 2,03 \text{мин.}$$

Токарная операция 2:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 2 = 1,63 \text{мин.}$$

Фрезерная операция 3:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ 0,37 + 0,6 + 1,34 + 0,22 + 0,1 * 4 = 2,93 \text{мин.}$$

Фрезерная операция 4:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ 0,37 + 0,6 + 1,34 + 0,22 + 0,1 * 3 = 2,83 \text{мин.}$$

Сверлильная операция 5:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ 0,45 + 0,2 + 0,3 + 0,15 + 0,1 = 1,2 \text{мин.}$$

Резьбонарезная операция 6:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ 0,45 + 0,4 + 0,4 + 0,3 + 0,1 = 1,65 \text{мин.}$$

Резьбонарезная операция 7:

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} =$$

$$0,45 + 0,4 + 0,4 + 0,3 + 0,1 = 1,65 \text{ мин.}$$

Термическая операция 8:

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} =$$

$$0,2 + 0,1 + 0 + 0 + 0 = 0,3 \text{ мин.}$$

Внутришлифовальная операция 9:

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} =$$

$$0,55 + 0,1 + 0,5 + 0,2 + 0,1 = 1,45 \text{ мин.}$$

Круглошлифовальная операция 10:

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} =$$

$$0,55 + 0,1 + 0,5 + 0,2 + 0,1 = 1,45 \text{ мин.}$$

### 1.9.3 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как: [5]

$$t_{шт.к.} = t_{шт.} + \frac{t_{пз}}{N}, \quad (19)$$

где  $t_{шт}$  - штучное время, мин;

$t_{пз}$  - подготовительно заключительное время, мин;

$N$  - число деталей в партии, шт.

В свою очередь штучное время определим:

$$t_{шт.} = t_{очн} + t_{всп} + t_{оо} + t_{то} + t_{пер},$$

где  $t_{оо}$  - время на организационное обслуживание, мин;

$t_{то}$  - время на техническое обслуживание, мин;

$t_{пер}$  - время перерывов, мин.

Время на организационное обслуживание расходуется на пуск и опробывание станков в начале смены, уборку и смазку станков в конце смены.

Под временем на техническое обслуживание понимается в первую очередь на подналадку станка и смену затупившегося инструмента, а также на уборку стружки.

Время перерывов расходуется на отдых и личные надобности.

Оперативное время рассчитывают по формуле:



$$t_{\text{оп}} = \sum t_o + t_{\text{всп}}. \quad (20)$$

Найдем оперативное время для каждой операции:

$$t_{\text{оп}}^1 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 2,992 + 2,03 = 5,022 \text{мин};$$

$$t_{\text{оп}}^2 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,448 + 1,63 = 2,078 \text{мин};$$

$$t_{\text{оп}}^3 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,62 + 2,93 = 3,55 \text{мин};$$

$$t_{\text{оп}}^4 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,52 + 2,83 = 3,35 \text{мин}.$$

$$t_{\text{оп}}^5 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,21 + 1,2 = 1,41 \text{мин}.$$

$$t_{\text{оп}}^6 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,31 + 1,65 = 1,96 \text{мин}.$$

$$t_{\text{оп}}^7 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,28 + 1,65 = 1,93 \text{мин}.$$

$$t_{\text{оп}}^8 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,018 + 1,45 = 1,468 \text{мин}.$$

$$t_{\text{оп}}^9 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,017 + 1,45 = 1,467 \text{мин}.$$

Время перерывов, организационного и технического обслуживания обычно принимается в процентном отношении к оперативному времени. Для среднесерийного производства эта величина составляет 3..5% [нормирование к диплому].

В таком случае формула расчета штучного времени принимает вид:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{оп}} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}, \quad (21)$$

здесь  $\alpha$  - процент времени на техническое обслуживание;

$\beta$  - процент времени на организационное обслуживание;

$\gamma$  - процент времени перерывов.

Принимаем время перерывов:  $\gamma = 4\%$ , время на организационное и

техническое обслуживание  $\alpha + \beta = 8\%$ .

Тогда штучное время по формуле определим как:

$$t_{шт.}^1 = t_{оп}^{05} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{05} = 5,022 * \left( \frac{8 + 4}{100\%} \right) + 5,022 = 5,62 \text{мин};$$

$$t_{шт.}^2 = t_{оп}^{10} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{10} = 2,078 * \left( \frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,078 = 2,32 \text{мин};$$

$$t_{шт.}^3 = t_{оп}^{15} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{15} = 3,55 * \left( \frac{8 + 4}{100\%} \right) + 3,55 = 3,97 \text{мин};$$

$$t_{шт.}^4 = t_{оп}^{20} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{20} = 3,35 * \left( \frac{8 + 4}{100\%} \right) + 3,35 = 3,97 \text{мин}.$$

$$t_{шт.}^5 = t_{оп}^{05} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{05} = 1,41 * \left( \frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,41 = 1,57 \text{мин};$$

$$t_{шт.}^6 = t_{оп}^{05} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{05} = 1,96 * \left( \frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,96 = 2,19 \text{мин};$$

$$t_{шт.}^7 = t_{оп}^{05} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{05} = 1,93 * \left( \frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,93 = 2,16 \text{мин};$$

$$t_{шт.}^8 = t_{оп}^{05} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{05} = 1,468 * \left( \frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,468 = 1,64 \text{мин};$$

$$t_{шт.}^9 = t_{оп}^{05} * \left( \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{05} = 1,467 * \left( \frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,467 = 1,64 \text{мин};$$

Величину подготовительно-заключительного времени для каждой операции определяем на основании рекомендаций:

$$t_{пз}^1 = 23 \text{мин};$$

$$t_{пз}^2 = 23 \text{мин};$$

$$t_{пз}^3 = 14 \text{мин};$$

$$t_{\text{пз}}^4 = 14 \text{мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^5 = 20 \text{мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^6 = 15 \text{мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^7 = 15 \text{мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^8 = 14 \text{мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^9 = 14 \text{мин.}$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени по формуле определим как:

$$t_{\text{шт.к.}}^1 = t_{\text{шт.}}^{05} + \frac{t_{\text{пз}}^{05}}{N} = 5,62 + \frac{23}{1000} = 5,64 \text{мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^2 = t_{\text{шт.}}^{10} + \frac{t_{\text{пз}}^{10}}{N} = 2,32 + \frac{23}{1000} = 2,34 \text{мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^3 = t_{\text{шт.}}^{15} + \frac{t_{\text{пз}}^{15}}{N} = 3,97 + \frac{14}{1000} = 3,98 \text{мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^4 = t_{\text{шт.}}^{20} + \frac{t_{\text{пз}}^{20}}{N} = 3,97 + \frac{14}{1000} = 3,98 \text{мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^5 = t_{\text{шт.}}^{20} + \frac{t_{\text{пз}}^{20}}{N} = 1,57 + \frac{20}{1000} = 1,59 \text{мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^6 = t_{\text{шт.}}^{20} + \frac{t_{\text{пз}}^{20}}{N} = 2,19 + \frac{15}{1000} = 2,20 \text{мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^7 = t_{\text{шт.}}^{20} + \frac{t_{\text{пз}}^{20}}{N} = 2,16 + \frac{15}{1000} = 2,17 \text{мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^8 = t_{\text{шт.}}^{20} + \frac{t_{\text{пз}}^{20}}{N} = 1,64 + \frac{14}{1000} = 1,65 \text{мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^9 = t_{\text{шт.}}^{20} + \frac{t_{\text{пз}}^{20}}{N} = 1,64 + \frac{14}{1000} = 1,65 \text{мин.};$$

## 2. Конструкторский раздел

### 2.1 Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана сверлильная операция.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице

Таблица 22- Техническое задание на проектирование

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «корпус» на универсальном вертикально-сверлильном станке модели 2С50
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «корпус».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «корпус» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> – среднесерийный <u>Программа выпуска</u> - 1000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели 2С50
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.

## 2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела – создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 1).

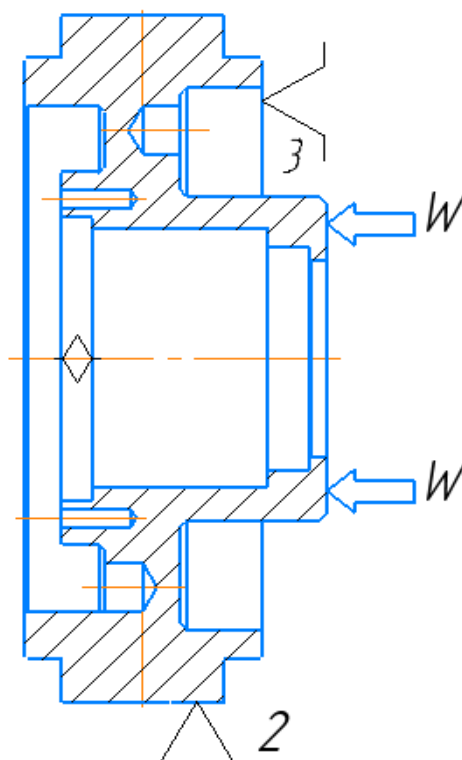


Рисунок 5-Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

## 2.3 Описание конструкции и работы приспособления

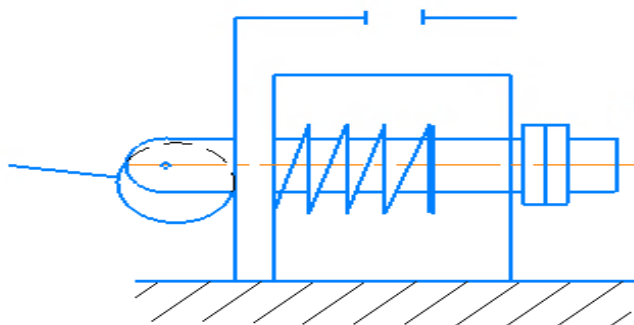


Рисунок 6- Схема кондукторного приспособления

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки при обработке на универсальном вертикально-сверлильном станке модели 2С50.

Сборочный чертеж приспособления приведен на листе формата А2.

Приспособление состоит из корпуса (1), на котором смонтированы все узлы приспособления. Для закрепления заготовок используется эксцентриковый зажимной механизм состоящий из эксцентрика (4), направляющей (2), фланца (8), пружины (11), ручки (3), шайбы (9,10) и гайки (12). Для лишения заготовки вращения в корпусе установлен палец (6), который закреплён гайкой (14). Для направления режущего инструмента в верхней части корпуса установлена быстросменная кондукторная втулка (5).

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износостойкостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8-1,2 мм и с последующей закалкой до твердости HRC50...55.

## 2.4 Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

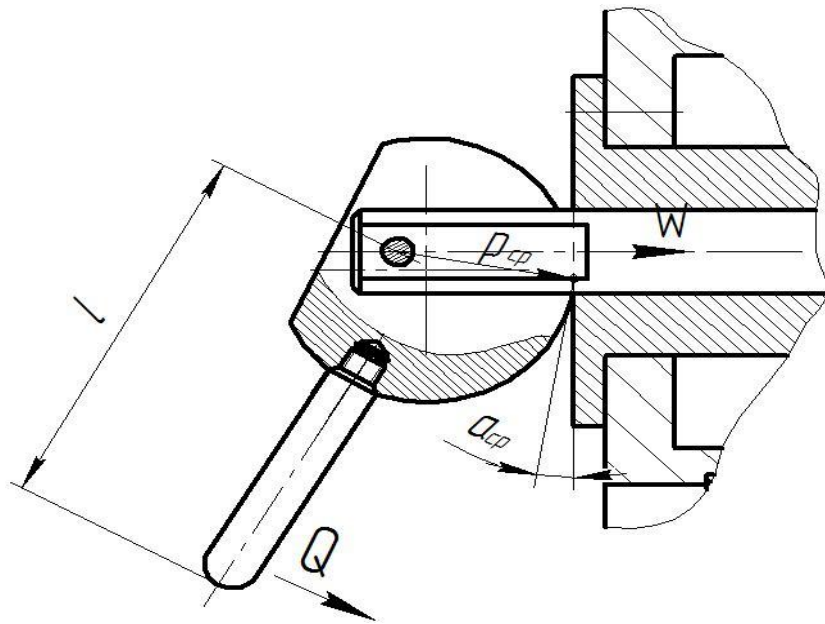


Рисунок 7- Расчетная схема.

Усилие зажима определяем по формуле[4]

$$W = Q \frac{l}{r_{cp} \operatorname{tg} \alpha_{cp}}; \quad (22)$$

$r_{cp}$  – среднее значение радиуса, проведенного из центра вращения эксцентрика в точку М зажима

$\alpha_{cp}$  – средний угол подъема кривой эксцентрика в точке зажима

$\varphi, \varphi_1$  – угол трения скольжения в точке М зажима и на оси эксцентрика.

$$Q = \frac{W \operatorname{tg} \alpha_{cp} r_{cp}}{l} = \frac{196,12 * 0,6 * 20}{55} = 42,7 \text{ Н}$$

$$Q = 42,7 \text{ Н} = 4,27 \text{ кгс}$$

Сила зажатия равна 4,27 кгс. Нет необходимости использовать специальный привод, необходимое усилие можно достичь вручную.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-4А7Б	Илёсову Авазжону Гайратжонугли

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение машиностроения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием организации.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды - 30,2%.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ конкурентных технических решений SWOT - анализ
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение трудоемкости работ; - определение структуры работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование.
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение ресурсоэффективности проекта
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности НИ</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Диаграмма Ганта</li> </ol>	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>28.02.2022</b>
---	-------------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Клемашева Елена Игоревна	к.э.н.		28.02.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-4А7Б	Илёсов Авазжон Гайратжонугли		28.02.2022



### **3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Целью данного раздела проекта является оценка разработки технологического процесса изготовления детали «Корпус пневмоцилиндра» с позиции ресурсоэффективности и конкурентоспособности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести SWOT-анализ;
- выполнить планирование и организацию научного исследования;
- создать диаграмму Ганта
- определить бюджет научного проекта;
- определить ресурсоэффективность проекта.

#### **3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

##### **3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

В ходе работы проводилась технологическая подготовка производства изготовления детали Корпус пневмоцилиндра. Объем выпуска продукции составляет 1000 шт. в год. Вследствие этого, потенциальными потребителями результатов исследования выступают машиностроительные предприятия, находящиеся в любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов. На территории Томской области выделим такие предприятия, как: ООО «Стальтом» (потребитель №1), ООО «Сибирский Машиностроитель» (потребитель №2).

### 3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 23 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критериооценки	Вескритерия	Баллы			Конкурентспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Техническиекритериооценкиресурсоэффективности							
1. Возможность внедрения устройства в единую систему автоматике	0,01	2	1	1	0,12	0,01	0,01
2. Удобствоэксплуатации	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
3. Помехоустойчивость	0,02	2	1	1	0,04	0,02	0,02
4. Простотаконструкции	0,36	3	1	3	0,4	0,1	0,3
5. Компактность	0,14	5	5	4	0,7	0,7	0,56
6. Безопасность	0,1	5	2	4	0,4	0,2	0,4
Экономическиекритериооценкиэффективности							
1. Цена	0,01	3	2	2	0,02	0,01	0,0
2. Предполагаемыйсрокексплуатации	0,1	5	3	2	0,3	0,3	0,2
3. Затраты наремонт	0,06	5	4	3	0,3	0,24	0,18
Итого	1	35	22	24	3,28	2,18	2,49

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (23)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Таким образом, на основании таблицы 1 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический

процесс(K=3,28) может составить конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям.

### 3.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента. Представляет собой комплексное исследование технического проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Применительно к проекту по разработке детали «Щит подшипниковый», SWOT-анализ позволит оценить положительные и отрицательные стороны проекта.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, которая помогает выявить соответствия слабых и сильных сторон проекта, а также их возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT-анализа стоит использовать следующие обозначения: С – сильные стороны проекта; Сл – слабые стороны проекта; В – возможности; У – угрозы.

Матрица SWOT приведена в таблице 1.

Таблица 24- Матрица SWOT-анализа технического проекта

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Наличие бюджетного финансирования;</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя;</p> <p>С3. Использование современного оборудования;</p> <p>С4. Наличие современного программного продукта;</p> <p>С5. Использование CAD-CAMCAE систем;</p> <p>С6. Актуальность проекта</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Быстрое развитие новых технологий;</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования;</p> <p>Сл3. Не проработаны вопросы выхода на рынок</p> <p>Сл4. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Изготовление детали на любом предприятии;</p> <p>В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>		

Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.		- Расширение области применения за счет развития новых технологий
---	--	---

Таблица 25 – Связь сильных сторон с возможностями

	С1	С2	С3	С4	С5	С6
В1	-	+	+	+	+	+
В1	+	+	+	+	+	+

Таблица 26 – Связь слабых сторон с возможностями

	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
В1	-	-	-	+
В2	+	-	+	-

Таблица 27 – Связь сильных сторон с угрозами

	С1	С2	С3	С4	С5	С6
У1	-	-	-	+	+	+
У1	+	-	-	-	-	+

Таблица 28 – Связь слабых сторон с угрозами

	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
У1	+	+	+	+
У2	-	+	-	-

Таблица 29 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны проекта: С1. Наличие бюджетного финансирования;	Слабые стороны проекта: Сл1. Быстрое развитие новых технологий;
--	--	--

	С2. Наличие опытного руководителя; С3. Использование современного оборудования; С4. Наличие современного программного продукта; С5. Использование САД-САМСАЕ систем; С6. Актуальность проекта	Сл2. Высокая стоимость оборудования; Сл3. Не проработаны вопросы выхода на рынок Сл4. Отсутствие квалифицированного персонала.
Возможности: В1. Изготовление детали на любом предприятии; В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.	- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов резанием; - При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.	- Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование; -Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала
Угрозы: У1. Появление новых технологий У2. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.	- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.	- Расширение области применения за счет развития новых технологий

По результатам интерактивных матриц, приведенных в ниже, видно, что самой сильной стороной проекта является использование современного оборудования. Кроме того, при наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами. Угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

## 3.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Порядок этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 30.

Таблица 30 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Название	Длительность,	Дата начала	Дата	Исполнитель
----------	---------------	-------------	------	-------------

	дни	работ	окончания работ	
Введение	7	01.02.2022	07.02.2022	Руководитель, Исполнитель
Постановка цели и задач исследования, актуальность, научная новизна	10	08.02.2022	17.02.2022	Руководитель, Исполнитель
Литературный обзор	46	18.02.2022	04.04.2022	Исполнитель
Расчетная часть	21	05.04.2022	25.04.2022	Руководитель, Исполнитель
Анализ результатов	16	26.04.2022	11.05.2022	Руководитель, Исполнитель
Оформление пояснительной записки	17	12.05.2022	28.05.2022	Исполнитель
Итого	117			

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников выполнения проекта.

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в рабочих-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Методика оценки приведена в [9]. Для определения, ожидаемого значения трудоемкости  $i$  тож используется следующая формула

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (24)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы раб.дн.;

$t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i}, \quad (25)$$

где  $T_{pi}$  - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### 3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (26)$$

где  $T_{ki}$ - продолжительность выполнения  $i$ -й работы в кал. дн.;

$T_{pi}$ - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$k_{\text{кал}}$  - коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (27)$$

где  $T_{\text{кал}}$  - продолжительность календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  - количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  - количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66} = 1,22$$

Таблица 31- Календарный план проведения диплома

Вид работ	Исполнители	$T_{\text{к.}}$ кал. дни	Продолжительность выполнения работ											
			Февраль			Март			Апрель			Май		
			10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
Выдача задания диплома	Руководитель	7	■											
	Исполнитель		■											
Постановка цели и задач исследования, актуальность, научная новизна	Руководитель	10		■										
	Исполнитель			■										
Литературный обзор	Исполнитель	46			■	■	■	■	■	■				
Расчетная часть	Руководитель	21								■	■			
	Исполнитель									■	■			
Анализ результатов	Руководитель	16										■	■	
	Исполнитель											■	■	
Оформление пояснительной записки	Исполнитель	17											■	■
	Руководитель													
	Исполнитель													

### 3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

для формирования бюджета НТИ используем следующую группировку затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);



– накладные расходы.

### 3.3.1 Расчет затрат на специальное оборудование

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. В данном случае затраты пришлось на компьютер (табл. 32).

Таблица 32 – Затраты на специальное оборудование

Наименование оборудования	Количество единиц	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
Компьютер	1 шт.	35 000	35 000
Итого			35 000

Затраты на доставку оборудования определяются как 5% от цены данного оборудования. Следовательно,

$$З_{тр} = 0,05 \cdot 35000 = 1750 \text{руб.}$$

Таким образом, затраты на специальное оборудование составят 36 750 рублей.

### 3.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{тр} = \frac{З_m \cdot M}{F_d}, \quad (28)$$

где  $З_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Показатели рабочего времени представлены в таблице 33

Таблица 33 – Показатели рабочего времени

Показатели рабочего времени	Дни
Календарные дни	365
Нерабочие дни (выходные/праздничные дни)	66
Потери рабочего времени (отпуск/невыходы по болезни)	56
Действительный годовой фонд рабочего времени ( $F_d$ )	243

Для расчета основной заработной платы студента берем оклад, равный окладу ассистента без степени, т.е. 21 760 руб.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{21760 \cdot 10,4}{243} = 931,29 \text{руб.}$$

Для расчета основной заработной платы научного руководителя примем оклад 33 664 руб.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{33664 \cdot 10,4}{243} = 1440,76 \text{руб.}$$

Данные расчетов представлены в таблице 34.

Таблица 34 - Расчет основной заработной платы

Исполнители по критериям	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	1 440,76	0,05	0,05	1,3	18	25 933,6
Исполнитель	931,29	0,3	0,2	1,3	99	92 197,7
<b>Итого</b>						<b>118 131,38</b>

### 3.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (29)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Для руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = 25933,68 \cdot 0,12 = 3112 \text{руб.}$$

Для исполнителя:

$$Z_{\text{доп}} = 92197,7 \cdot 0,12 = 11063 \text{руб.}$$

Таблица 35 – Расчет дополнительной заработной платы

№ п/п	Исполнители по категориям	Дополнительная заработная плата, руб
1	Руководитель	3 112
2	Исполнитель	11 063
	Итого	14 175

### 3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

Для руководителя:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,302 \cdot (25933,68 + 3112) = 12543,68 \text{руб}$$

Для исполнителя:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,302 \cdot (92197,7 + 11063) = 44594,49 \text{руб}$$

**Итого: 57 138,17 руб.**

### 3.3.5 Прочие прямые расходы

Затраты на специальное программное обеспечение учтены в таблице 36, как прочие прямые расходы.

Таблица 36 – Прочие прямые

Наименование оборудования	Количество единиц	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
Программное обеспечение	1 шт.	6 500	6 500
Итого			6 500

### 3.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, непопавшие в предыдущие статьи расходов: печати и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16 =$$

$$(118131,3 + 14175 + 35000 + 1750 + 57138,17) \cdot 0,16 = 45293,99 \text{ руб.}$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таким образом, накладные расходы составили 45 293,99 руб.

### 3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта см3. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 37.

Таблица 37 – Определение бюджета проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Затраты на специальное оборудование	36 750
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	118 131,38
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	14 175

4. Отчисления во внебюджетные фонды	57 138
5. Прочие прямые расходы	6 500
6. Накладные расходы	45 294
Бюджет затрат НИИ	277 988

Таким образом, общий бюджет НИИ составил 277 988 руб.

### 3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей) финансовой, бюджетной, экономической эффективности исследования

Определение эффективности произведено на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой и ресурсной эффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки находится по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{мак}}} \quad (30)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{мак}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Так как суммы всех вариантов равны, то интегральные финансовые показатели одинаковые: Для 1-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{334881}{334881} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки. Интегральный показатель ресурсо эффективности определяется по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (31)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсо эффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент проекта;

$b_i$  – балльная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 38.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр}}, \quad (32)$$

Таблица 38 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Повышение производительности труда пользователя	0,2	5	4	3
Удобство эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	4	4
Энергоэкономичность	0,15	4	4	4
Надежность	0,2	5	3	3
Безопасность	0,15	4	3	3
Простота эксплуатации	0,15	4	3	4
ИТОГО	1	4,4	3,5	3,45

$$I_{исп.1} = \frac{4,4}{1} = 4,4$$

$$I_{исп.2} = \frac{3,5}{1} = 3,5$$

$$I_{исп.3} = \frac{3,45}{1} = 3,45$$

Из расчетов видно, что наиболее целесообразный вариант проекта разработки НТИ произведен в первом исполнении.

Сравнительная эффективность проекта ( $\bar{Эср}$ ):

Исходя из полученных данных, наиболее эффективным оказалась разработка под исполнением №1.

Таблица 39 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Интегральный финансовый показатель разработки	1	1	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	3,5	3,45
Интегральный показатель эффективности	4,4	3,5	3,45
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,26	0,99	1,28

### **Заключение по разделу**

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» Выявлены потенциальные потребители, конкуренты технических решений. В роли потребителей выступают машиностроительные предприятия, оборудование которых позволяет производить обработку металлов. В ходе SWOT-анализа выявлено, что основной угрозой можно обозначить: Расширение области применения за счет развития новых технологий. Подсчёт затрат на разработку позволяет заключить, что основной статьёй расходов в научно-исследовательской работе является заработная плата исполнителей: основная – 118 131,38руб., дополнительная – 14 175. На втором месте страховые взносы – 57 138,17 руб. Общий бюджет разработки составил 277 988 руб. При этом запланированная продолжительность работы составляет 117 дней. Так же оценена экономическая эффективность разработки. Разрабатываемая технология по сравнительному показателю эффективности превосходит аналогичные технологии за счёт меньшей стоимости.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
3-4А7Б		Илёсову Авазжону Гайратжонугли	
<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение Машиностроения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

<b>Разработка технологии изготовления корпуса пневмоцилиндра</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения</li> </ul>	<p>Объект исследования: <u>Корпус пневмоцилиндра</u>          Область применения <u>машиностроительное предприятие.</u>          Рабочая зона: <u>лаборатория.</u>          Размеры помещения <u>60,8м<sup>2</sup></u>          Количество и наименование оборудования рабочей зоны <u>4 рабочих места: Стол офисный С-02, кресло офисное, монитор BenQ GL2450 – 2 шт., клавиатура Logitech K280e, мышь Logitech B100, компьютер iRUOffice 312.</u>          Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне <u>проектирование и технология изготовления корпуса пневмоцилиндра.</u></p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>-ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя          - СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».          - ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022)</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> </ul>	<p>Вредные производственные факторы:          - Отклонение показателей микроклимата          - Превышение уровня шума          - Повышенный уровень электромагнитного излучения          - Недостаточная освещенность рабочей зоны          - Монотонность труда          Опасные факторы:          - Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</p>



<b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения:</b>	Воздействие на литосферу загрязнением почвы ненужными отходами (батарея ПЭВМ и.т.п) Воздействие на гидросферу: <u>отсутствует</u> Воздействие на атмосферу: <u>отсутствует</u>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b>	Возможные ЧС: <u>разрушение зданий и сооружений учебного корпуса, аварии в системах жизнеобеспечения</u> Наиболее типичная ЧС <u>может быть пожар в здании</u>
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
28.02.2022	

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		28.02.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-4А7Б	Илёсов Авазжон Гайратжонугли		28.02.2022

## Введение

Целью выпускной квалификационной работы является разработка эффективного технологического процесса изготовления детали корпуса пневмоцилиндра.

В данной работе представлена деталь корпуса пневмоцилиндра, предназначенная для преобразования энергии сжатого воздуха в линейное механическое перемещение. В основном пневмоцилиндры предназначены для преобразования сжатого воздуха в движение штока поршня.

Рабочей зоной является лаборатория 16 корпус ТПУ где располагается несколько рабочих компьютеров со специализированными программами для проектирования технологического процесса детали. Размеры помещения 60,8 м<sup>2</sup>.

## **4. Социальная ответственность**

### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

В трудовом кодексе РФ содержатся основные положения отношений между организацией и сотрудниками, включая оплату и нормирование труда, выходных, отпуска и так далее. Работа в офисе относится ко второй категории тяжести труда – работы выполняются при оптимальных условиях внешней производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузки. Продолжительность рабочего дня работников не должна превышать 40 часов в неделю. Возможно, сокращение рабочего времени. Для работников, возраст которых меньше 16 лет – не более 24 часа в неделю, от 16 до 18 лет – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы[2].

Согласно «ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования», место для работы за ПК и взаиморасположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. При обустройстве рабочего места инженера, необходимо соблюсти основные условия: выбрать наилучшее местоположение оборудования и обеспечить свободное рабочее пространство.

Эргономическими аспектами проектирования рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте, характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Сидячее положение вызывает минимальное утомление рабочего. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства (рисунок 2)

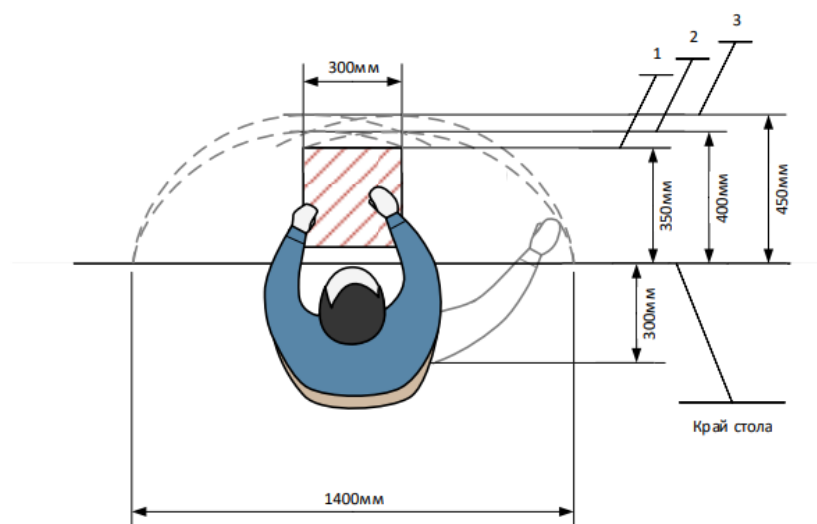


Рисунок 8 – Зоны досягаемости рук: 1 – оптимальная, 2 – нормальная, 3 – максимальная

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости, рисунок 3:

- 1) персональный компьютер размещается в центре;
- 2) «мышь» – в оптимальной зоне справа;
- 3) документация в зоне справа;
- 4) испытательный стенд в зоне слева;
- 5) рабочая зона.

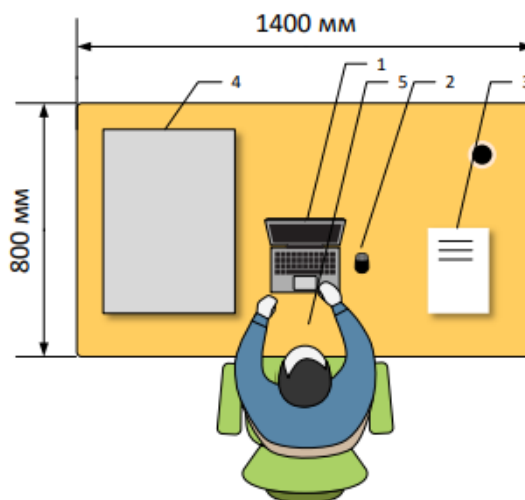


Рисунок 9 – Размещение основных и периферийных составляющих рабочего места

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- Высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- Нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы человек мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- Поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения работника;
- Высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680 – 760мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Так, рекомендуемая высота сиденья над уровнем пола находится в пределах 420-550мм. Поверхность сиденья мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки – регулируемый.

Положение экрана определяется:

- расстоянием считывания (0,6...0,7м);
- углом считывания, направлением взгляда на 20 градусов ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению. Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;
- по наклону от -10° до +20° относительно вертикали;
- в левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях.

Требования к рабочей позе пользователя следующие:

- голова не должна быть наклонена более чем на 20 градусов;
- плечи должны быть расслаблены;
- локти - под углом 80° ...100°.

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз. Специалисты также считают, что верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Когда

человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем, когда он смотрит вниз. За счет этого площадь обзора значительно увеличивается, вызывая обезвоживание глаз. К тому же если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания. Это значит, что глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости [15]. Пример правильного расположения работника за ПК представлен на рисунке 4.

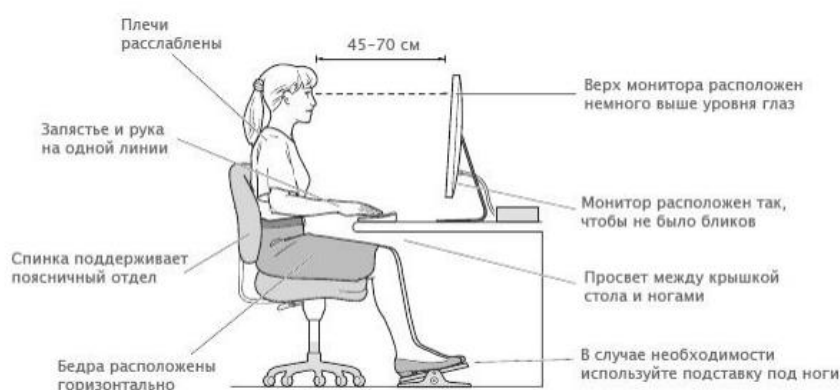


Рисунок 10 – Пример правильного расположения работника за персональным компьютером

## 4.2 Производственная безопасность

### Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для идентификации опасных и вредных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [3]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для данной производственной среды представлена в таблице 40.

Таблица 40– Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Нормативные документы
Повышенный уровень электромагнитного излучения	- СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к

Недостаточная освещенность рабочей зоны	<p>организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».</p> <p>- СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".</p> <p>- Санитарные нормы и правила по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий</p> <p>- ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность</p> <p>Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.</p> <p>- СП52.13330.2016.Естественноеиискусственноеосвещение.</p>
Превышениеуровняшума	
Отклонениепоказателеймикроклимата	
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	
Монотонность труда	

### 4.3 Отклонениепоказателеймикроклимата

Значимым физическим фактором является микроклимат рабочей зоны(температура, влажность и скорость движения воздуха).

Для создания и поддержания в лаборатории, независимо от наружных условий, оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды. Оптимальные и допустимые нормы микроклимата представлены в таблице 41 [4].

Таблица 41–Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с

Холодный	Ia (до 139)	20-23	60-40	0,2
Теплый	Ia (до 139)	22-25	60-40	0,2

Научно-исследовательская лаборатория восьмого корпуса ТПУ является помещением I а категории (таблица 3), согласно ГОСТ 12.1.005-88. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) представлены в таблице 4. Для оценки воздействия параметров микроклимата в целях осуществления мероприятий по защите, работающих от возможного перегревания, используется ТНС-индекс, нормативные величины которого приведены в таблице 42.

Таблица 42 – Допустимые величины ТНС-индекса

Категория работ по уровню энергозатрат, Вт.	Величины интегрального показателя, <sup>0</sup> С
Ia (до 139)	22,2-26,4

В лаборатории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы.

#### **4.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, кроме того, оно вызывает утомление всего организма в целом. Освещение должно обеспечивать выполнение работы без напряжения зрения. Применяют два вида



освещения: естественное и искусственное. Для искусственного освещения применяют электрические люминесцентные лампы. Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

По нормативу СанПиН 1.2.3685-21[5] освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего оборудования должна быть 300лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90° с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200кд/м, защитный угол светильников должен быть не менее 40°. Коэффициент запаса (Кз) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

#### **4.5 Повышенный уровень шума**

Шум с уровнем звукового давления до 30...35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40...70 дБ в условиях среды обитания приводит к неблагоприятным для организма последствиям. Шум создает значительные нагрузки на нервную систему человека, оказывает на него психологическое воздействие [8].

Основным источником шума в комнате являются вентиляторы охлаждения от ЭВМ. Уровень шума колеблется от 20 до 30 дБА [14]. Согласно Санитарным нормам и правилам по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий [8], при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50 дБА. Следовательно, можно считать, что рабочее место соответствует указанным нормам.

Шум, являясь обще биологическим раздражителем, оказывает влияние не только на слуховой анализатор, но действует на структуры головного мозга, вызывая сдвиги в различных функциональных системах организма [8]. Среди

многочисленных проявлений неблагоприятного воздействия шума на организм человека выделяются: снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления и снижение производительности труда, появление шумовой патологии. Предельно допустимые уровни шума для объектов типа аудитории для теоретических разработок нормируются согласно Санитарным нормам и правилам по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий. Значения представлены в табл.3(для постоянных шумов).

Таблица 43–Значения ПДУ шума

Рабочее место	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами,									Уровни звука дБ А
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, лаборатории	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Меры снижения шума на рабочем месте. Один из способов снизить шум на рабочем месте, можно с помощью уменьшение шума в источнике. Рекомендуется такое мероприятие, как использование наименее шумного оборудования. В частности, установку вентиляторов меньшей мощности, удовлетворяющих условиям работы оборудования.

В данной работе уровень шума на рабочем месте соответствует указанным нормам.

#### **4.6 Повышенный уровень электромагнитного излучения.**

Контакт с электромагнитными излучениями представляет существенную опасность для человека, по сравнению с другими вредными факторами (повышенное зрительное напряжение, психологическая перегрузка, сохранение длительное время неизменной рабочей позы). В рассматриваемом случае источником электромагнитного излучения является компьютерная техника. Длительное воздействие интенсивных электромагнитных излучений промышленной частоты может вызывать повышенную утомляемость,

появление сердечных болей, нарушение функций центральной нервной системы [6].

Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250 нТл, и 25 нТл в диапазоне от 2 до 400 кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В [6]. В ходе работы использовалась ПЭВМ со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5 В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В [11].

Согласно ГОСТ 12.1.007-76. [9], конструкция ПЭВМ должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от корпуса не более 0,1 мбэр/ч (100мкР/ч). Предел дозы облучения для работников ВЦ (операторы, программисты) составляет 0,5 бэр/год.

Для снижения излучений необходимо выполнить следующее: сертифицировать ПЭВМ (ПК) и аттестовать рабочие места; применить экраны и фильтры; произвести организационно-технические мероприятия.

Нормы электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ приведены в табл. 44, в соответствии с СП 2.4.3648-20 [6].

Таблица 44–Допустимые уровни ЭМП, создаваемые ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряжённость электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400кГц	2,5В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400кГц	25нТл
Электро статический потенциал экрана видео монитора		500В

#### **4.7 Монотонность труда**

В процессе деятельности помимо состояния утомления возникает состояние монотонности, отрицательно действующее на работоспособность человека. Состояние монотонности отрицательно действует на организм работающих, приводя к преждевременному утомлению.

Эмоциональное напряжение может по-разному влиять на поведение человека. В соответствии с преобладанием у человека процесса возбуждения или торможения состояние эмоционального напряжения может являться причиной неправильных действий и ухудшения производственной обстановки. [2].

Согласно трудовому кодексу РФ, продолжительность работ не должна превышать 40 часов в неделю, таким образом, при пятидневной рабочей неделе продолжительность рабочего дня должна составлять не более 8 часов.

При работе с ПК во избежание появления головных болей, мигреней и ухудшения самочувствия в соответствии с СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». [6] рекомендуется соблюдать следующий регламент:

- рекомендуемая полная продолжительность рабочего времени за экраном монитора взрослого пользователя, использующего обычный монитор с защитным фильтром – 4 часа за 8-ми часовой рабочий день.
- в конце каждого часа работы необходимо делать 5 - минутный перерыв, а через каждые 2 часа - 15 минутный, выключить монитор и покинуть рабочее место.

#### **4.8 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека**

ГОСТ12.1.038-82 устанавливает предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека.

Во время нормального режима работы оборудования опасность поражения электрическим током практически отсутствует, однако существуют

аварийные режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека током может произойти в следующих случаях: при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ; при прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции; при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением; при возникновении короткого замыкания в электроприборе.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

изоляция токоведущих частей, исключающее возможное соприкосновение с ними; установки защитного заземления; наличие общего рубильника; своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

Значения напряжения прикосновения и силы тока, протекающего через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановки, не должны превышать значений, приведенных в табл.45 .

Таблица 45–Предельно допустимые значения напряжения соприкосновения и силы тока

Родичастотатока	Наибольшие допустимые значение	
	$U_{пр}, В$	$I_h, мА$
Переменный, 50Гц	2	0,3
Переменный, 400Гц	3	0,4

#### 4.9 Экологическая безопасность

Работы не окажут влияния на жилые районы, водный круг и атмосфера. На данном рабочем месте выявлены предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, а именно воздействие отходов на литосферу из-за выхода из строя компьютерной и офисной техники.

Литосфера: Вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации. [12]

Для оказания наименьшего влияния на окружающую среду, необходимо проводить специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, при которой более 90% отправится на вторичную переработку и менее 10% будут отправлены на свалки. При этом она должна соответствовать процедуре утилизации ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.

В ходе деятельности организация также создаёт бытовой мусор (канцелярские, пищевые отходы, искусственные источники освещения), который должен быть утилизирован в соответствии с определенным классом опасности или переработан, чтобы не оказывать негативное влияние на состояние литосферы.

#### **4.10 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Наиболее вероятные чрезвычайные ситуации при разработке и исследовании испытательного оборудования: возникновение пожара (загорания).

Основными причинами пожара могут быть: перегрузка проводов, короткое замыкание, большие переходные сопротивления в электрических цепях, электрическая дуга, искрение и неисправности оборудования.

Организационно-технические мероприятия: наглядная агитация и инструктаж работающих по пожарной безопасности, разработка схемы действий администрации и работающих в случае пожара и организация эвакуации людей, организация внештатной пожарной дружины.

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре

должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Лаборатория восьмого корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителем ОУ-3, 1 шт. (предназначен для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.). В корпусе № 8 ФГАОУ ВО НИ ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию в соответствии с планом эвакуации.

## **Выводы**

Категория помещения по электро безопасности, согласно ПУЭ, является помещением без повышенной опасности, все электроустановки используются по требованию к ПУЭ.

Аудитория, в которой выполнялась работа, соответствует требованиям электро безопасности, в том числе от электромагнитного воздействия на работающего. Помещение относится к категории без повышенной опасности. Персонал имеет II группу по электро безопасности, тяжесть труда по энерго затратам Ia. Класс пожаро опасности помещения «В».

По СП 12.13130.2009 определили категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, является Г умеренная пожаро опасность из-за большого количества электронных компонентов в компьютере, выделяющих тепло во время работы, и пластиковых трубопроводов, способствующих возгоранию.

Исследовательская работа не оказывает существенного негативного воздействия на окружающую среду и подпадает под критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам IV категории.



## **Заключение**

В ходе выполнения данной работы был произведен анализ технологичности и особенностей данного изделия.

Разработанный маршрут изготовления, детали который обеспечивает необходимую точность, что подтверждается размерным анализом.

В конструкторском разделе спроектировано приспособление для установки и закрепления изделия на сверлильной операции. Произведен расчет усилия закрепления детали.

В экономическом разделе произведено планирование проекта и определено его стоимость. Так же произведен расчет бюджета, необходимый для производства данного изделия. Из этого всего следует, что проект ресурсо эффективен и может быть внедрён в производство.

В разделе экологической и промышленной безопасности был проведен анализ вредных факторов, которые возникают при изготовлении детали типа Корпус пневмоцилиндр. Предложены меры по предотвращению опасных ситуаций и вредных воздействий на человека и окружающую среду.

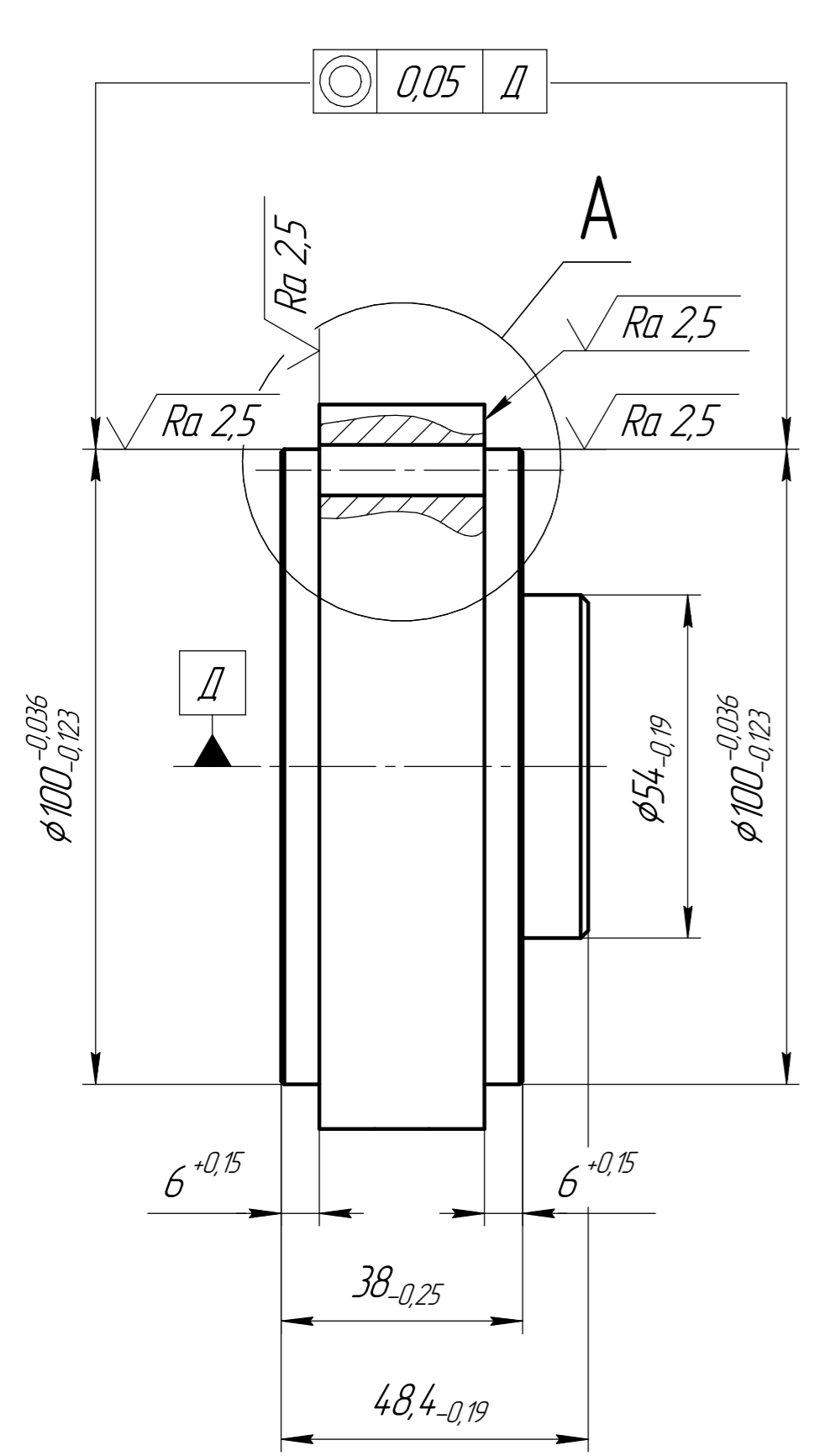
## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. 100 с.
3. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. 448 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова— 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2003. 496 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ.ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
7. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А.Ординарцева.-Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение .1987.-846 с.
8. Ленточнопильные станки по металлу ВЕКА МАК[Электронный ресурс]/ beka-mak.su (дата доступа 06.06.2022)
9. [dmc-stanki.ru](http://dmc-stanki.ru)
10. [stanki-katalog.ru](http://stanki-katalog.ru)
11. [stanok-kpo.kz](http://stanok-kpo.kz)
12. [interprom-spb.ru](http://interprom-spb.ru)
13. [dec.ru](http://dec.ru)
14. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсо эффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Креницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во

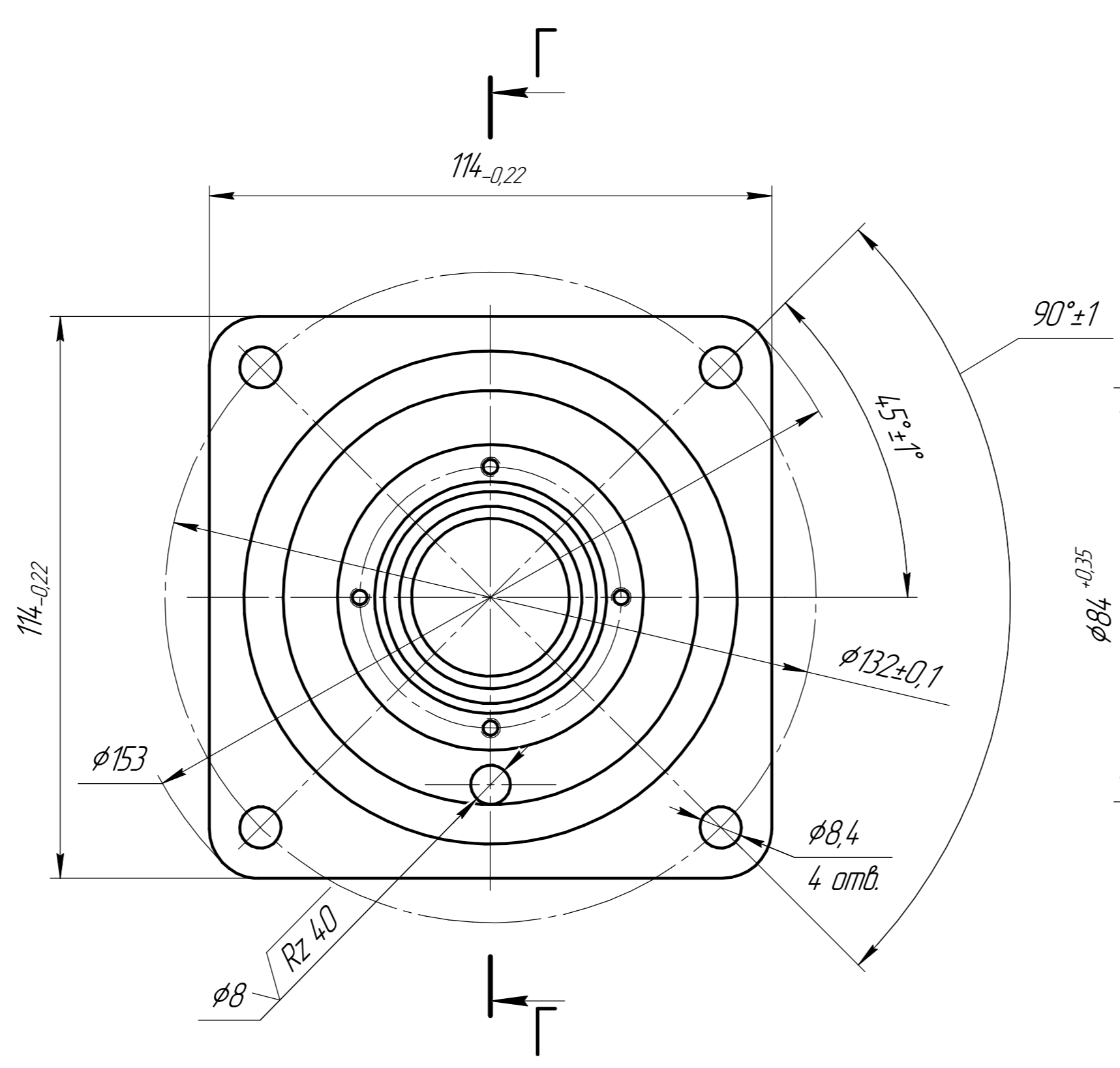
Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

- 15.ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
- 16.«Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 03.07.2016).
- 17.СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".
- 18.СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».
- 19.Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N197;
- 20.Санитарные нормы и правила по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий
- 21.ГОСТ Р 22.0.07-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров
- 22.ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. –М.:ИПКИздательство стандартов,2004
- 23."Методика проведения работ по комплексной утилизации вторичных драгоценных металлов из отработанных средств вычислительной техники" подготовлена в соответствии с п.4 Протокола совещания у Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации от 9 июля 1999 года N ИК-П8-5пр.
- 24.Шум современных компьютерных систем охлаждения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ixbt.com/cpu/shum1metod.shtml>, свободный, дата обращения: 18.05.21 г.
- 25.ГОСТ12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность
- 26.ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя
- 27.ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

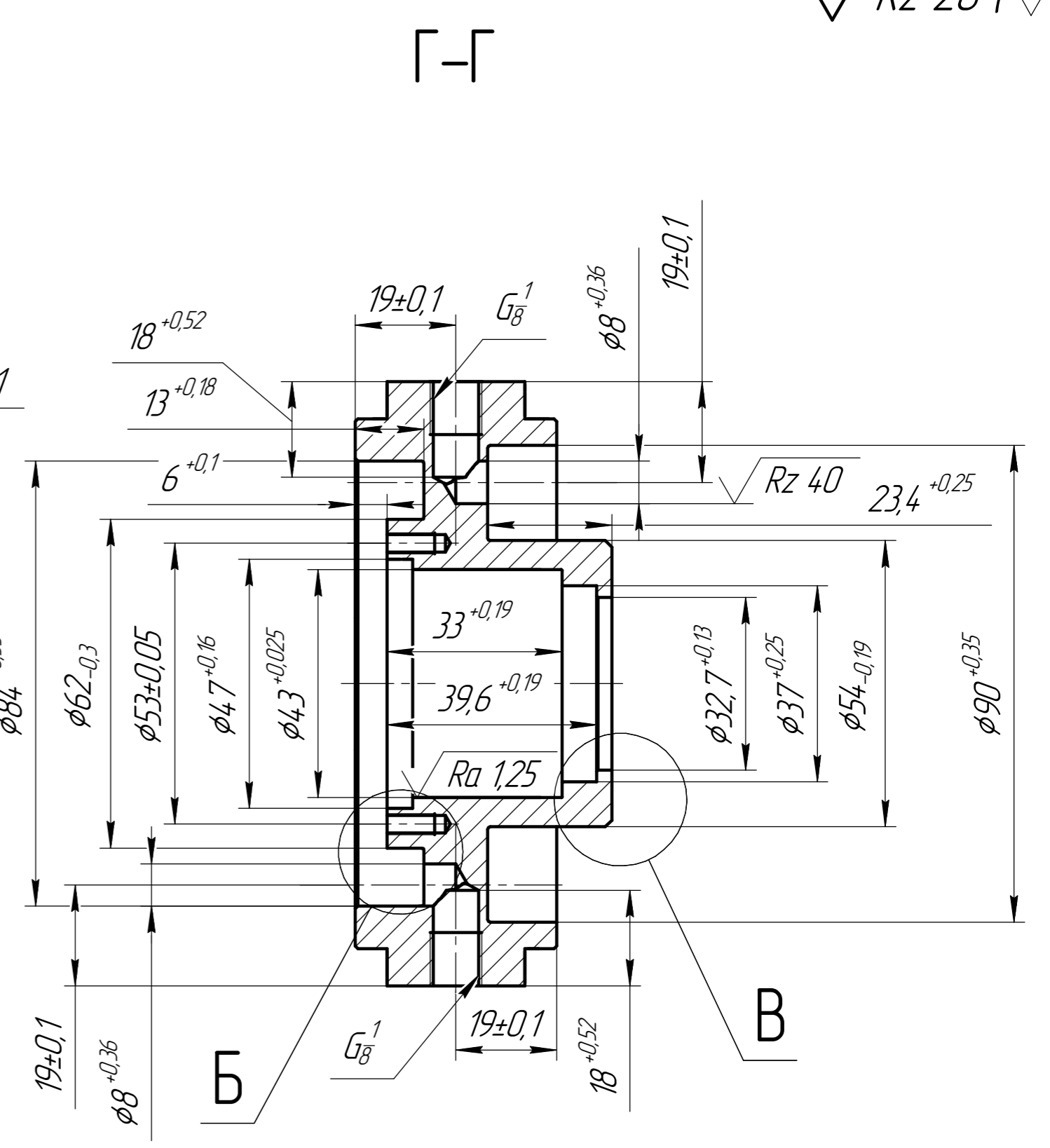
# Приложение



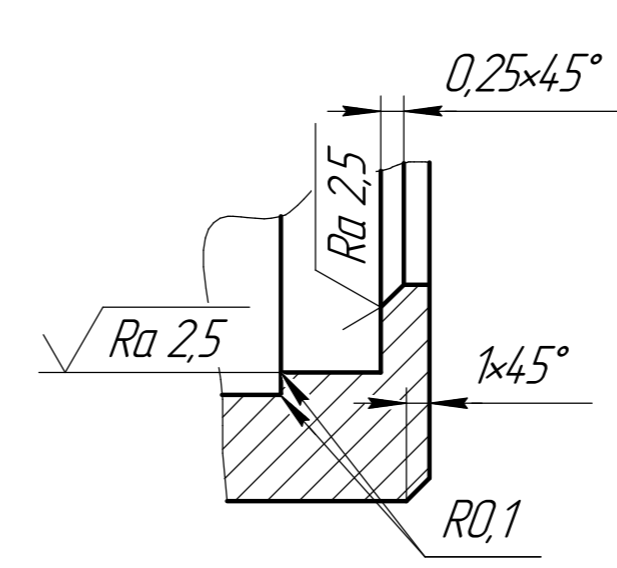
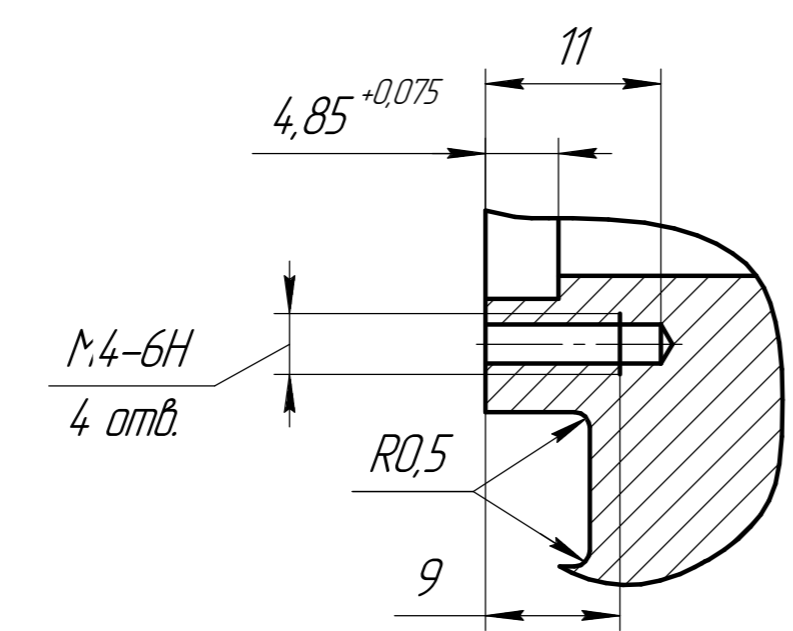
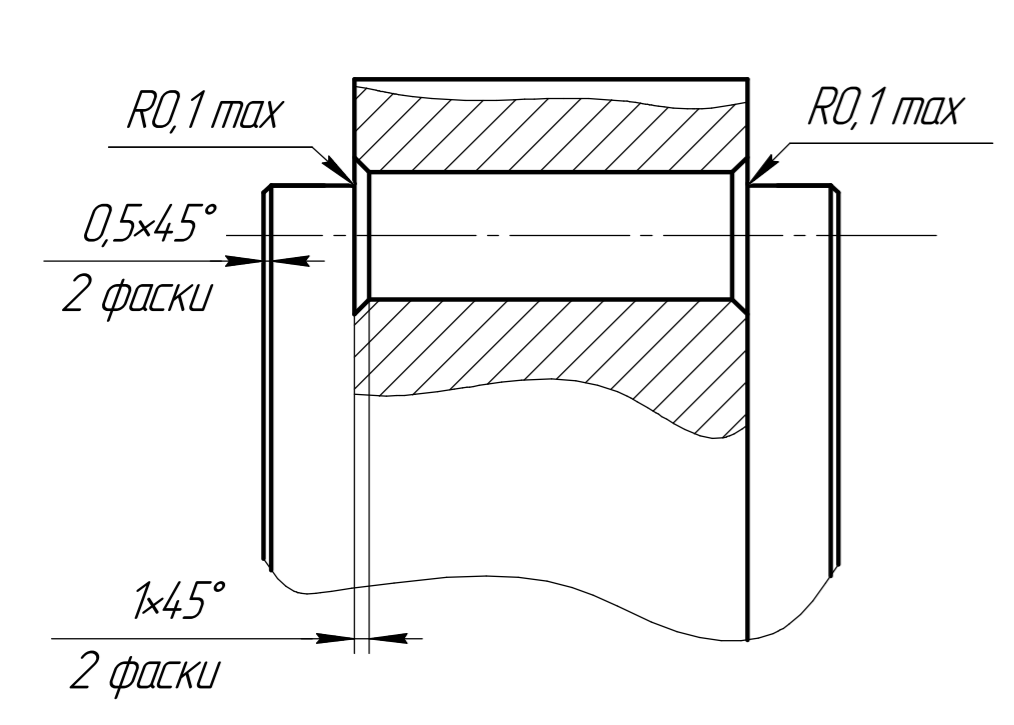
A(2:1)



Б(2:1)

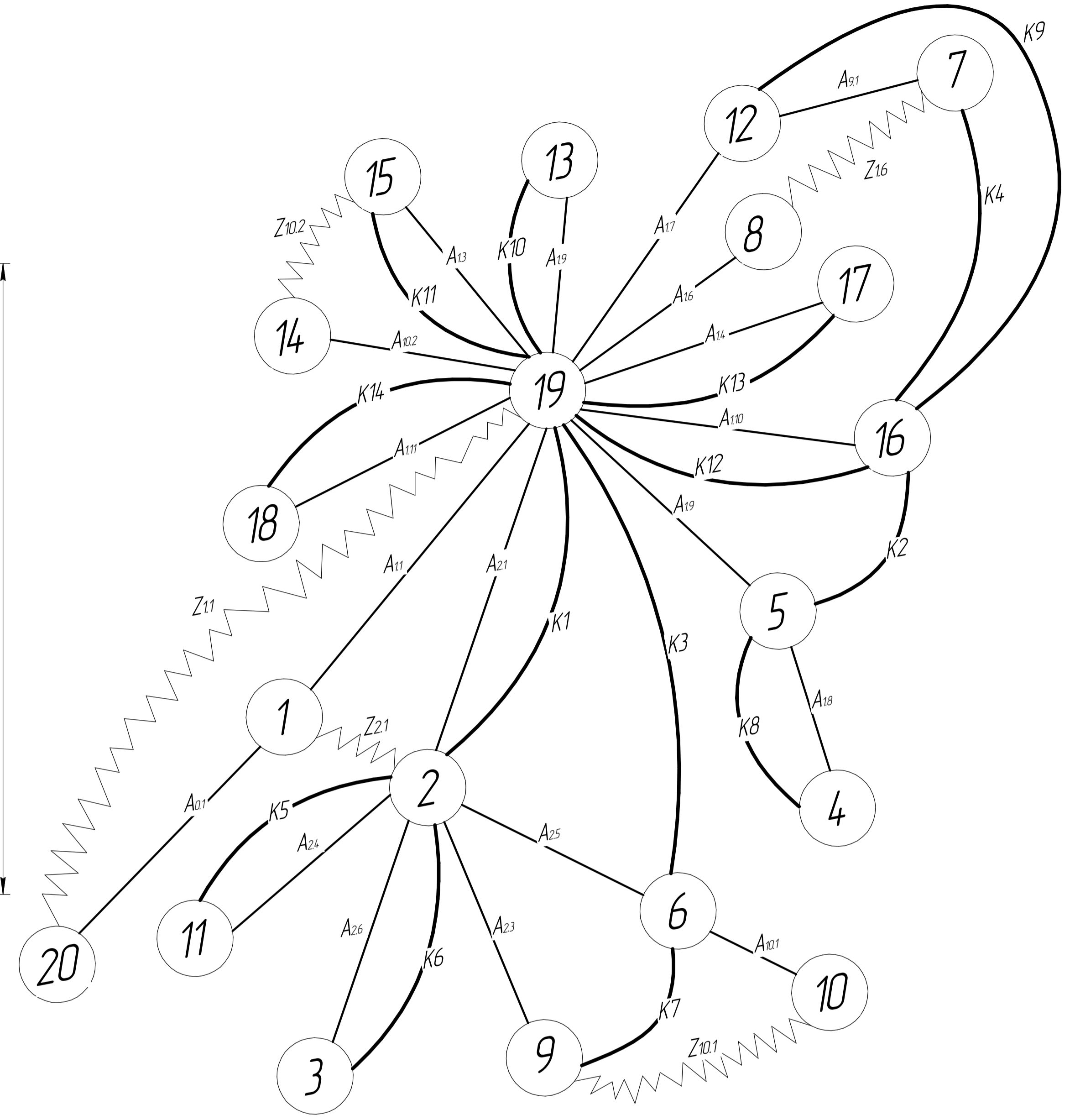
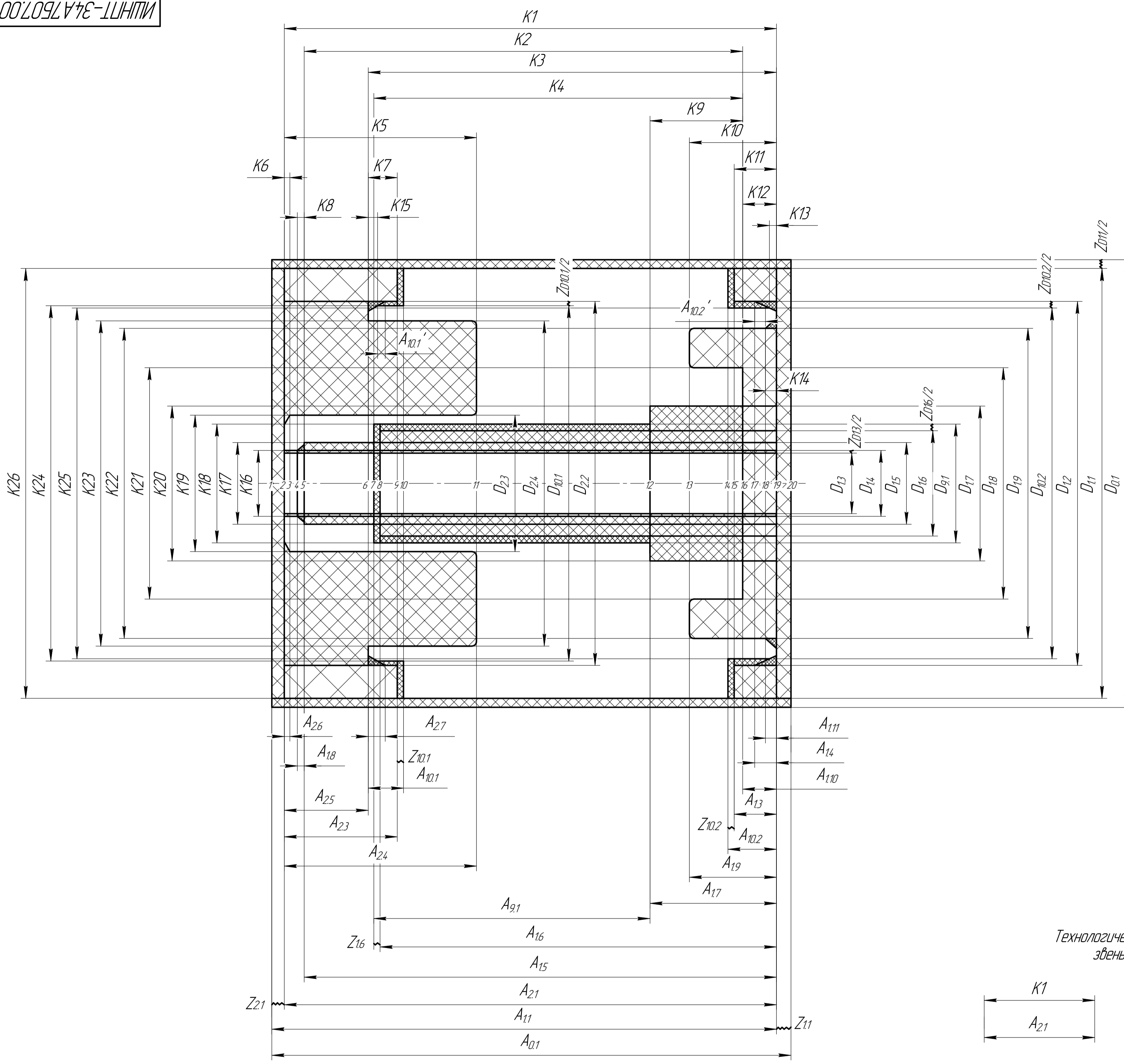


В(2:1)

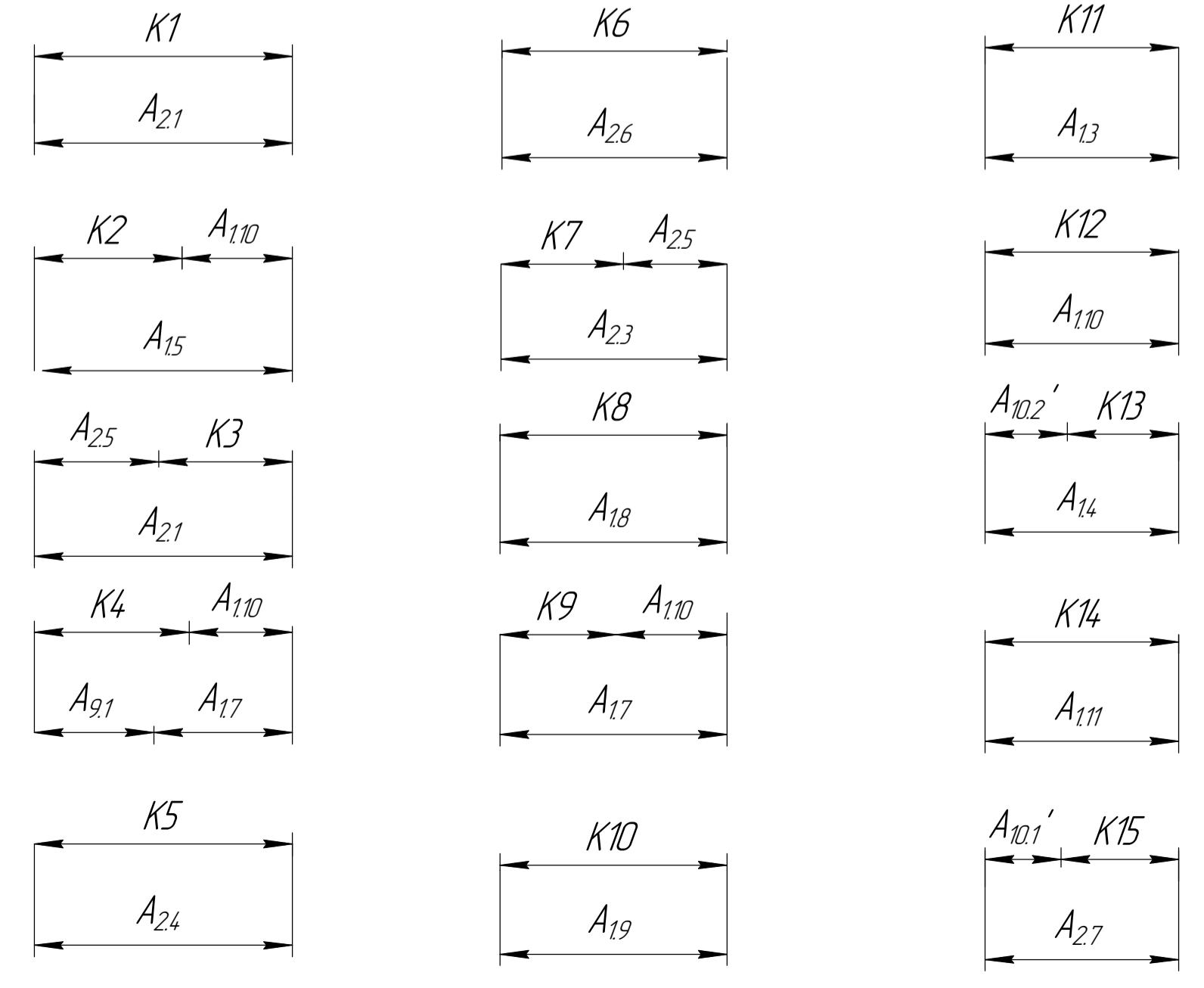


1. Острые кромки притупить R=0,3 max.
2. HRC 40..45.
3. Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H14, h14, ±IT14/2.

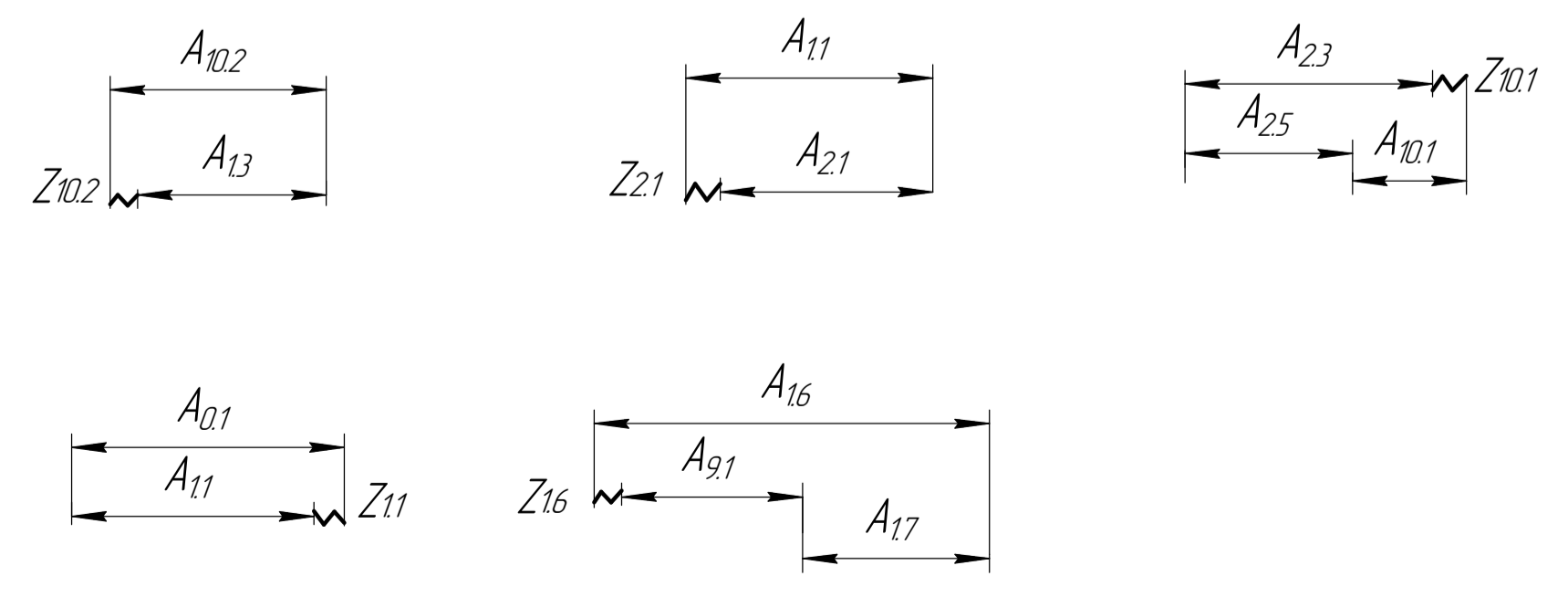
БКР.15.03.01.ТАМЛ.001			
Корпус			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.			
Пров.			
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			
Сталь ХВГ ГОСТ 5950-50			Лит. Масса Масштаб
			Т 1:1
			Лист Листов 1



Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются конструктивные размеры



Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются припуски



ИШНПТ-34А7507.001				Лист	Масса	Масштаб
Размерный анализ						1:1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Листов
					1	1
Исполнитель				Утвержден		

См. чертеж 1.

Table with 12 columns for process parameters.

Table with columns: Material, Code, Mass, Blank, Profile, Quantity, Weight.

Table with columns: No, Operation, Description, Drawing, Equipment, Tool, Instrument, Processing Regime, Time Norms.

Operation 05: Cutting. Includes drawing of a blank and processing parameters.

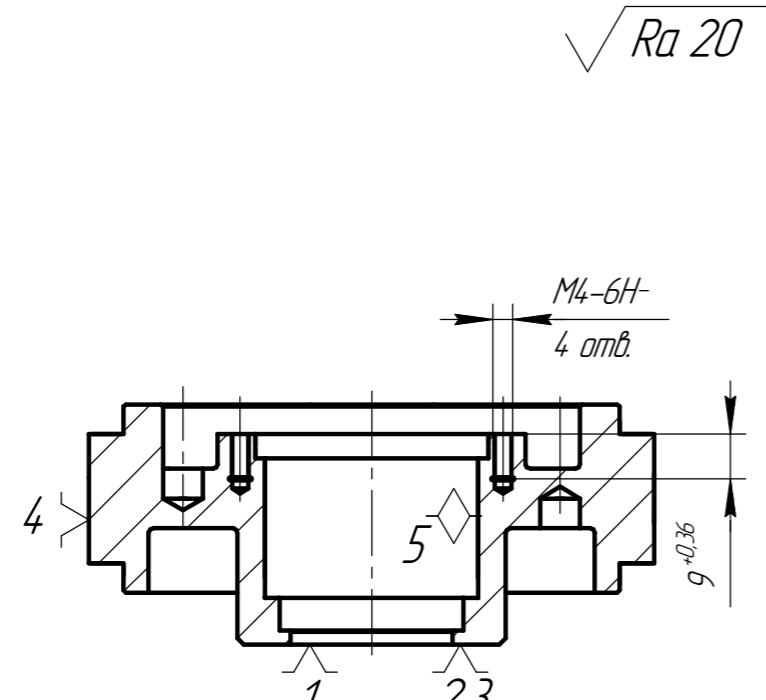
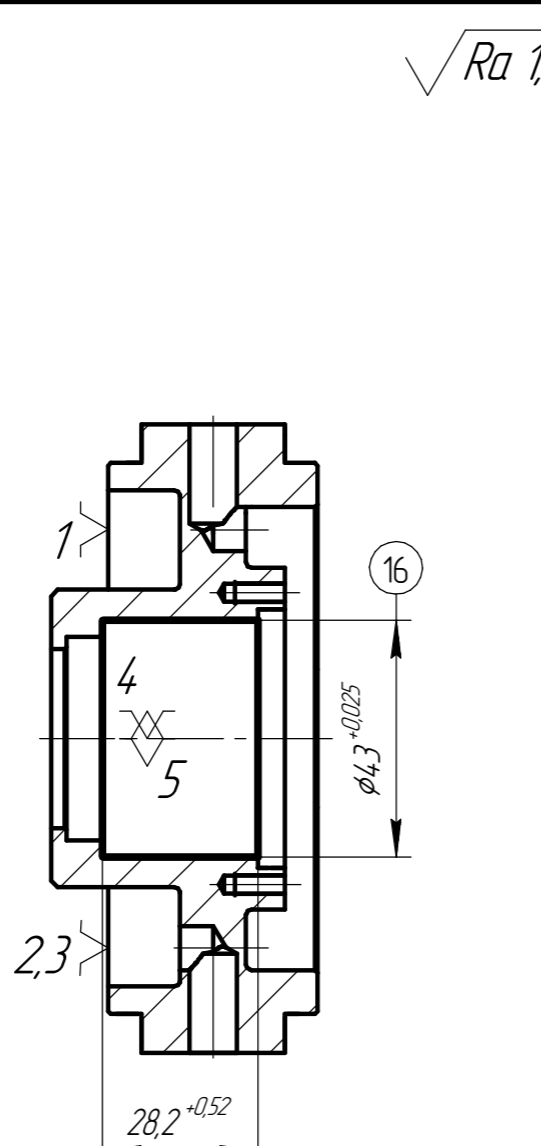
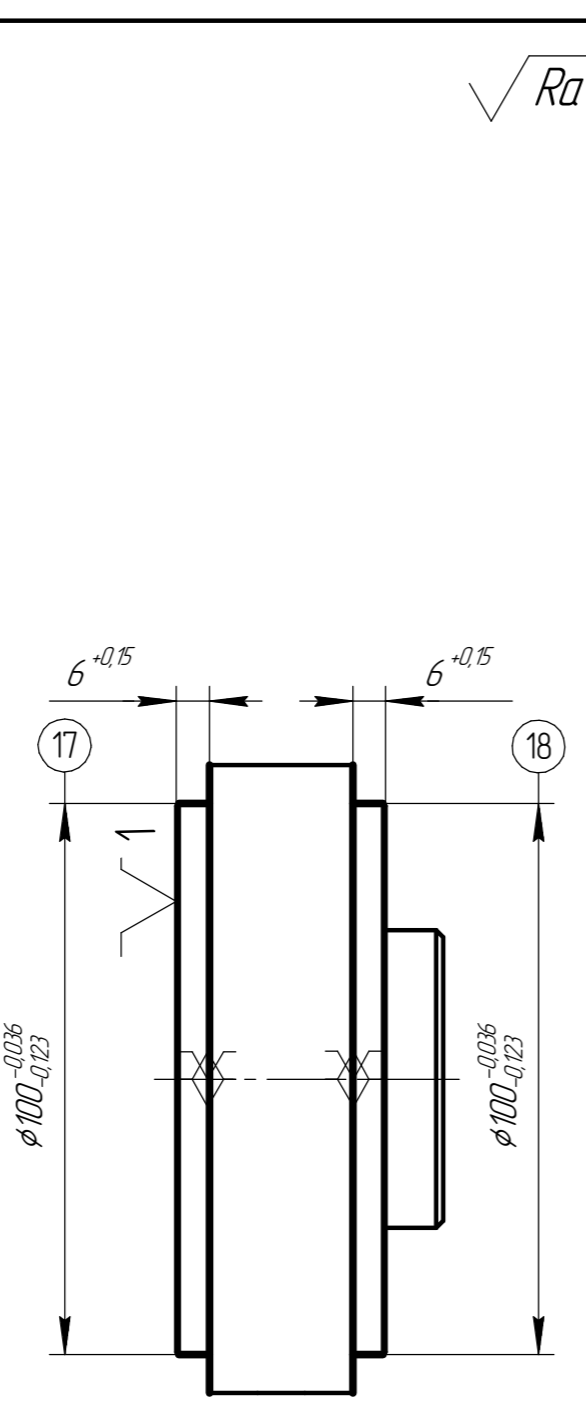
Operation 10: Grinding. Includes detailed drawing of a part with dimensions and processing parameters.

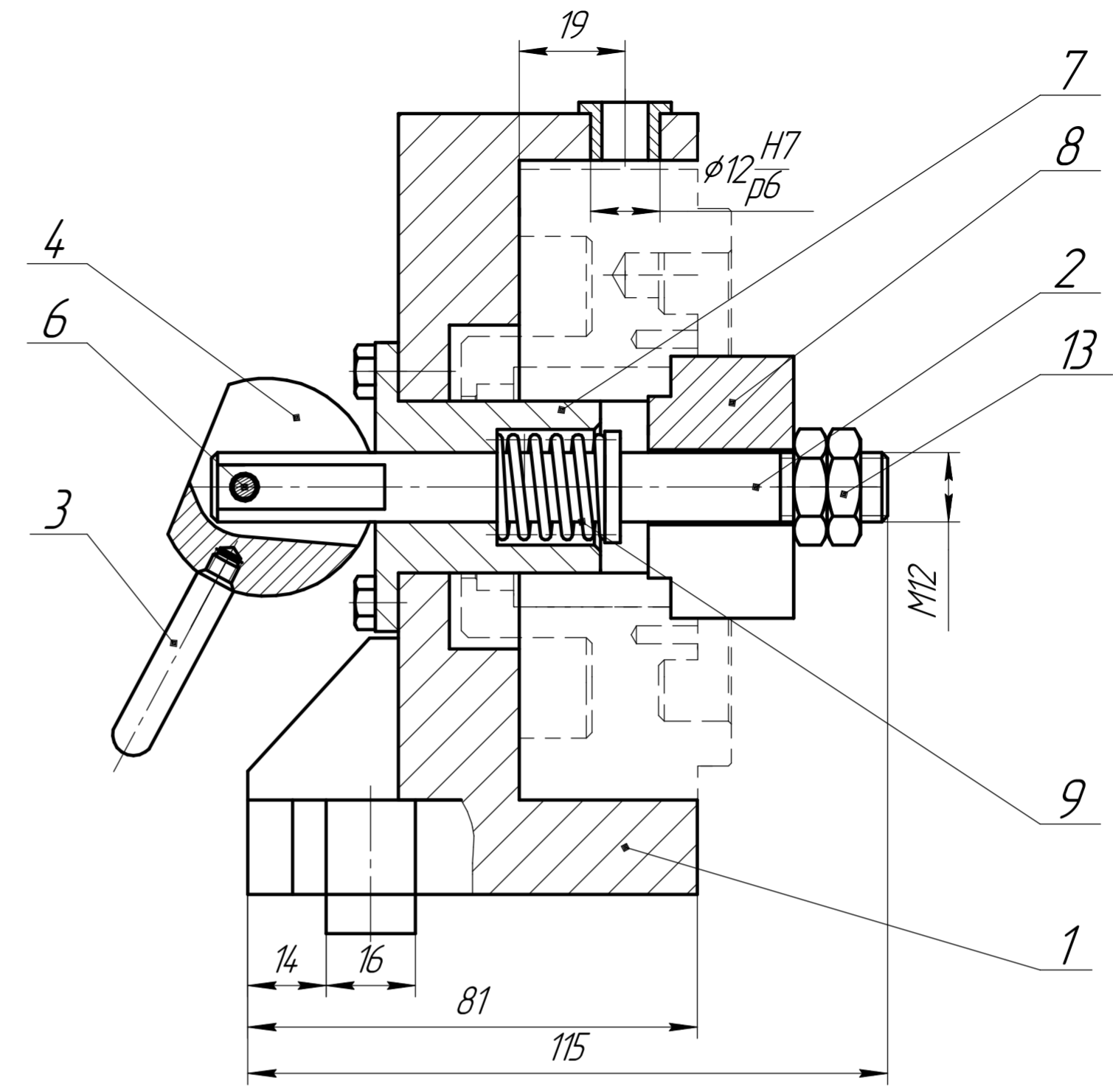
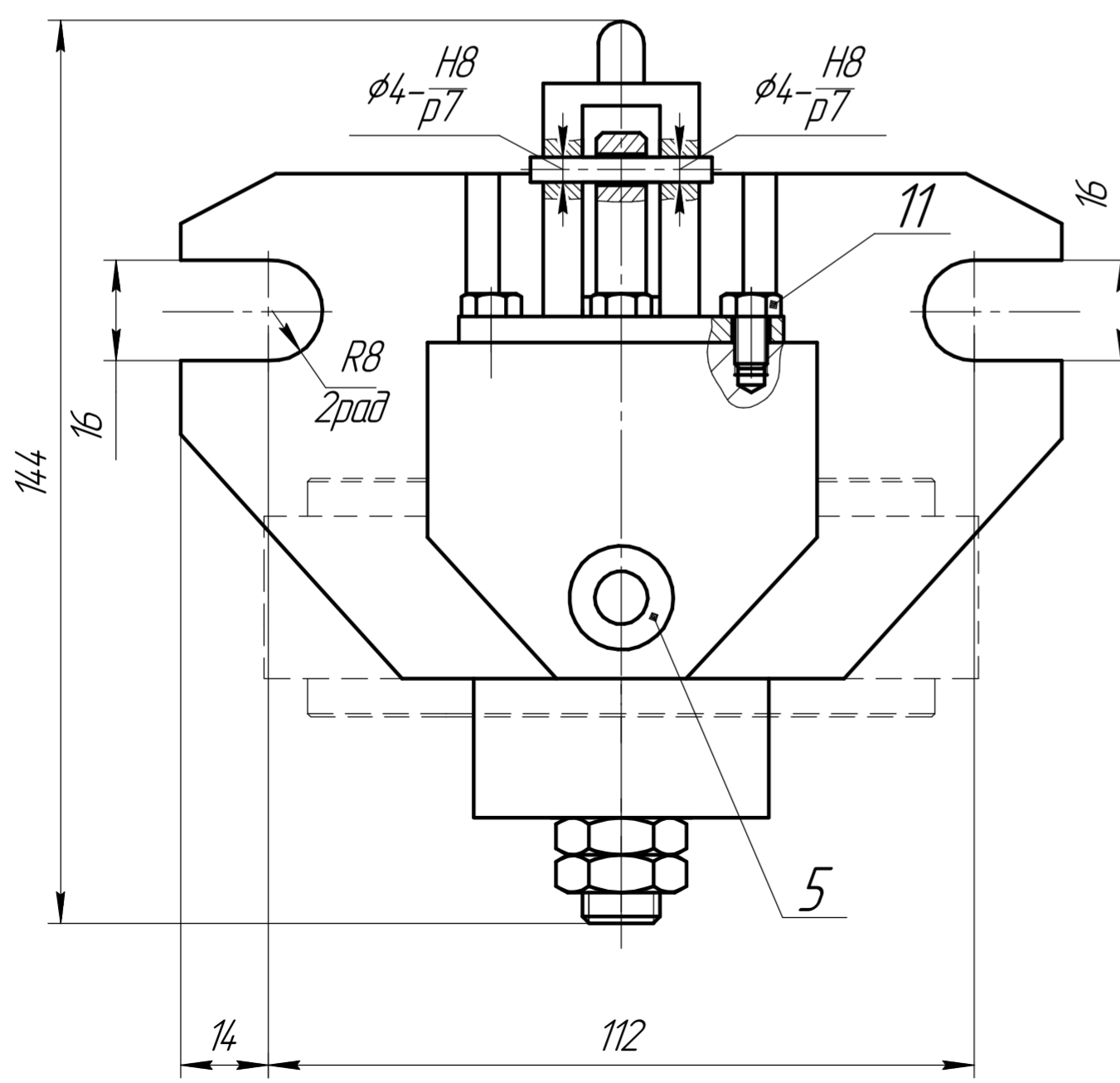
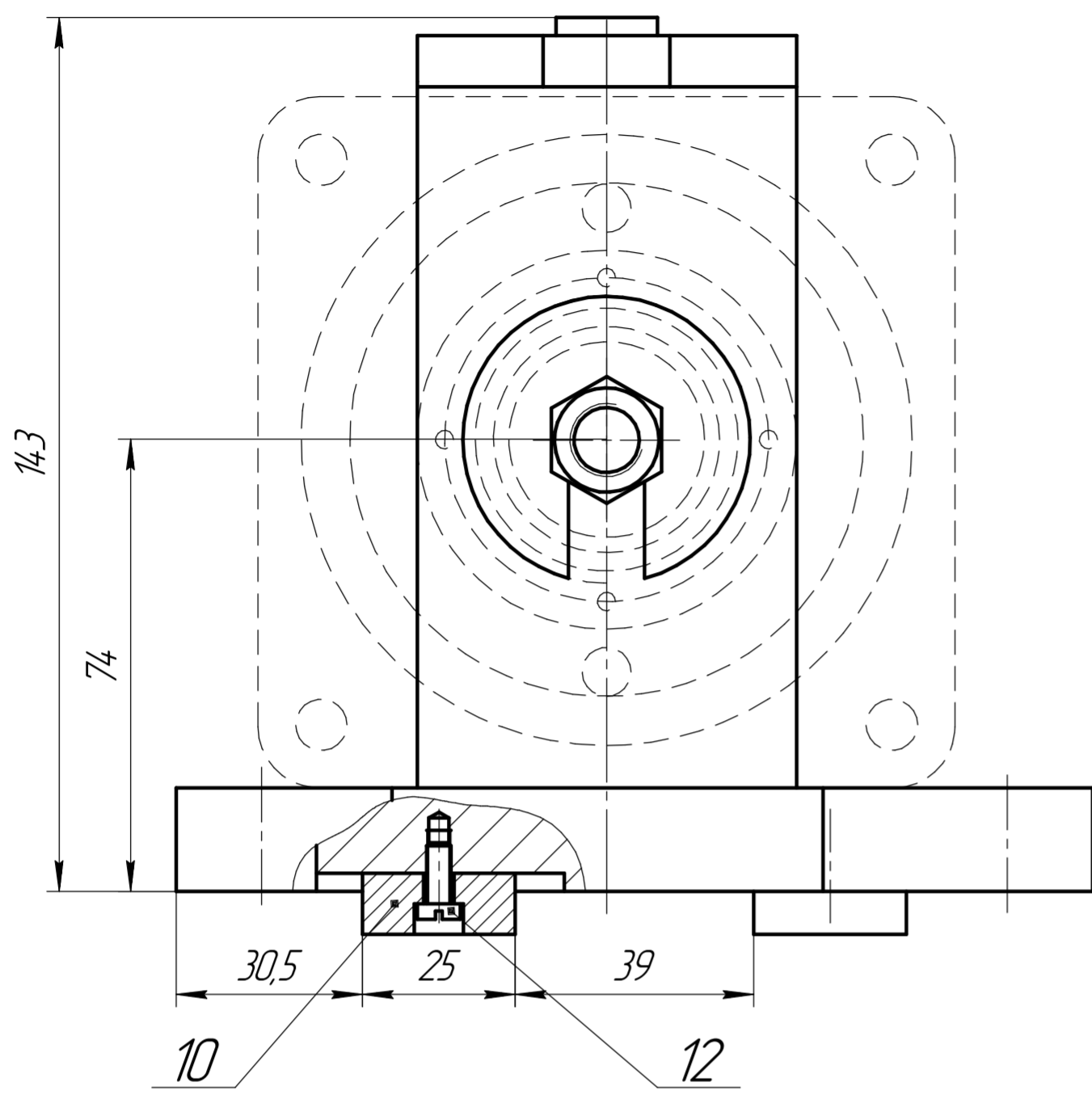
Operation 15: Grinding. Includes drawing of a part with dimensions and processing parameters.

Лист, № докум., Вид, № табл., Вид, № табл., Вид, № табл., Вид, № табл., Вид, № табл., Вид, № табл., Вид, № табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
20 Фрезерная	1	Установ А Установить заготовку Фрезеровать пов. 15, выдерживая р-ры $\square 14_{-0,22}$		Универсальный фрезерный станок Модель: DMU 50	Трехручавый самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80	Концевая фреза $\phi 20$ 2220-0164 ГОСТ 17025-71 Сверло $\phi 8$ 2301-3551 ГОСТ 10903-77 Сверло $\phi 8,4$ 2301-3551 ГОСТ 10903-77 Зенкер $\phi 11$ 2320-2551 ГОСТ 12489-71	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89 Шаблон фасочный ГОСТ 14637-89 Калибр протка $\phi 8,4_{-0,36}$ -ПР, -НЕ Калибр протка $\phi 8,4_{-0,36}$ -ПР, -НЕ	-	1	20	456	5	0,05	-	1036	65	7,24	2,93	14	3,97	3,98		
	2	Сверлить 4 сквозных отв. $\phi 8,4_{+0,36}$ , выдерживая р-ры $\phi 132 \pm 0,1$ и угол $90^\circ$						-	1	84	27	4,2	0,2	-	1032	43,5	0,79						
	3	Зенкеровать 4 отв. выдержав р-р $1 \pm 0,1 \times 45^\circ$						-	1	84	1	1	-	-	1248	40,7	0,03						
20 Фрезерная	1	Установ Б Установить заготовку Сверлить 4 отв. $\phi 4$ выдерживая р-ры $\phi 53 \pm 0,05$ и 11		Универсальный фрезерный станок Модель: DMU 50	Тиски 7200-0201 ГОСТ 16518-96	Спиральное сверло $\phi 4$ 2301-3551 ГОСТ 10903-77 Спиральное сверло $\phi 8$ 2301-3551 ГОСТ 10903-77 Зенкер $\phi 11$ 2320-2551 ГОСТ 12489-71	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89 Шаблон фасочный ГОСТ 14637-89 Калибр протка $\phi 8_{-0,36}$ -ПР, -НЕ, Калибр протка $\phi 4_{-0,2}$ -ПР, -НЕ Калибр протка $\phi 8_{-0,36}$ -ПР, -НЕ, Калибр протка $\phi 4_{-0,2}$ -ПР, -НЕ	-	1	33,5	4	11	0,09	-	74,7	12	0,25	2,93	14	3,97	3,98		
	2	Сверлить отв. $\phi 8_{+0,36}$ выдерживая р-ры $\phi 18_{+0,52}$ и $19 \pm 0,1$						-	1	8	19	19	0,2	-	932	43,5	0,03						
	3	Зенкеровать 4 отв. выдержав р-р $1 \pm 0,1 \times 45^\circ$						-	1	8	1	1	0,32	-	1200	43,5	0,03						
25 Сверлильная	1	Установить заготовку Сверлить 2 отв. $\phi 8_{+0,36}$ выдерживая р-ры $19 \pm 0,1$ , $18_{+0,52}$		Универсальный вертикально-сверлильный станок Модель: 2С50	Специальное приспособление	Спиральное сверло $\phi 8$ 2301-3551 ГОСТ 10903-77	Калибр протка $\phi 8$ -ПР, -НЕ 8133-0917 ГОСТ 14810-69	-	1	9,2	18	18	1	-	1595	46	0,76	12	20	157	159		
30 Резьбонарезная	1	Установить заготовку Нарезать резьбу G1/8 выдерживая р-ры $10 \pm 0,18$		Вертикальный гидравлический резьбонарезной станок Модель: НТ-16V	Тиски 7200-0201 ГОСТ 16518-96	Метчик G1/8 2620-3721 ГОСТ 3266-81	Калибр резьбовой G1/8 -ПР, -НЕ ГОСТ 2016-86	-	1	9,7	10	10	4	-	289	8,82	0,006	165	15	2,19	2,20		



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
35 Резьбонарезная			<p>Установить заготовку</p> <p>1 Нарезать резьбу М4-6Н, выдерживая р-р <math>9^{+0,36}</math></p> 	<p>Вертикальный гидравлический резьбонарезной станок Модель НТ-16V</p> <p>Тиски 7200-0201 ГОСТ 16518-96</p> <p>Метчик М4 2620-3721 ГОСТ 3266-81</p> <p>Калибр резьбовой М4 -НН, -НН ГОСТ 2016-86</p>	-	1	4	9	0,33	0,06	-	289	9	0,28	165	15	2,16	2,17						
40 Термообработка			<p>1 Закалить и отпустить до НRC 40..45</p>																					
45 Внутршлифовальная			<p>Установить заготовку</p> <p>1 Шлифуюм пов. 16, выдерживая р-ры <math>4,3^{+0,025}</math>, <math>28,2^{+0,52}</math></p> 	<p>Внутршлифовальный станок Модель: I-grind 150 NC</p> <p>Трёхшпиндельный гидравлический патрон</p> <p>Шлифовальный круг ГОСТ 2424-83 4.3А-30Х10Х10-Х30М5ВЕ0135</p> <p>Профилометр ГОСТ 19300-86, Нутромер НИИ 18-50-1 ГОСТ 1868-82</p>	-	1	43	28	0,01	0,25	-	40	75	0,018	145	14	1,64	1,65						
50 Круглошлифовальная			<p>Установить заготовку</p> <p>1 Шлифуюм пов. 17 выдерживая р-ры <math>φ100_{-0,123}^{+0,036}</math> и <math>6^{+0,15}</math></p> <p>Шлифуюм пов. 17 выдерживая р-ры <math>φ100_{-0,123}^{+0,036}</math> и <math>6^{+0,15}</math></p> 	<p>Круглошлифовальный станок Модель: R-grind 21100 CNC</p> <p>Центра упорные 7032-0024 ГОСТ 13214-79</p> <p>Шлифовальный круг ГОСТ 2424-83 4.3А-300Х125Х20-Х30М5ВЕ0130</p> <p>Профилометр ГОСТ 19300-86 Индикатор ИЧ 25 кл. 1 ГОСТ 577-68 Набор концевых мер 1-Н2 ГОСТ 9038-90</p>	-	1	100	6	0,02	3,2	-	30	50	0,017	145	14	1,64	1,65						



Технические характеристики

- 1 Усилия зажима, Н 43
- 2 Габаритные размеры зажимаемой детали, ДхШхВ, мм 114x114x4,4

Технические требования

- 1 Смазывать рычаг с литолом ГОСТ 21150-87
- 2 Смазывать пружину с литолом ГОСТ 21150-87
- 3 Корпус приспособления красить Серией Нитроэмалью ГОСТ НЦ-132 ГОСТ 6631-74

				ИШНПТ-34А7507.00.00.00 СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление Сборочный чертёж	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Илесов А.Г.					Лист	Листов	1:1
Проб.	Ефременков Е.А.							
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								
						зр. 3-4А7Б		
						Формат А2		

ИШНПТ-34А7507.00.00.00 СБ  
Перв. примен.  
Спроб. №  
Подп. и дата  
Иш. № дроб.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Иш. № подл.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
			ИШНПТ-4АМ9К007.00.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
			ИШНПТ-4АМ9К007.00.00.00 ПЗ	Пояснительная записка		
<i>Детали</i>						
		1	ИШНПТ-4АМ9К007.00.00.01	Основания	1	
		2	ИШНПТ-4АМ9К007.00.00.02	Тяга	1	
		3	ИШНПТ-4АМ9К007.00.00.03	Рукаятка	1	
		4	ИШНПТ-4АМ9К007.00.00.04	Эксцентрик	1	
		5	ИШНПТ-4АМ9К007.00.00.05	Втулка	1	
		6	ИШНПТ-4АМ9К007.00.00.06	Ось	1	
		7	ИШНПТ-4АМ9К007.00.00.07	Корпус	1	
		8	ИШНПТ-4АМ9К007.00.00.08	Шайба	1	
		9	ИШНПТ-4АМ9К007.00.00.09	Пружина	1	
		10	ИШНПТ-4АМ9К007.00.00.10	шпонка	2	
<i>Стандартные изделия</i>						
<b>ИШНПТ-34А7507.01.00.00 ПЗ</b>						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	Дата	
Разрад.		Илесов А.Г.				
Пров.		Ефременков Е.А.				
Н.контр.						
Утв.						
					Лит.	Лист
						1
						2

