

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15. 03. 01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали «Опора подшипника»

УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A61	Ван Чжэн		05.06.20

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алфёрова Е.А.	к. ф. – м. н.		05.06.20

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук И.В.	к. т. н.		05.06.20

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	д. т. н.		05.06.20

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

## Результаты обучения

Код результата	Результат обучения
Общие по направлению подготовки (специальности)	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-

	<p>конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.</p>
<p>Профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»</p>	
P11	<p>Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.</p>
P12	<p>Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.</p>

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15. 03. 01. Машиностроение

Отделение школы Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП 15.03.01.

\_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
154A61	Ван Чжэн

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Опора подшипника»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 г №59-67/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020
--	------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска.
--------------------------	---

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
<b>Перечень графического материала</b>	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Технологический и конструкторский	Алфёрова Е.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук И.В.
Социальная ответственность	Сечин А.И.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
РЕФЕРАТ (THE REPORT)	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	16.12.2019
---	------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алфёрова Е.А.	к. ф. – м. н.		16.12.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A61	Ван Чжэн		16.12.2019

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 115 страниц пояснительной записки и 16 страниц приложения, 30 таблиц, 28 рисунков, 5 литературных источников, 4 листа графического материала формата А1, 1 лист графического материала формата А2, 1 лист графического материала формата А3 и 4 лист графического материала формата А4.

Ключевые слова: ОПОРА ПОДШИПНИКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ.

Цели и задачи исследования: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Опора подшипника» и конструирование приспособления.

Актуальность работы определяется необходимостью разработки технологического процесса изготовления конкретной детали «Опора подшипника», который обеспечивает требуемую точность.

Объектом исследования является деталь «Опора подшипника».

## **THE REPORT**

The final qualifying work contains 115 pages of explanatory notes, 30 tables, 28 figures, 5 sources, 4 sheets of graphic material in A1 format, 1 sheet of graphic material in A2 format, 1 sheet of graphic material in A3 format, and 4 sheets of graphic material in A4 format.

Key words: BEARING SUPPORT, MASTER SCHEDULE OF MACHINING, DIMENSIONAL ANALYSIS, CUTTING MODE, CALCULATION OF ATTACHMENT.

Goals and objectives of the research: designing the technological process of manufacturing the part "Bearing Support".

The relevance of the work is determined by the need to have a technological process for manufacturing a specific part " Bearing support " in production using a device designed in the work.

The object of research is the detail " Bearing support ".

## Содержание

Введение.....	12
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	14
1.1 Исходные данные .....	14
1.2 Определение типа производства.....	15
1.3 Анализ технологичности конструкции детали.....	18
1.4 Выбор исходной заготовки.....	19
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления «опора подшипника» ...	19
1.6 Размерный анализ технологического процесса.....	24
1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров.....	26
1.7.1 Определение допусков на диаметральные размеры .....	27
1.7.2 Определение допусков на осевые размеры .....	28
1.8 Допуски на технологические размеры .....	28
1.9 Расчёт припусков на обработку заготовки .....	32
1.9.1 Расчет припусков на диаметральные размеры .....	32
1.9.2 Расчет припусков на осевые размеры .....	35
1.10 Расчёт технологических размеров.....	37
1.10.1 Расчет технологических размеров на диаметральные размеры ...	37
1.10.2 Расчёт технологических размеров на осевые размеры.....	43



1.11 Выбор средств технологического оснащения .....	48
1.12 Расчет режимов резания .....	50
1.12.1 Токарная операция с ЧПУ: подрезка торца $A_{1.1}$ .....	51
1.12.2 Токарная операция с ЧПУ: точение поверхности $\varnothing D_{1.1}$ .....	53
1.12.3 Токарная операция с ЧПУ: сверление отверстий $\varnothing D_{1.2}$ .....	55
1.12.4 Токарная операция с ЧПУ: Точение фаски $A_{2.4}$ .....	57
1.12.5 Вертикально-сверлильная операция с ЧПУ: сверление отверстий $\varnothing D_{3.1}$ .....	59
1.13 Расчет основного времени .....	61
1.14 Определение штучно-калькуляционного времени .....	63
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....	67
2.1 Выбор режима резания .....	67
2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления .....	67
2.3 Определение необходимой силы зажима .....	69
2.4 Расчет на точность обеспечения конструкторских размеров: .....	70
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	76
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	77

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений .....	77
3.1.2 SWOT-анализ .....	79
3.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	82
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	82
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....	84
3.3 Бюджет научно-технического исследования.....	88
3.4 Расчет материальных затрат научно-технического исследования .....	88
3.5 Расчет амортизации специального оборудования .....	88
3.6 Основная заработная плата исполнителей темы.....	89
3.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	91
3.8 Накладные расходы.....	92
3.9 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	93
4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	101
Введение .....	101
4.1.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	102
4.2. Производственная безопасность.....	103
4.2.1 Метеоусловия.....	104

4.2.2 Вредные вещества .....	105
4.2.3. Производственный шум .....	106
4.2.4 Освещенность .....	106
4.2.5 Электробезопасность .....	109
4.3.Экологическая безопасность:.....	110
4.4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	111
Заключение.....	114
Список литературы.....	115
Приложение А Таблица режимы резания и нормы времени.....	116
Приложение Б Чертёж детали.....	120
Приложение В Чертёж приспособления.....	122
Приложение Г Спецификация.....	124
Приложение Д Техническая карта.....	127

## **Введение**

Целью данной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали «Опора подшипника» для последующего изготовления этой детали в серийном производстве. Опора подшипника - это плоская деталь с поверхностями вращения, имеющая равномерно расположенные отверстия.

Целью данной работы является разработка необходимых документов и выполнение расчётов для организации производства по изготовлению детали.

В работе изложено обоснование выполнения ВКР, выполнен анализ чертежа детали и её технологичности, определен тип производства, описан принцип выбора заготовки в соответствие с её материалом и серийностью производства, выполнен чертёж заготовки, разработан маршрут обработки детали с представлением операционных эскизов и описанием переходов по каждой операции, рассчитаны припуски на обработку и технологические размеры, выполнен размерный анализ техпроцесса с уточнением технологических размеров, рассчитаны режимы резания для каждого технологического перехода и требуемая мощность оборудования для каждой операции, назначена модель станка, рассчитано время выполнения каждой операции.

В конструкторской части работы выполнен расчёт усилия для закрепления заготовки и спроектировано механизированное приспособление с пневмоприводом.

Для выполнения поставленных задач выпускная квалификационная

работа содержит следующие основные разделы:

1. Технологический;
  2. Конструкторский;
  3. Финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
  4. Социальной ответственности.
- Область применения – машиностроение.



## 1.2 Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций  $K_{з.о}$ , который представляет собой отношение всех различных технологических операций, определяем по формуле [1, стр. 19]:

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{ср}} \quad (1.1)$$

где  $T_{ср}$  - среднее штучно – калькуляционное время;

$t_B$  - такт выпуска детали, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле [1, стр. 21]:

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} \quad (1.2)$$

Где  $F_r$ - годовой фонд времени работы оборудования, мин;

$N_r$  - годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонды времени работы оборудования принимаем по табл.

2.1. [1, стр. 22] при двусменном режиме работы:  $F_r = 4029$  ч.

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{11000} = 22,0 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время для выполнения операция процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n} \quad (1.3)$$

где;  $i$ - ой основной операции, мин;

$n$  – количество основных операций;

$T_{ш.к i}$  - штучно – калькуляционное время.

Штучно-калькуляционное время [3, с. 147]

$$T_{\text{ш-к}} = \varphi_k T_0 \cdot 10^{-3}$$

где  $T_0$  - основное технологическое время, мин.

$\varphi_k$  - коэффициент  $i$ -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства.

1. Токарная операция с ЧПУ: переход 1: подрезать торец.

переход 2: точить поверхность.

переход 3: сверлить отверстие.

переход 4: подрезать торец.

переход 5: расточить отверстие.

переход 6: точить поверхность.

Для первой операции(токарная с ЧПУ)  $\varphi_k=2,14$ .

2. Токарная операция с ЧПУ: переход 1: подрезать торец.

переход 2: точить поверхность.

переход 3: расточить отверстие.

переход 4: расточить отверстие.

переход 5: точить фаску.

Для второй операции(токарная с ЧПУ)  $\varphi_k=2,14$ .

3. Вертикально-сверлильная операция с ЧПУ:

переход 1: сверлить отверстия.

Для четвертой операции(вертикально-сверлильный станок)  $\varphi_k=1,72$

1). Основное технологическое время первой операции определяем



$$\begin{aligned}
T_{шт.1} &= [0,037(D_1^2 - d_1^2) + 0,17 \cdot d_2 l_2 + 0,52 \cdot d_3 l_3 + 0,037 \cdot (D_4^2 - d_4^2) + 0,18 \\
&\quad \cdot d_5 l_5 + 0,17 \cdot d_6 l_6] \cdot 10^{-3} \\
&= [0,037(90^2 - 0) + 0,17 \cdot 36 \cdot 7 + 0,52 \cdot 22 \cdot 12 + 0,037 \cdot 90^2 \\
&\quad + 0,18 \cdot 25 \cdot 10 + 0,17 \cdot 84 \cdot 3] \cdot 10^{-3} = 0,87
\end{aligned}$$

$$T_{ш-к1} = \varphi_{к1} T_{01} = 2,14 \cdot 0,87 = 1,86 \text{ мин}$$

2). Основное технологическое время второй операции определяем

$$\begin{aligned}
T_{шт.2} &= [0,052(D_1^2 - d_1^2) + 0,17 \cdot d_2 l_2 + 0,18 \cdot d_3 l_3 + 0,18 \cdot d_4 l_4 + 0,17 \cdot d_5 l_5] \\
&\quad \cdot 10^{-3} = 0,16
\end{aligned}$$

$$T_{ш-к2} = \varphi_{к2} T_{02} = 2,14 \cdot 0,16 = 0,34 \text{ мин}$$

3). Основное технологическое время третьей операции определяем

$$T_{шт.3} = 0,52 \cdot dl \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 6,3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 0,02$$

$$T_{ш-к3} = \varphi_{к3} T_{03} = 1,72 \cdot 0,02 = 0,03 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время для выполнения операции процесса определяем по формуле (3):

$$T_{ср} = \frac{\sum T_{ши}}{n} = \frac{1,86 + 0,34 + 0,03}{3} = 0,74 \text{ мин}$$

Тип производства рассчитаем по формуле (1):

$$K_{3,0} = \frac{t_B}{T_{ср}} = \frac{22}{0,74} = 29,7$$

Потому что  $20 < K_{3,0} = 29,7 < 40$ , тип производства: мелкосерийный.

### **1.3 Анализ технологичности конструкции детали**

Деталь - опора подшипника сепаратора изготовлена из стали 40Х13. Деталь в основном обрабатывается на токарном станке и сверлильном станке.

Конструкция деталей включает в себя минимальное число поверхностей простой геометрической формы (цилиндрические и плоские поверхности). Включает разность фаз между тремя отверстиями составляет 120 градусов(  $\phi 6.3$  ). Шероховатость поверхностей имеет параметр Rz20. Но шероховатость в диаметре 28H7 составляет Ra 2.5, что требуют дополнительной чистовой обработки. Размеры на основной поверхности детали установлены, поэтому во время обработки и контроля никаких других расчетов не требуется. Можно использовать универсальные измерительные приборы.

## 1.4 Выбор исходной заготовки

Учитывая технические характеристики, материал опоры подшипника (Сталь 40Х13), его габаритов и массы, требования к механическим свойствам (без особых требований) и тип производства (мелкосерийное), выбрал в качестве исходной заготовки - прокат.



Рисунок 1.2 Исходная заготовка

Таблица 1.1 - Химический состав в % материала стали 40Х13

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr
0,35-0,44	До 0,6	До 0,6	До 0,6	До 0,025	До 0,03	12-14

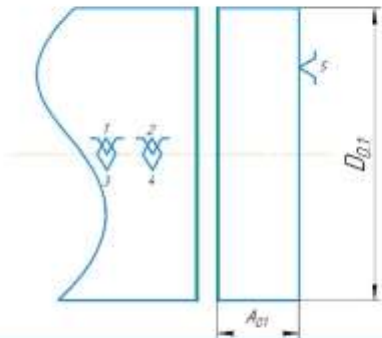
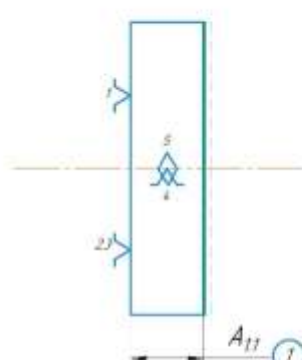
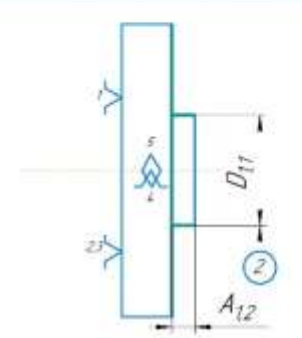
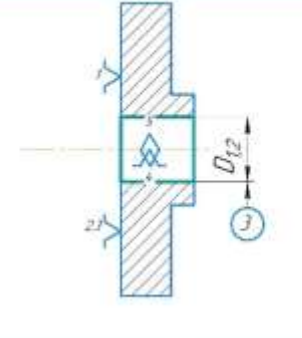
Таблица 1.2 - Механические свойства стали 40Х13

HB(МПа)	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	$\sigma_b$ (МПа)	$\sigma_5$ (%)	K(Дж)
51	1390	1680	7	55

## 1.5 Разработка маршрута технологии изготовления «опора подшипника»

Маршрут технологии изготовления детали «Опора подшипника» представлен в таблице 1.3.

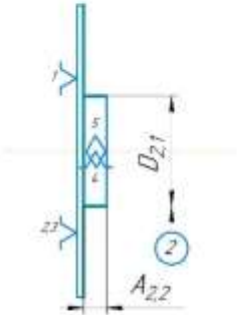
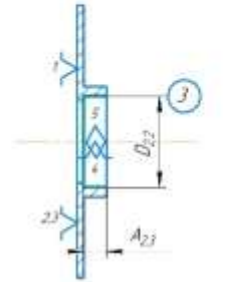
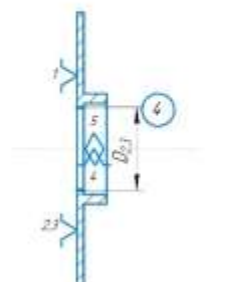
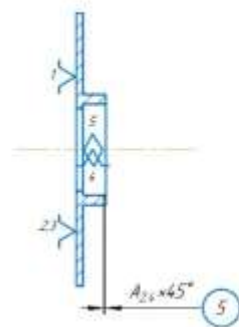
Таблица 1.3

номер		Наименование и содержание операций и переходов	операционный эскиз
операции	перехода		
05	1	Заготовительная Отрезать заготовку.	
10	1	Токарная Установ А подрезать торец 1  выдерживая размер А11	
	2	точить поверхность 2 выдерживая размеры D11 и A12	
	3	Сверлить отверстие 3, выдерживая размеры D12	

Продолжение таблицы 1.3

номер		Наименование и содержание операций и переходов	операционный эскиз
операции	перехода		
	4	<p>Установ Б</p> <p>подрезать торец 4</p> <p>выдерживая размер <math>A_{13}</math></p>	
	5	<p>Расточить отверстие 5,</p> <p>выдерживая размеры <math>D_{13}</math></p>	
	6	<p>Точить поверхность 6,</p> <p>выдерживая размеры <math>D_{14}</math></p>	
15	1	<p>Токарная</p> <p>Установ А</p> <p>подрезать торец 1</p> <p>выдерживая размер <math>A_{21}</math></p>	<p><math>\sqrt{Rz20}</math></p>

Продолжение таблицы 1.3

номер		Наименование и содержание операций и переходов	операционный эскиз
операции	перехода		
	2	точить поверхность 2 выдерживая размеры $D_{21}$ и $A_{22}$	 <div style="text-align: right;"><math>\sqrt{Rz20}</math></div>
	3	расточить отверстие 3 выдерживая размеры $D_{22}$ и $A_{23}$	 <div style="text-align: right;"><math>\sqrt{Rz20}</math></div>
	4	расточить отверстие 4 выдерживая размеры $D_{23}$	 <div style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra25}</math></div>
	5	Точить фаску 5 выдерживая размер $A_{24} \times 45^\circ$	 <div style="text-align: right;"><math>\sqrt{Rz20}</math></div>

Продолжение таблицы 1.3

номер		Наименование и содержание операций и переходов	операционный эскиз
операции	перехода		
20	1	<p>Сверлильная</p> <p>Сверлить 3 отверстий 1</p> <p>Выдерживая размеры <math>D_{31}</math> <math>D_{32}</math> <math>a_{31}</math></p>	<p>The sketch consists of two views. The top view shows a circular workpiece with a central hole of diameter <math>D_{31}</math> and two side holes of diameter <math>D_{32}</math>. The distance between the centers of the side holes is <math>a_{31}</math>. The side view shows the workpiece with a central hole and two side holes, with dimensions <math>D_{31}</math> and <math>D_{32}</math> indicated. A surface texture symbol <math>\sqrt{Rz20}</math> is shown. The holes are numbered 1, 2, and 3.</p>

## 1.6 Размерный анализ технологического процесса

Размерная схема для изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающее звено в операционных технологических цепях – это припуск на обработку поверхностей и конструкторская размера, которая можно получить непосредственно из чертежей. В дополнение к закрытым звеньям в технологической цепи существуют составляющие звенья, которые представляют собой технологические размеры, полученные во всех операциях (переходах) обработки изделия.

На основании техпроцесса изготовления «Опора подшипника», составляется размерная схема (как показано на рисунке 1.3). Она включает в себя все осевые технологические размеры, припуски на обработку и расчетные размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу работы.

Чтобы облегчить подготовку размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. На рисунке 1.3 показан продольный размер изготовления «опоры подшипника».



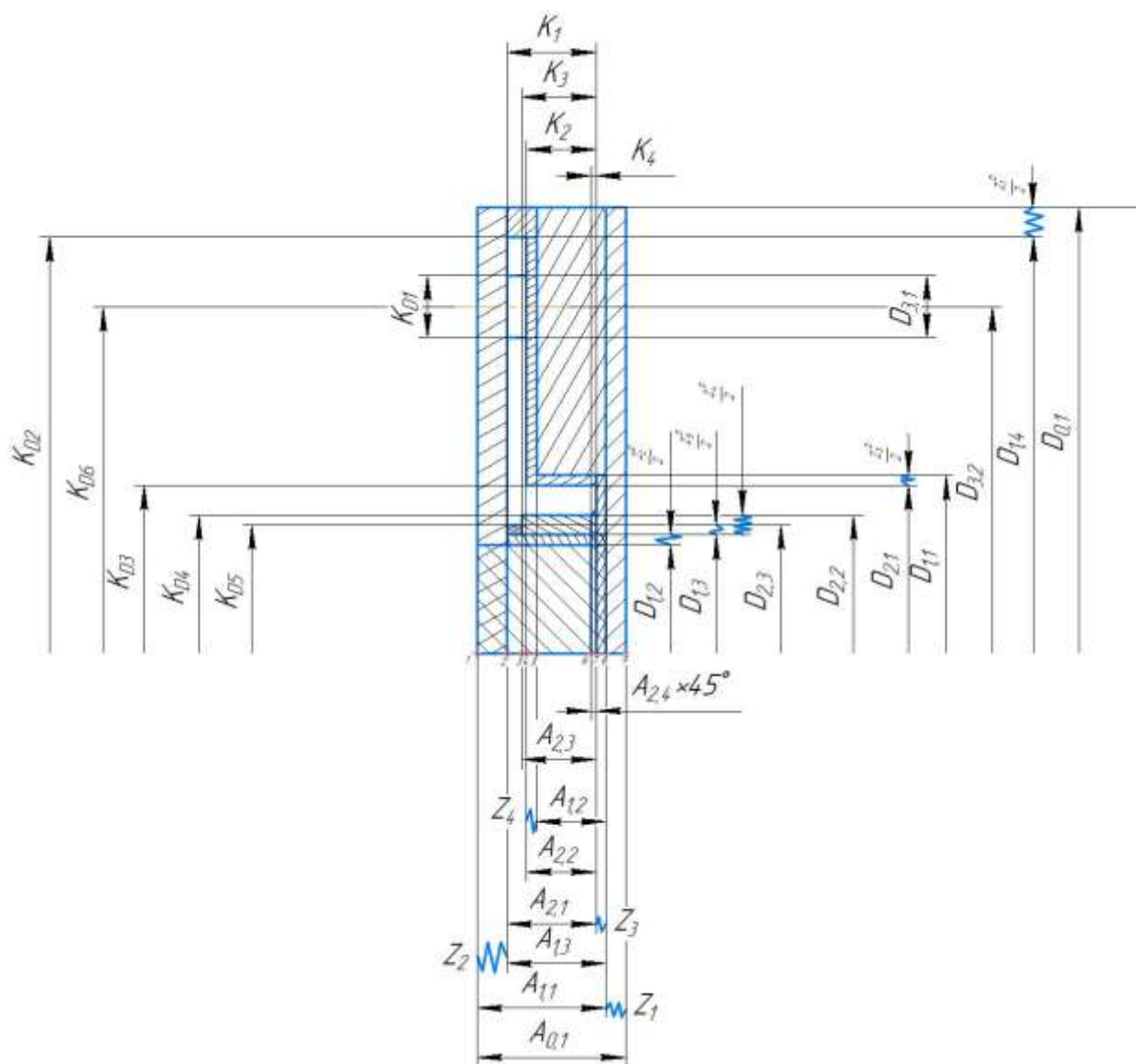


Рисунок 1.3 Размерная схема

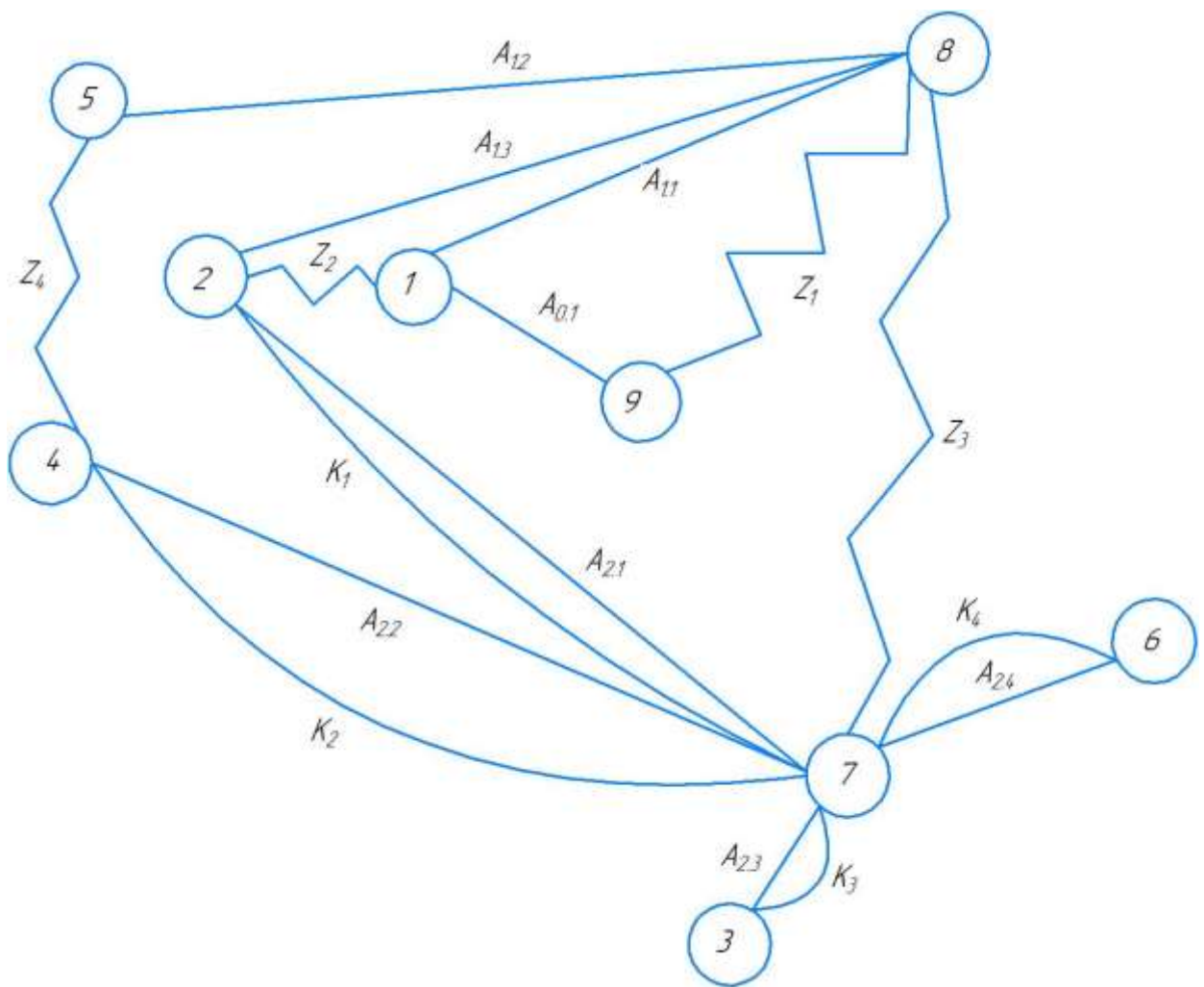


Рисунок 1.4 Граф технологических размерных цепей

Здесь:  $T=9$ ,  $A=8$ ,  $K=4$ ,  $Z=4$ .

В соответствии с формулой:  $T=A+1$ :  $A=K+Z$ , следовательно, размерная схема построена верно.

### 1.7 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

Выписываем допуски на конструкторские размеры:

Размер  $K_1 = 9_{-0,3}$ . Допуск  $TK_1 = 0,3\text{мм}$ ;

Размер  $K_2 = 7_{-0,1}$ . Допуск  $TK_2 = 0,1\text{мм}$ ;

Размер  $K_3 = 7_{-0,1}$ . Допуск  $TK_3 = 0,1\text{мм}$ ;

Размер  $K_4 = 0.5^{+0,125}_{-0,125}$ . Допуск  $TK_4 = 0,25\text{мм}$ ;

Размер  $K_{D1} = 6.3^{+0,2}$ . Допуск  $TK_{D1} = 0,2\text{мм}$

Размер  $K_{D2} = 84^{+0,1}$ . Допуск  $TK_{D2} = 0,1\text{мм}$

Размер  $K_{D3} = 34_{-0,3}$ . Допуск  $TK_{D3} = 0,3\text{мм}$

Размер  $K_{D4} = 28^{+0,021}$ . Допуск  $TK_{D4} = 0,021\text{мм}$

Размер  $K_{D5} = 26^{+0,084}$ . Допуск  $TK_{D5} = 0,084\text{мм}$

Размер  $K_{D6} = 70^{+0,1}_{-0,1}$ . Допуск  $TK_{D6} = 0,2\text{ мм}$

### 1.7.1 Определение допусков на диаметральные размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности [2, стр. 38]:

$$TD_i = \omega_{ci}, \quad (1.4)$$

где  $\omega_{ci}$  - статическая погрешность, мм.

Когда назначаем допуски, руководствуясь [2, стр. 74 П1]:

Допуск  $TD_{1.1} = (36)^0_{-0,12} = 0,12\text{мм}$

Допуск  $TD_{1.2} = (22)^{+0,12}_0 = 0,12\text{мм}$

Допуск  $TD_{1.3} = (25)^{+0,12}_0 = 0,12\text{мм}$

Допуск  $TD_{1.4} = (84)^{+0,1}_0 = 0,1\text{мм}$

Допуск  $TD_{2.1} = (34)^0_{-0,12} = 0,12\text{мм}$

Допуск  $TD_{2.2} = (28)^{+0,021}_0 = 0,021\text{мм}$

Допуск  $TD_{2.3} = (26)^{+0,084}_0 = 0,084\text{мм}$

Допуск  $TD_{3.1} = (6,3)^{+0,2}_0 = 0,2\text{мм}$

Допуск на размеры круглого проката:

$$TD_{0.1} = (90)_{-1,3}^{+0,5} = 1,8\text{мм}$$

### 1.7.2 Определение допусков на осевые размеры

Допуск на размер после отрезки:

$$TA_{01} = (10)_{-0,215}^{+0,215} = 0,43\text{мм};$$

Допуски на осевые технологические размеры определяются по формуле [2, стр. 38]

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{u.i-1} + \varepsilon_{\delta i} \quad (1.5)$$

где  $\omega_{ci}$  - статическая погрешность, мм;

$\rho_{u.i-1}$  - значительные пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм;

$\varepsilon_{\delta i}$  - погрешность базирования, мм.

$$TA_{1.1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,2 + 0,05 + 0 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{1.2} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,2 + 0 + 0 = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{1.3} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{2.1} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{2.2} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{2.3} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

$$TA_{2.4} = \omega_c + \rho_{и} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 0 + 0 = 0,1 \text{ мм}$$

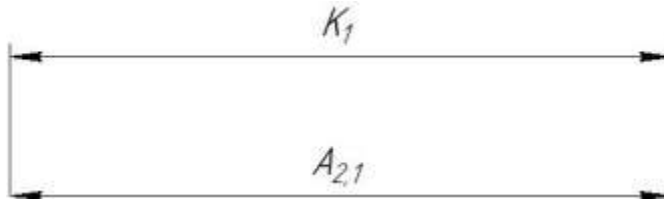
### 1.8 Допуски на технологические размеры

проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете максимального и минимального метода проверьте условия, чтобы обеспечить точность расчетных размеров по формуле [2, стр. 60]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i. \quad (1.6)$$

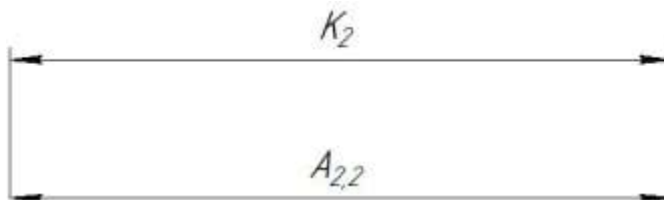
Размерная цепь для размера  $K_1$  (рисунок 1.5).



$$TK_1 = 0,3 \text{ мм}; \quad TA_{2,1} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер  $K_1$  выдерживается непосредственно.

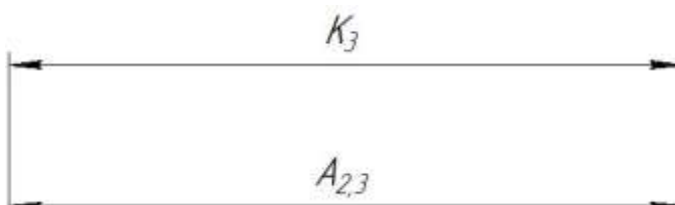
Размерная цепь для размера  $K_2$  (рисунок 1.6).



$$TK_2 = 0,1 \text{ мм}; \quad TA_{2,2} = 0,1 \text{ мм}$$

Размер  $K_2$  выдерживается непосредственно.

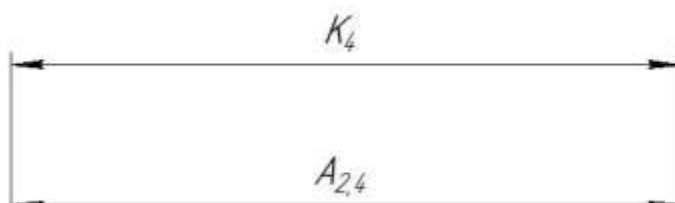
Размерная цепь для размера  $K_3$  (рисунок 1.7).



$$TK_3 = 0,1 \text{ мм}; \quad TA_{2,3} = 0,1 \text{ мм}$$

Размер  $K_3$  выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера  $K_4$  (рисунок 1.8).



$$TK_4 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{2.4} = 0,1 \text{ мм}$$

Размер  $K_4$  выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера  $K_{D1}$  (рисунок 1.9).



$$TK_{D1} = 0,2 \text{ мм}; \quad TD_{3.1} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер  $K_{D1}$  выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера  $K_{D2}$  (рисунок 1.10).



$$TK_{D2} = 0,1 \text{ мм}; \quad TD_{1.4} = 0,1 \text{ мм}$$

Размер  $K_{D2}$  выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера  $K_{D3}$  (рисунок 1.11).



$$TK_{D3} = 0,3 \text{ мм}; \quad TD_{2.1} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер  $K_{D3}$  выдерживается непосредственно.

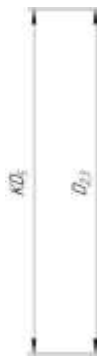
Размерная цепь для размера  $K_{D4}$  (рисунок 1.12).



$$TK_{D4} = 0,021 \text{ мм}; \quad TD_{2.2} = 0,021 \text{ мм}$$

Размер  $K_{D4}$  выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера  $K_{D5}$  (рисунок 1.13).



$$TK_{D5} = 0,084 \text{ мм}; \quad TD_{2.3} = 0,084 \text{ мм}$$

Размер  $K_{D5}$  выдерживается непосредственно.

Размерная цепь для размера  $K_{D6}$  (рисунок 1.14).



$$TK_{D6} = 0,2 \text{ мм}; \quad TD_{3.2} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер  $K_{D6}$  выдерживается непосредственно.

## 1.9 Расчёт припусков на обработку заготовки

### 1.9.1 Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [2, стр. 48]:

$$z_{imin} = 2 \cdot \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (1.7)$$

Где  $Rz_{i-1}$  - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

$z_{imin}$  - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$\rho_{i-1}$  - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

$\varepsilon_i$  - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм.

$h_{i-1}$  - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

#### Припуски $Z_1^D$ :

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1min}^D = 2 \cdot \left( 80 + 50 + \sqrt{30^2 + 100^2} \right) = 468 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_1^D = TD_{0.1} + TD_{1.4} = 1800 + 100 = 1900 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1max}^D = Z_{1min}^D + TZ_1^D = 468 + 1900 = 2368 \text{ мкм.}$$



Расчетный средний припуск:

$$Z_{1cp}^D = \frac{Z_{1min}^D + Z_{1max}^D}{2} \pm \frac{TZ_1^D}{2} = \frac{468 + 2368}{2} \pm \frac{1900}{2} = 1428 \pm 950 \text{ мкм.}$$

**Припуски  $Z_2^D$ :**

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2min}^D = 2 \cdot (80 + 50 + \sqrt{30^2 + 100^2}) = 468 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_2^D = TD_{1.3} + TD_{1.2} = 120 + 120 = 240 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2max}^D = Z_{2min}^D + TZ_2^D = 468 + 240 = 708 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2cp}^D = \frac{Z_{2min}^D + Z_{2max}^D}{2} \pm \frac{TZ_2^D}{2} = \frac{468 + 708}{2} \pm \frac{240}{2} = 588 \pm 120 \text{ мкм.}$$

**Припуски  $Z_3^D$ :**

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{3min}^D = 2 \cdot (40 + 50 + \sqrt{22^2 + 100^2}) = 384 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_3^D = TD_{1.3} + TD_{2.1} = 120 + 120 = 240 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{3max}^D = Z_{3min}^D + TZ_3^D = 384 + 240 = 624 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{3cp}^D = \frac{Z_{3min}^D + Z_{3max}^D}{2} \pm \frac{TZ_3^D}{2} = \frac{384 + 624}{2} \pm \frac{240}{2} = 504 \pm 120 \text{ мкм.}$$

**Припуски  $Z_4^D$ :**

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{4min}^D = 2 \cdot \left( 20 + 25 + \sqrt{22^2 + 50^2} \right) = 100 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_4^D = TD_{1.3} + TD_{2.2} = 120 + 21 = 141 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{4max}^D = Z_{4min}^D + TZ_4^D = 100 + 141 = 241 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{4cp}^D = \frac{Z_{4min}^D + Z_{4max}^D}{2} \pm \frac{TZ_4^D}{2} = \frac{100 + 241}{2} \pm \frac{141}{2} = 170.5 \pm 70,5 \text{ мкм.}$$

**Припуски  $Z_5^D$ :**

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{5min}^D = 2 \cdot \left( 20 + 25 + \sqrt{7^2 + 50^2} \right) = 96 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_5^D = TD_{2.3} + TD_{1.3} = 84 + 120 = 204 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{5max}^D = Z_{5min}^D + TZ_5^D = 96 + 204 = 300 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{5cp}^D = \frac{Z_{5min}^D + Z_{5max}^D}{2} \pm \frac{TZ_5^D}{2} = \frac{96 + 300}{2} \pm \frac{204}{2} = 198 \pm 102 \text{ мкм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 1.4

Таблица 1.4

Расчетный припуск	Элементы припуска				Расчетный минимальный припуск, мкм	Сумма допусков звеньев в цепи, мкм	Расчетный максимальный припуск, мкм	Расчетный средний припуск, мкм
	$Rz_{i-1}$	$h_{i-1}$	$\rho_{i-1}$	$\varepsilon_i$				
$Z_1^D$	80	50	30	100	468	1900	2308	$1428 \pm 950$

Продолжение таблицы 1.4

$Z_2^D$	80	50	30	100	468	240	708	$588 \pm 120$
$Z_3^D$	40	50	22	100	384	240	624	$504 \pm 120$
$Z_4^D$	20	25	22	50	100	141	241	$170.5 \pm 70,5$
$Z_5^D$	20	25	7	50	96	204	300	$198 \pm 102$

### 1.9.2 Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [2, стр. 48]:

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (1.9)$$

#### Припуски $Z_1$ :

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{1min} = 80 + 50 + 60 = 190 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_1 = TA_{0.1} + TA_{1.1} = 430 + 250 = 680 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1max} = Z_{1min} + TZ_1 = 190 + 680 = 870 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1cp} = \frac{Z_{1max} + Z_{1min}}{2} \pm \frac{TZ_1}{2} = \frac{870 + 190}{2} \pm \frac{680}{2} = 530 \pm 340 \text{ мкм.}$$

#### Припуски $Z_2$ :

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{2min} = 80 + 50 + 50 = 180 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_2 = TA_{1.1} + TA_{1.3} = 250 + 250 = 500 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{2max} = Z_{2min} + TZ_2 = 180 + 500 = 680 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{2cp} = \frac{Z_{2max} + Z_{2min}}{2} \pm \frac{TZ_2}{2} = \frac{680 + 180}{2} \pm \frac{500}{2} = 430 \pm 250 \text{ мкм.}$$

**Припуски  $Z_3$ :**

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{3min} = 40 + 50 + 32 = 12 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_3 = TA_{1.3} + TA_{2.1} = 250 + 100 = 350 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{3max} = Z_{3min} + TZ_3 = 122 + 350 = 472 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{3cp} = \frac{Z_{3max} + Z_{3min}}{2} \pm \frac{TZ_3}{2} = \frac{122 + 472}{2} \pm \frac{350}{2} = 297 \pm 175 \text{ мкм.}$$

**Припуски  $Z_4$ :**

Расчетный минимальной припуск:

$$Z_{4min} = 40 + 50 + 30 = 120 \text{ мкм.}$$

Сумма допусков звеньев в цепи:

$$TZ_4 = TA_{1.2} + TA_{1.3} + TA_{2.1} + TA_{2.2} = 200 + 250 + 100 + 10 = 650 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{4max} = Z_{4min} + TZ_4 = 120 + 650 = 770 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{4cp} = \frac{Z_{4max} + Z_{4min}}{2} \pm \frac{TZ_4}{2} = \frac{770 + 120}{2} \pm \frac{650}{2} = 445 \pm 325 \text{ мкм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 1.5

Таблица 1.5

Расчетный припуск	Элементы припуска			Расчетный минимальный припуск, мкм	Сумма допусков звеньев в цепи, мкм	Расчетный максимальн ый припуск, мкм	Расчетный средний припуск, мкм
	$Rz_{i-1}$	$h_{i-1}$	$\rho_{i-1}$				
$Z_1$	80	50	60	190	680	870	$530 \pm 340$
$Z_2$	80	50	50	180	500	680	$430 \pm 250$
$Z_3$	40	50	32	122	350	472	$297 \pm 175$
$Z_4$	40	50	30	120	650	770	$445 \pm 325$

## 1.10 Расчёт технологических размеров

### 1.10.1 Расчет технологических размеров на диаметральны размеры

Расчет технических размеров определяется на основе размерного анализа процесса обработки нашей установленной размерной цепи.

1. Вычерчиваем размерную цепь для обработки наружной поверхности  $\varnothing 84^{+0.1}$  (Рисунок 1.15).

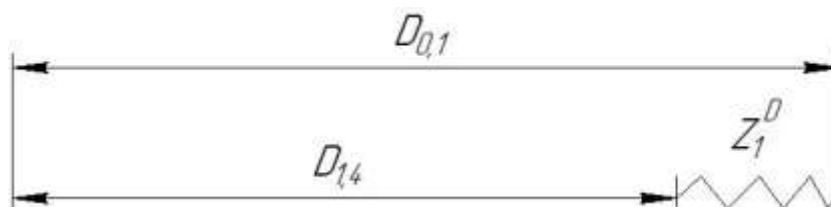


Рисунок 1.15 Размерная цепь для расчета технологических размеров

Технологический размер  $D_{1.4}$  должен быть таким же, как конструкторский  $K_{D2}$ , т.е.:  $D_{1.4} = K_{D2} = \varnothing 84^{+0,1}$  мм.

Рассчитаем технологический размер  $D_{0.1}$ :

$$D_{1.4_{cp}} = 84 + \frac{0,1}{2} = 84,05 \text{ мм.}$$

$$D_{0.1_{cp}} = D_{1.4_{cp}} + Z_{1cp}^D = 84,05 + 1,428 = 85,478 \text{ мм}$$

$$\text{Так как } TD_{0,1} = 1,8^{(+0,5)}_{(-1,3)} \text{ мм, } D_{0,1_{расч}} = 85,478^{(+0,5)}_{(-1,3)} \text{ мм.}$$

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{0.1} = 85,5^{(+0,5)}_{(-1,3)} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1max}^D = D_{0.1max} - D_{1.4min} = 86 - 84 = 2 \text{ мм.}$$

$$Z_{1min}^D = D_{0.1min} - D_{1.4max} = 84,2 - 84,1 = 0,1 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле:  $t = \frac{2Z}{2}$ .

Тогда максимально возможная глубина резания  $t_{max}$  (необходима для расчета максимальной возможной силы резания и мощности станка):

Максимальная глубина резания:

$$t_{1max} = \frac{Z_{1max}^D}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{1min} = \frac{Z_{1min}^D}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания::

$$t_{1cp} = \frac{t_{1max} + t_{1min}}{2} = \frac{(1 + 0,05)}{2} = 0,525 \text{ мм.}$$

2. Вычерчиваем размерную цепь для обработки наружной поверхности  $\varnothing 34_{-0,3}$  (Рисунок 1.16).

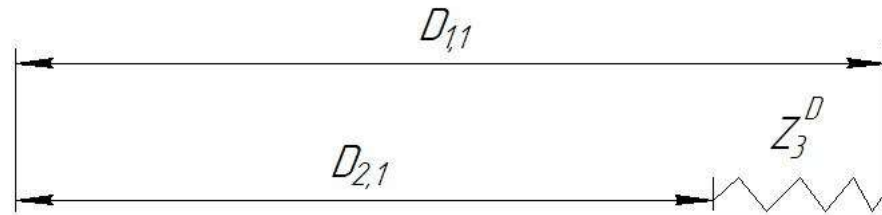


Рисунок 1.16 Размерная цепь для расчета технологических размеров

Технологический размер  $D_{2,1}$  должен быть таким же, как конструкторский  $K_{D3}$ , т.е.:  $D_{2,1} = K_{D3} = \varnothing 34_{-0,3}$  мм.

Рассчитаем технологический размер  $D_{1,1}$ :

$$D_{2,1_{cp}} = 33,85 \text{ мм.}$$

$$D_{1,1_{cp}} = D_{2,1_{cp}} + Z_{3cp}^D = 33,85 + 0,504 = 34,354 \text{ мм.}$$

Так как  $TD_{1,1} = 0,12_{(-0,12)}^0$  мм,  $D_{1,2_{расч}} = 34,354_{(-0,12)}^0$  мм.

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{1,1} = 34,4_{(-0,12)}^0 \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{3max}^D = D_{1,1max} - D_{2,1min} = 34,4 - 33,7 = 0,7 \text{ мм.}$$

$$Z_{3min}^D = D_{1,1min} - D_{2,1max} = 34,38 - 34,3 = 0,08 \text{ мм.}$$

Максимальная глубина резания:

$$t_{3max} = \frac{Z_{3max}^D}{2} = \frac{0,7}{2} = 0,35 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{3min} = \frac{Z_{3min}^D}{2} = \frac{0,08}{2} = 0,04 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{3cp} = \frac{t_{3max} + t_{3min}}{2} = \frac{(0,35 + 0,04)}{2} = 0,195 \text{ мм.}$$

3. Вычерчиваем размерную цепь для обработки отверстия Ø28H7 (рис.1.17).

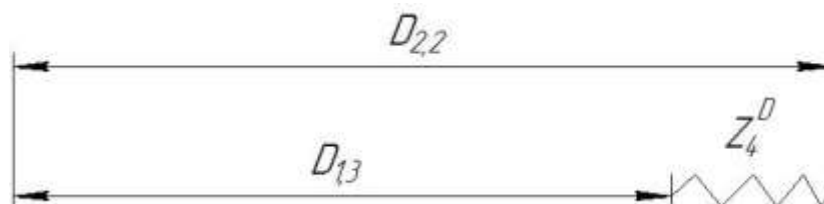


Рисунок 1.17 Размерная цепь для расчета технологического размера при обработке отверстия

Технологический размер  $D_{2.2}$  должен быть таким же, как конструкторский  $K_{D4}$ , т.е.:  $D_{2.2} = K_{D4} = \text{Ø}28^{+0,021} \text{ мм.}$

$$D_{2.2cp} = 28,0105 \text{ мм.}$$

$$D_{1.3cp} = D_{2.2cp} - Z_{4cp}^D = 28,0105 - 0,1705 = 27,84 \text{ мм.}$$

Так как  $TD_{1.3} = 0,12(^{+0,12}_0) \text{ мм, } D_{1.3расч} = 27,84(^{+0,12}_0) \text{ мм.}$

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{1.3} = 27,8(^{+0,12}_0) \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{4max}^D = D_{2.2max} - D_{1.3min} = 28,021 - 27,8 = 0,221 \text{ мм.}$$

$$Z_{4min}^D = D_{2.2min} - D_{1.3max} = 28 - 27,92 = 0,08 \text{ мм.}$$

Максимальная глубина резания:



$$t_{4max} = \frac{Z_{4max}^D}{2} = \frac{0,221}{2} = 0,1105 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{4min} = \frac{Z_{4min}^D}{2} = \frac{0,08}{2} = 0,04 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{4cp} = \frac{t_{4max} + t_{4min}}{2} = \frac{(0,1105 + 0,04)}{2} = 0,07525 \text{ мм.}$$

4. Вычерчиваем размерная цепь для обработки отверстия (Рисунок 1.18).

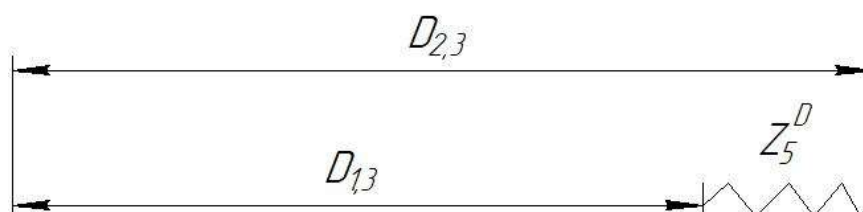


Рисунок 1.18 Размерная цепь для расчета технологического размера при обработке отверстия

Технологический размер  $D_{2,1}$  должен быть таким же, как конструкторский  $K_{D3}$ , т.е.:  $D_{2,3} = K_{D5} = \varnothing 26^{+0,084} \text{ мм.}$

$$D_{2,3cp} = 26 \text{ мм.}$$

$$D_{1,3cp} = D_{2,3cp} - Z_{5cp}^D = 26,042 - 0,198 = 25,844 \text{ мм.}$$

Так как  $TD_{1,3} = 0,12(^{+0,12}_0) \text{ мм, } D_{1,3расч} = 25,844(^{+0,12}_0) \text{ мм.}$

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{1,3} = 25,8(^{+0,12}_0) \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{5max}^D = D_{2,3max} - D_{1,3min} = 26,084 - 25,8 = 0,284 \text{ мм.}$$

$$Z_{5min}^D = D_{2.3min} - D_{1.3max} = 26 - 25,92 = 0,08 \text{ мм.}$$

Максимальная глубина резания:

$$t_{5max} = \frac{Z_{5max}^D}{2} = \frac{0,284}{2} = 0,142 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{5min} = \frac{Z_{5min}^D}{2} = \frac{0,08}{2} = 0,04 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{5cp} = \frac{t_{5max} + t_{5min}}{2} = \frac{(0,142 + 0,04)}{2} = 0,091 \text{ мм.}$$

5. Вычерчиваем размерная цепь для обработки отверстия (Рисунок 1.19).

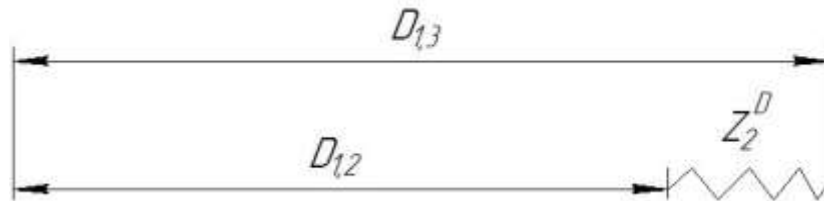


Рисунок 1.19 Размерная цепь для расчета технологического размера при

обработке отверстия

$$D_{1.3} = 25,8^{+0,12} \text{ мм}$$

$$D_{1.3cp} = 25,86 \text{ мм}$$

$$D_{1.2cp} = D_{1.3cp} - Z_{2cp}^D = 25,86 - 0,588 = 25,272 \text{ мм.}$$

$$\text{Так как } TD_{1.2} = 0,12({}_0^{+0,12}) \text{ мм, } D_{1.2расч} = 25,272({}_0^{+0,12}) \text{ мм.}$$

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$D_{1.2} = 25,3({}_0^{+0,12}) \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{2max}^D = D_{1.3max} - D_{1.2min} = 25,92 - 25,3 = 0,62 \text{ мм.}$$

$$Z_{2min}^D = D_{1.3min} - D_{1.2max} = 25,8 - 25,42 = 0,38 \text{ мм.}$$

Максимальная глубина резания:

$$t_{2max} = \frac{Z_{2max}^D}{2} = \frac{0,62}{2} = 0,31 \text{ мм.}$$

Минимальная глубина резания:

$$t_{2min} = \frac{Z_{2min}^D}{2} = \frac{0,38}{2} = 0,19 \text{ мм.}$$

Средняя глубина резания:

$$t_{2cp} = \frac{t_{2max} + t_{2min}}{2} = \frac{(0,31 + 0,19)}{2} = 0,25 \text{ мм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 1.6

Таблица 1.6

	Рассчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания	Средняя глубина резания
D <sub>0.1</sub>	85,5( <sup>+0,5</sup> <sub>-1,3</sub> )	1	0,05	0,525
D <sub>1.1</sub>	34,4( <sub>-0,12</sub> )	0,35	0,04	0,195
D <sub>1.2</sub>	25,3( <sup>+0,12</sup> )	0,31	0,19	0,25
D <sub>1.3</sub>	25,8( <sup>+0,12</sup> )	0,142	0,04	0,91

### 1.10.2 Расчёт технологических размеров на осевые размеры

1. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности A<sub>1.3</sub>  
(Рисунок 1.20).

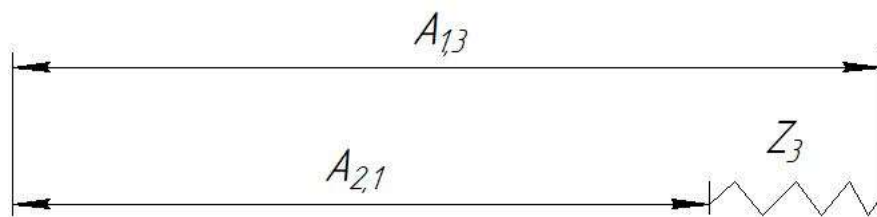


Рисунок 1.20 Размерная цепь для расчёта технологических размеров

Технологический размер  $A_{2,1}$  должен быть таким же, как конструкторский  $K_1$ , т.е.:  $A_{2,1} = K_1 = 9_{-0,3}$  мм.  $A_{2,1_{cp}} = 8,85$  мм.

Рассчитаем технологический размер  $A_{1,3}$ :

$$A_{1,3_{cp}} = A_{2,1_{cp}} + Z_{3_{cp}} = 8,85 + 0,297 = 9,147 \text{ мм.}$$

Потому, что  $TA_{1,3} = 0,1(-0,1)$  мм,  $A_{1,3_{расч}} = 9,147(-0,1)$  мм.

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$A_{1,3} = 9,2(-0,1) \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{3_{max}} = A_{1,3_{max}} - A_{2,1_{min}} = 9,2 - 8,7 = 0,5 \text{ мм.}$$

$$Z_{3_{min}} = A_{1,3_{min}} - A_{2,1_{max}} = 9,1 - 9 = 0,1 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле:  $t = Z$ .

Средняя глубина резания  $t_{cp}$ :

$$t_{3_{cp}} = \frac{t_{3_{max}} + t_{3_{min}}}{2} = \frac{(0,5 + 0,1)}{2} = 0,3 \text{ мм.}$$

2. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности  $A_{1,1}$  (Рисунок 1.21).

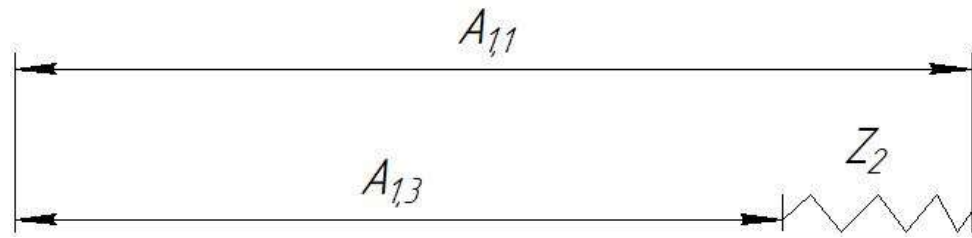


Рисунок 1.21 Размерная цепь для расчета технологических размеров

$$A_{1.3_{cp}} = 9,15 \text{ мм}$$

Рассчитаем технологический размер  $A_{1.1}$ :

$$A_{1.1_{cp}} = A_{1.3_{cp}} + Z_{2_{cp}} = 9,15 + 0,43 = 9,58 \text{ мм.}$$

Потому, что  $TA_{1.1} = 0,25(-0,25) \text{ мм}$ ,  $A_{1.1_{расч}} = 9,58(-0,25) \text{ мм}$ .

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$A_{1.1} = 9,6(-0,25) \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{2_{max}} = A_{1.1_{max}} - A_{1.3_{min}} = 9,6 - 9,1 = 0,5 \text{ мм.}$$

$$Z_{2_{min}} = A_{1.1_{min}} - A_{1.3_{max}} = 9,35 - 9,2 = 0,15 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле:  $t = Z$ .

Средняя глубина резания  $t_{cp}$ :

$$t_{2_{cp}} = \frac{t_{2_{max}} + t_{2_{min}}}{2} = \frac{(0,5 + 0,15)}{2} = 0,325 \text{ мм.}$$

3. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности  $A_{0.1}$  (Рисунок 1.22).

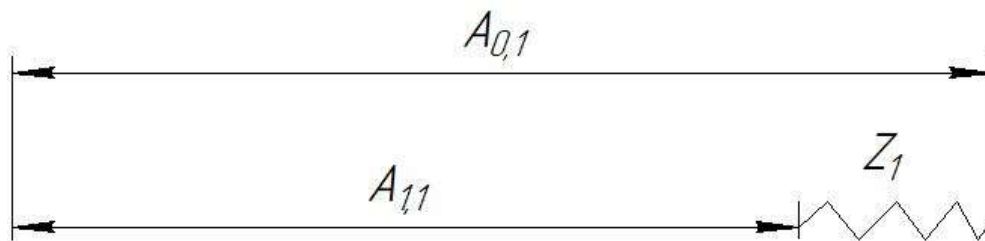


Рисунок 1.22 Размерная цепь для расчета технологических размеров

$$A_{1,1_{cp}} = 9,475 \text{ мм.}$$

Рассчитаем технологический размер  $A_{0,1}$ :

$$A_{0,1_{cp}} = A_{1,1_{cp}} + Z_{1_{cp}} = 9,475 + 0,53 = 10,005 \text{ мм.}$$

Потому, что  $TA_{0,1} = 0,43 \begin{pmatrix} +0,215 \\ -0,215 \end{pmatrix} \text{ мм}$ ,  $A_{0,1_{расч}} = 10,005 \begin{pmatrix} +0,215 \\ -0,215 \end{pmatrix} \text{ мм}$ .

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$A_{0,1} = 10 \begin{pmatrix} +0,215 \\ -0,215 \end{pmatrix} \text{ мм.}$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{1_{max}} = A_{0,1_{max}} - A_{1,3_{min}} = 10,215 - 9,35 = 0,865 \text{ мм.}$$

$$Z_{1_{min}} = A_{0,1_{min}} - A_{1,3_{max}} = 9,785 - 9,6 = 0,185 \text{ мм.}$$

Глубину резания рассчитываем по формуле:  $t = Z$ .

Средняя глубина резания  $t_{cp}$ :

$$t_{1_{cp}} = \frac{t_{1_{max}} + t_{1_{min}}}{2} = \frac{(0,865 + 0,185)}{2} = 0,525 \text{ мм.}$$

4. Вычерчиваем размерная цепь для обработки поверхности  $A_{1,3}$  (Рисунок 1.23).

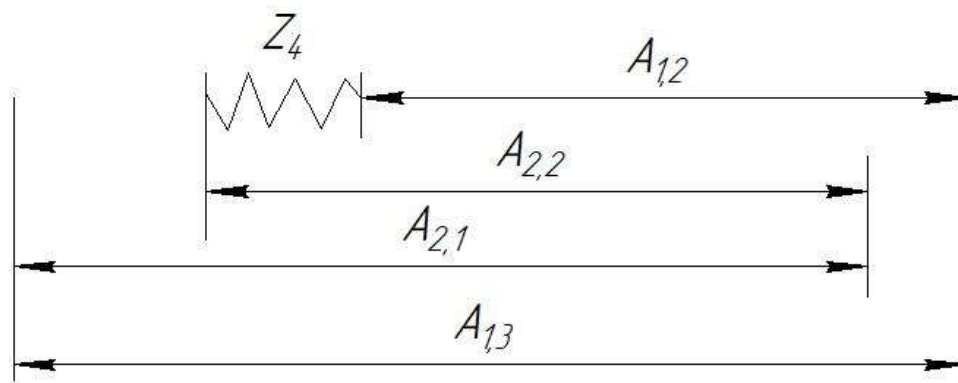


Рисунок 1.23 Размерная цепь для расчета технологических размеров

Технологический размер  $A_{2,1}$  должен быть таким же, как конструкторский  $K_1$ , т.е:  $A_{2,1} = K_1 = 9_{-0,3}$  мм.

Технологический размер  $A_{2,2}$  должен быть таким же, как конструкторский  $K_2$ , т.е.:  $A_{2,2} = K_2 = 7_{-0,1}$  мм.

$$A_{1,3cp} = 9,15 \text{ мм} \quad A_{2,1cp} = 8,85 \text{ мм} \quad A_{2,2cp} = 6,95 \text{ мм}.$$

Рассчитаем технологический размер  $A_{1,2}$ :

$$A_{1,2cp} = A_{1,3cp} - A_{2,1cp} + A_{2,2cp} - Z_{4cp} = 9,15 - 8,85 + 6,95 - 0,44 = 6,805 \text{ мм}.$$

Потому, что  $TA_{1,2} = 0,2(-0,2)$  мм,  $A_{1,2pacч} = 6,805(-0,2)$  мм.

Округление до номинального размера (потому что это охватываемый размер) с точностью до одной десятой миллиметра:

$$A_{1,2} = 6,8(-0,2) \text{ мм}.$$

Пересчитываем минимальный и максимальный припуск:

$$Z_{4max} = A_{1,3max} - A_{2,1min} + A_{2,2max} - A_{1,2min} = 9,2 - 8,7 + 7 - 6,6 = 0,9 \text{ мм}$$

$$Z_{4min} = A_{1,3min} - A_{2,1max} + A_{2,2min} - A_{1,2max} = 9,1 - 9 + 6,9 - 6,8 = 0,2 \text{ мм}.$$

Глубину резания рассчитываем по формуле:  $t = Z$ .

Средняя глубина резания  $t_{cp}$ :

$$t_{4cp} = \frac{t_{4max} + t_{4min}}{2} = \frac{(0,9 + 0,2)}{2} = 0,55\text{мм.}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 1.7

Таблица 1.7

	Рассчитанный размер, мм	Наибольшая глубина резания, мм	Наименьшая глубина резания	Средняя глубина резания
A <sub>0.1</sub>	10 <sup>(+0,215)</sup> <sub>(-0,215)</sub>	0,825	0,185	0,525
A <sub>1.1</sub>	9,6 <sub>(-0,25)</sub>	0,5	0,15	0,325
A <sub>1.2</sub>	6,8 <sub>(-0,2)</sub>	0,9	0,2	0,55
A <sub>1.3</sub>	9,2 <sub>(-0,1)</sub>	0,5	0,1	0,3

### 1.11 Выбор средств технологического оснащения

При выборе оборудования необходимо учитывать тип производства и выпуска. Технологическое оборудование назначается для каждой операции процесса обработки деталей.

Токарно-универсально станок с ЧПУ Модель TURN 450

Основные характеристики приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 –Технические характеристики

Расстояния между центрами	687	мм
Диаметр вращения над станиной	430	мм
Диаметр вращения над поперечными салазками	210	мм



Продолжение таблицы 1.8

Максимальные диаметр/длина точения	220/310	мм
По оси X	160	мм
По оси Z	310	мм
Мощность главного привода	13	кВт
Частота вращения (бесступенчатое регулирование)	0–6300	Мин-1
Максимальный крутящий момент (при 60 % ПВ)	78	Нм
Количество инструментов	12	
Частота вращения приводного инструмента	0–5000	Мин-1
Крутящий момент приводного инструмента	16	Нм
Диаметр / ход пиноли	60/120	мм
Длина x ширина x высота	2250	мм
	1630	
	1940	
Габариты станка	2250x1630x1950	мм
Масса	3300	кг

Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ Модель 2P135Ф2

Основные характеристики приведены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 –Технические характеристики

Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	35
Рабочая поверхность стола, мм	400×710
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	600
Вылет шпинделя, мм	450
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	45 – 2000
Число подач шпинделя	9
Подача шпинделя, мм/об	0,1 – 1,6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3,7
Габаритные размеры:	1800x2170x2700
Масса, кг	5390

### 1.12 Расчет режимов резания

При назначении режимов резания-следует учитывать характер процесса, размер и тип инструмента, материал режущей части, состояние заготовки и материал, состояние и тип оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливаются в следующем порядке:

1. подача;
2. скорость резания;
3. глубина резания.

Дальнейший расчет:

1. фактическая скорость резания;
2. число оборотов;
3. мощность резания;
4. главная составляющая силы резания;
5. проверка по мощности;
6. мощность главного привода движения.

### 1.12.1 Токарная операция с ЧПУ: подрезка торца А<sub>1.1</sub>

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

1. В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки:  $t = 0,525$  мм.
2. Назначьте подача  $S$  в соответствии с таблицей 11 [3, с.364].  
Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:  $s = 0,9$  мм/об.
3. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.10)$$

Коэффициент:  $C_v = 280$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$ , по табл. 17 [3, с.367].

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60$  мин [3, с.363].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (1.11)$$

Где  $K_{IV}$  - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$K_{ПV}$  - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;  
 $K_{MV}$  - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Определяем формулу по табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} \quad (1.12)$$

По табл. 2 [3, с. 359]:  $K_{\Gamma} = 1,1$ ;

По табл. 2 [3, с. 361]:  $n_V = 1,0$ ;

По табл. 5 [3, с. 361]:  $K_{ПV} = 0,9$ ;

По табл. 6 [3, с. 361]:  $K_{ИV} = 1$ .

Окончательно коэффициент  $K_V$  определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,97 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,87;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,525^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,87 = 124,05 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 124,05}{\pi \cdot 90} = 438,96 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 439 \text{ об/мин}$$

5. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}] \quad (1.13)$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 372]:

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

Коэффициент  $K_p$  определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} \quad (1.14)$$

$K_{mp}$  - определяется по формуле [3, с. 362]

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

Где  $\sigma_B=850\text{Мпа}$  - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3,с. 374]:

$$K_{\text{фр}}=1,08; K_{\text{γр}}=1; K_{\text{λр}}=1; K_{\text{гр}}=1.$$

$$K_p=K_{\text{мр}}K_{\text{фр}}K_{\text{γр}}K_{\text{λр}}K_{\text{гр}}=1,1 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1=1,19$$

Сила резания:

$$P_z=10C_p t^x s^y v^n K_p=10 \times 300 \times 0,5^1 \times 0,9^{0,75} \times 124,05^{-0,15} \times 1,19=800,4\text{Н}$$

6. Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{800,4 \cdot 124,05}{1020 \cdot 60} = 1,62\text{кВт} \quad (1.15)$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,62}{0,75} = 2,16\text{ кВт}; \quad (1.16)$$

### 1.12.2 Токарная операция с ЧПУ: точение поверхности ØД<sub>1.1</sub>

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

1. В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки:  $t = 3\text{ мм}$ .
2. Назначьте подача  $S$  в соответствии с таблицей 11 [3, с.364].

Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:  $s = 0,7\text{ мм/об}$ .

3. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V,$$

Коэффициент:  $C_V = 280$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$ , по табл. 17 [3, с.367].

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60$  мин [3, с.363].

Коэффициент  $K_V$ :

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

Выбираем формулу по табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}.$$

По табл. 2 [3, с. 359] :  $K_{\Gamma} = 1,1$ ;

По табл. 2 [3, с. 361] :  $n_V = 1,0$ ;

По табл. 5 [3, с. 361]:  $K_{ПV} = 0,9$ ;

По табл. 6 [3, с. 361]:  $K_{ИV} = 1$ .

Окончательно коэффициент  $K_V$  определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,97 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,87;$$

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 0,87 = 107 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 107}{\pi \cdot 90} = 378,62 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 379 \text{ об/мин}$$

5. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 372]:

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

Коэффициент  $K_p$  определяется по формуле [3,с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp}$$

$K_{mp}$ -определяется по формуле[3,с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

Где  $\sigma_B=850\text{Мпа}$  - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3,с. 374]:

$$K_{фp}=1,08; K_{yp}=1; K_{\lambda p}=1; K_{rp}=1.$$

$$K_p = K_{mp} K_{фp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,1 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,19$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 3^1 \times 0,7^{0,75} \times 107^{-0,15} \times 1,19 = 4066,4 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{4066,4 \cdot 107}{1020 \cdot 60} = 7,1 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{7,1}{0,75} = 9,47 \text{ кВт};$$

### 1.12.3 Токарная операция с ЧПУ: сверление отверстий ØД<sub>1.2</sub>

1. Диаметр сверла  $D_{1.2} = 25,3 \text{ мм}$ .
2. Быстрорежущая сталь Р6М5 – это материал сверла -.
3. Подача по таблице 35 [3, с. 381]:  $S=0,58 \text{ мм/об}$ .

$$\text{Глубина: } t_1 = 0,5 \cdot D_1 = 25,3 \cdot 0,5 = 12,65 \text{ мм}.$$

4. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v$$

Коэффициент:  $C_v = 9,8$ ;  $m = 0,20$ ;  $q = 0,40$ ;  $y = 0,50$  ; по табл. 38 [3, с.383].

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 50$  мин, по табл. 40 [3, с.384].

Коэффициент  $K_v$  :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV};$$

где  $K_{LV}$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления (см. Табл. 41);

$K_{IV}$  – коэффициент на инструментальный материал (см. Табл. 6);

$K_{MV}$  - коэффициент на обрабатываемый материал (см. Табл. 1-4).

$K_r = 1,2$ - определены по таблице 2 [3, с.359];

$K_{NV} = 1,0$  - определены по таблице 6 [3, с.361];

$K_{LV} = 1,0$  - определены по таблице 41 [3, с.385].

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV} = 1,0;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v = 21,4 \text{ м/мин};$$

5. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 21,4}{\pi \cdot 25,3} = \frac{269,4 \text{ об}}{\text{мин}};$$

6. Используем следующую формулу для определения крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (1.17)$$

Коэффициентов:  $C_M = 0,0345$ ;  $q = 2,0$  ;  $y = 0,8$  - по табл. 42 [3 с.385].

Коэффициенты, включенные в формулу, учитывают фактические



условия резания. Согласно таблице 9 [3 с.362]:

$$K_p = K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{850}{750} \right)^{0,9} = 1,12;$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 25,3^2 \cdot 0,58^{0,8} \cdot 1,12 = 160 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

7. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = \frac{160 \cdot 269,4}{9750} = 0,28 \text{ кВт};$$

8. Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,28}{0,75} = 0,38 \text{ кВт};$$

#### **1.12.4 Токарная операция с ЧПУ: Точение фаски А<sub>2.4</sub>**

Выбираем материалы режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

1. В соответствии с требованиями к точности размеров и шероховатости поверхности, указать глубину резания обработки:  $t = 0,5 \text{ мм}$ .
2. Назначьте подача  $S$  в соответствии с таблицей 14 [3, с.366].  
Посредством этого процесса подача устанавливается в соответствии с требованиями шероховатости поверхности и точности размеров:  $s = 0,8 \text{ мм/об}$ .
3. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

Коэффициент:  $C_v = 280$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$ , по табл. 17 [3, с.367].

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 60 \text{ мин}$  [3, с.363].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV},$$

Выбираем формулу по табл. 1 [3, с. 358]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}.$$

По табл. 2 [3, с. 359] :  $K_{\Gamma} = 1,1$ ;

По табл. 2 [3, с. 361] :  $n_V = 1,0$ ;

По табл. 5 [3, с. 361]:  $K_{PV} = 0,9$ ;

По табл. 6 [3, с. 361]:  $K_{IV} = 1$ .

Окончательно коэффициент  $K_V$  определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 0,97 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,87;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} K_V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,87 = 131,8 \text{ м/мин};$$

4. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 131,8}{\pi \cdot 28} = 1499,1 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическая скорость вращения шпинделя

$$n = 1499 \text{ об/мин}$$

5. Определяем основные составляющие силы резания по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p \quad [3, \text{с. 371}]$$

Значения коэффициентов определяем по таблице 22 [3, с. 372]:

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

Коэффициент  $K_p$  определяется по формуле [3, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp}$$

$K_{mp}$ -определяется по формуле [3, с. 362]

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

где  $\sigma_B = 850 \text{ Мпа}$  - фактический параметр

$n=0,75$ -определены по табл. 9 [3,с. 362]

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1$$

Значения коэффициентов определяем по табл. 23 [3,с. 374]:

$K_{\text{фр}}=1,08$ ;  $K_{\text{γр}}=1$ ;  $K_{\text{λр}}=1$ ;  $K_{\text{гр}}=1$ .

$$K_p = K_{\text{мр}} K_{\text{фр}} K_{\text{γр}} K_{\text{λр}} K_{\text{гр}} = 1,1 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 1,19$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_{\text{рт}}^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,5^1 \times 0,8^{0,75} \times 131,8^{-0,15} \times 1,19 = 686,7 \text{ Н}$$

6. Мощность резания [3,с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{686,7 \cdot 131,8}{1020 \cdot 60} = 1,48 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,48}{0,75} = 2,0 \text{ кВт};$$

### **1.12.5 Вертикально-сверлильная операция с ЧПУ: сверление отверстий ØД3.1**

1. Диаметр сверла  $D_{3.1} = 6,3 \text{ мм}$ .

Быстрорежущая сталь Р6М5 – это материал сверла -.

2. Подача по 35 [3, с. 381]:  $S=0,2 \text{ мм/об}$ .

3. Глубина:  $t_1 = 0,5 \cdot D_1 = 6,3 \cdot 0,5 = 3,15 \text{ мм}$ .

4. Скорость резания рассчитывается по следующей формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} K_v$$

Коэффициент:  $C_v = 7,0$ ;  $m = 0,20$ ;  $q = 0,40$ ;  $y = 0,70$  ; по табл. 38 [3, с.383].

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=25$  мин, по табл. 40 [3, с.384].

Коэффициент  $K_v$  :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV};$$

$K_r = 1,2$ - определены по таблице 2 [3, с.359];

$K_{NV} = 1,0$  – определены по таблице 6 [3, с.361];

$K_{LV} = 1,0$  – определены по таблице 41 [3, с.385].

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV} = 1,0;$$

Скорость резания определяем:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v = 23,7 \text{ м/мин};$$

5. Расчет скорости вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 23,7}{\pi \cdot 6,3} = \frac{1198,1}{\text{мин}};$$

6. Используем следующую формулу для определения крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Коэффициентов:  $C_M = 0,0345$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$  – по табл. 42 [3 с.385].

Коэффициенты, включенные в формулу, учитывают фактические условия резания. Согласно таблице 9 [3 с.362]:

$$K_p = K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{850}{750} \right)^{0,9} = 1,12;$$

Составляющие силы резания, формула:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,3^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,12 = 4,23 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

7. Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{4,23 \cdot 1198,1}{9750} = 0,52 \text{ кВт};$$

8. Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,52}{0,75} = 0,7 \text{ кВт};$$

### 1.13 Расчет основного времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, стр. 603]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.18)$$

Где  $i$  – число рабочих ходов;

$L$  – расчётная длина обработки, мм;

$S$  – подача, мм/об (мм/мин);

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{пд}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{в}} \quad (1.19)$$

Где  $l$  – размер детали на данном переходе, мм;

$l_{\text{пд}}$  – величина подвода инструмента, мм;

$l_{\text{сх}}$  – величина схода инструмента, мм;

$l_{\text{в}}$  – величина врезания инструмента, мм;

Принимаем:  $l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 1 \text{ мм}$ .

Величина врезания инструмента:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{\text{tg} \varphi}, \quad (1.20)$$

Где  $t$  – глубина резания, мм;

$\varphi$  – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.21)$$

Основное время для первой токарной операции:

### Токарная операция с ЧПУ:

переход 1: подрезать торец.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t_1}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(90 + \frac{0,525}{tg 90^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{439 \cdot 0,9} = 0,24 \text{ мин}$$

переход 2: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t_2}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(7 + \frac{3}{tg 90^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 9}{379 \cdot 0,7} = 0,48 \text{ мин}$$

переход 3: сверлить отверстие.

$$T_{o1} = \frac{\left(l + \frac{d_1}{2} \cdot ctg\varphi + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(9,5 + \frac{25,3}{2} \cdot ctg 59^\circ + 1 + 1\right) \cdot 1}{269 \cdot 0,58} = 0,12 \text{ мин;}$$

переход 4: подрезать торец

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t_4}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(90 + \frac{0,325}{tg 90^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{538 \cdot 0,6} = 0,29 \text{ мин}$$

переход 5: расточить отверстие.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t_5}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(9,2 + \frac{0,25}{tg 5^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{2218 \cdot 0,4} = 0,01 \text{ мин}$$

переход 6: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t_6}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(2,5 + \frac{0,525}{tg 90^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 6}{439 \cdot 0,9} = 0,08 \text{ мин}$$

### Токарная операция с ЧПУ:

переход 1: подрезать торец.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_7}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(90 + \frac{0,3}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{2156 \cdot 0,25} = 0,17 \text{ мин}$$

переход 2: точить поверхность.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_8}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(50 + \frac{0,55}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{797 \cdot 0,25} = 0,28 \text{ мин}$$

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_9}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(7 + \frac{0,195}{\operatorname{tg} 90^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{2273 \cdot 0,25} = 0,02 \text{ мин}$$

переход 3: расточить отверстие.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_{10}}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(7 + \frac{0,08}{\operatorname{tg} 5^\circ} + 1 + 1) \cdot 14}{3437 \cdot 0,25} = 0,15 \text{ мин}$$

переход 4: расточить отверстие.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_{11}}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(2 + \frac{0,09}{\operatorname{tg} 5^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{3136 \cdot 0,25} = 0,01 \text{ мин}$$

переход 5: точить фаску.

$$T_o = \frac{(l + \frac{t_{11 \text{ ос.ср}}}{\operatorname{tg} \varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(0,5 + \frac{0,5}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{1499 \cdot 0,8} = 0,01 \text{ мин}$$

**Вертикально-сверлильная операция с ЧПУ:**

переход 1: сверлить отверстия.

$$T_o = \frac{(l + \frac{d_1}{2} \cdot \operatorname{ctg} \varphi + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(2 + \frac{6,3}{2} \cdot \operatorname{ctg} 59^\circ + 1 + 1) \cdot 3}{1198 \cdot 0,2} = 0,05 \text{ мин;}$$

## 1.14 Определение штучно-калькуляционного времени

Вспомогательное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} \quad (1.22)$$

Где  $T_{\text{всп}}$ - вспомогательное время;

$T_{\text{уп.}}$ - время на управление станком;

$T_{\text{з.о.}}$ - время на закрепление и открепление детали;

$T_{\text{у.с.}}$ - время на установку и снятие детали;

$T_{\text{изм.}}$ - время на измерение детали;

Оперативное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп.}} \quad (1.23)$$

Время на обслуживание и отдых рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} \quad (1.24)$$

Штучное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о.}} \quad (1.25)$$

Подготовительно заключительное время определяем Штучно-калькуляционное время рассчитаем по следующим формуле:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left( \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right). \quad (1.26)$$

$n$  - количество деталей в настроечной партии,

$n = 11000$ шт;

$T_{\text{п.з.}}$ - Подготовительно заключительное время

### **Токарная операция с ЧПУ**

$T_o = 1,22$ мин;

Общее вспомогательное время:

$T_{\text{уп}}=0,25$  мин;  $T_{\text{у.с.}}+T_{\text{з.о.}}=0,18$  мин;  $T_{\text{изм.}}=0,15$  мин;

$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,18 + 0,25 + 0,15 = 0,58$  мин;

Оперативное время;



$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 1,22 + 0,58 = 1,8 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 1,8 = 0,27 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о.}} = 1,22 + 0,58 + 0,27 = 2,07 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.1}} = T_{\text{шт.}} + \left( \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 2,07 + \frac{13}{11000} \approx 2,07 \text{ мин};$$

### **Токарная операция с ЧПУ**

$$T_o = 0,64 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{\text{уп}} = 0,25 \text{ мин}; T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} = 0,2 \text{ мин}; T_{\text{изм.}} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,2 + 0,25 + 0,15 = 0,6 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп}} = 0,64 + 0,6 = 1,24 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 1,24 = 0,21 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о.}} = 0,64 + 0,6 + 0,21 = 1,45 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.2}} = T_{\text{шт.}} + \left( \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 1,45 + \frac{13}{11000} \approx 1,45 \text{ мин};$$

### **Вертикально-сверлильная операция с ЧПУ**

$$T_o = 0,05 \text{ мин};$$

Общее вспомогательное время:

$$T_{уп}=0,25 \text{ мин}; T_{у.с.}+T_{з.о.}=0,18 \text{ мин}; T_{изм}=0,15 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,18 + 0,25 + 0,15 = 0,58 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0,05 + 0,58 = 0,63 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 0,63 = 0,10 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 0,05 + 0,63 + 0,10 = 0,78 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.3} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 0,78 + \frac{13}{11000} \approx 0,79 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время деталей:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.к.1} + T_{шт.к.2} + T_{шт.к.3} = 2,07 + 1,45 + 0,79 = 4,31 \text{ мин.}$$

**Все результаты расчетов режимов резания и нормирование времени  
представлены в приложении Таблице П.А**

## **2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

В данном разделе проектируется специальное приспособление для сверления 3-отверстий в опоре подшипника для вертикально-сверлильного станка с ЧПУ 2P135Ф2.

### **2.1 Выбор режима резания**

Число оборотов сверл, с учетом типа станка:  $n = 1200$  об/мин.

Подача:  $S=0,2$  мм/об.

Глубина резания  $t = 3,15$  мм.

Фактическая скорость резания:

$$V_1 = 23,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

### **2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления**

После предоставления технических решений и исходных данных в рамках нашей компетенции мы продолжаем проектировать оборудование. Целью этого раздела является создание жизнеспособных, экономически эффективных продуктов при производстве и удовлетворение всех требований к конструкции оборудования. Перед нанесением принципиальной схемы и перед установкой крепежного устройства необходимо определить, какие поверхности заготовки будут зафиксированы в процессе обработки на станке. Мы будем использовать указанную позицию приложения усилия

**Technical drawing of a mechanical device (likely a pump or valve assembly).**

**Top View (A-A):** Shows the internal components and dimensions. Key dimensions include 11, 22, 12, 20, 21, 10, 9, 15, 10, 16, 2, 3, 4, 5, 17, 16, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100. The drawing also shows a cross-section (A-A) with dimensions 17, 16, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

**Side View:** Shows the external dimensions and components. Key dimensions include 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

**Technical Characteristics:**

- 1. Model of the device: 154.480002.0100.0005
- 2. Working pressure: 0.25 MPa
- 3. Technical requirements: 1. The device must be made of stainless steel (AISI 304).
- 2. The device must be made of stainless steel (AISI 304).
- 3. The device must be made of stainless steel (AISI 304).
- 4. The device must be made of stainless steel (AISI 304).

**Table:**

№	Наименование	Единица измерения	Значение
1	Модель устройства		154.480002.0100.0005
2	Рабочее давление	МПа	0.25
3	Технические требования		1. Устройство должно быть изготовлено из нержавеющей стали (АИС 304).
4	Дополнительные требования		2. Устройство должно быть изготовлено из нержавеющей стали (АИС 304).
5	Дополнительные требования		3. Устройство должно быть изготовлено из нержавеющей стали (АИС 304).
6	Дополнительные требования		4. Устройство должно быть изготовлено из нержавеющей стали (АИС 304).

## Чертёж приспособления в приложении В

### Таблице П.Г

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по

ГОСТу и нормативам машиностроения.

### 2.3 Определение необходимой силы зажима

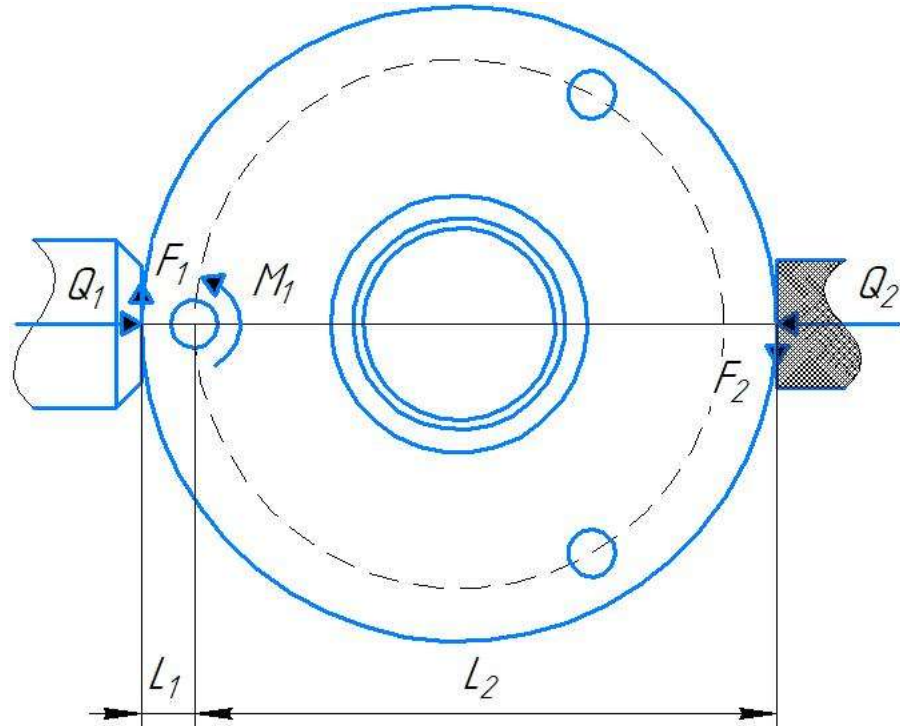


Рисунок 2.2 Схема «Сила зажима»

1. Сила зажима по формуле [5,стр.241]:

$$Q = 0.785(D^2 - d^2)p\eta \quad (2.1)$$

Где  $Q$  – сила зажима;

$D$  – диаметр цилиндра; [5, стр.205, табл IV.1]

$d$  – диаметр штока; [5, стр.205, табл IV.1]

$p$  – давление сжатого воздуха в кгс/см<sup>2</sup>;

$\eta$  – к.п.д цилиндра.

$D = 100\text{мм} = 10\text{см}$ ;  $d = 25\text{мм} = 2.5\text{см}$ ;  $p = 4\text{кгс/см}^2$ ;  $\eta = 0.90$

$$Q_1 = Q_2 = 0.785(10^2 - 2.5^2) \cdot 4 \cdot 0.9 = 2649.4\text{Н}$$

2. Рассчитаем крутящий момент сверления по формуле:

$$M_1 = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Коэффициентов:  $C_M = 0,0345$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$  - по таблице 42 [3, с.385].

$$M_1 = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,3^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,12 = 4,23 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

3. Рассчитаем силу трения по формуле:

$$F_1 = Q_1 \cdot f = 2649,4 \cdot 0,075 = 198,7 \text{ Н}$$

$$F_2 = Q_2 \cdot f = 2649,4 \cdot 0,075 = 198,7 \text{ Н}$$

Где  $F$  – сила трения;

$f$  - коэффициент трения.

4. Рассчитаем крутящий момент зажима по формуле:

$$M_2 = F_1 \cdot L_1 + F_2 \cdot L_2 = 198,7 \cdot 0,007 + 198,7 \cdot 0,077 = 16,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Здесь: Сумма  $L_1$  и  $L_2$  равна диаметру опоры подшипники;

$$F_1 = F_2.$$

$$M_2 = F_1 \cdot (L_1 + L_2) = F_1 \cdot d_0 = 198,7 \cdot 0,084 = 16,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мы можем нарисовать следующие отношения:

$$M_2 > M_1$$

Сила зажима, предоставляемая этим приспособлением, больше, чем крутящий момент при сверлении, поэтому это приспособление может закрепить детали во время работы.

## 2.4 Расчет на точность обеспечения конструкторских размеров:

Расчет на точность предполагает анализ погрешностей, возникающих при установке заготовки в приспособлении. При этом сравниваются фактическая  $\xi_f$  и допустимая  $\xi_{\text{доп}}$  погрешности установки заготовки по

следующей зависимости:

$$\xi_{\phi} \leq \xi_{\text{доп}} \quad (2.2)$$

Величина максимального зазора  $S_{\text{max}}$  определится по следующей зависимости:

$$S_{\text{max}} = D_{\text{max}} - d_{\text{min}} \quad (2.3)$$

Где:  $D_{\text{max}}$  – наибольший предельный размер отверстия в заготовке;

$d_{\text{min}}$  – наименьший предельный размер диаметра оправки.

На чертеже размер  $D_{\text{max}}$  равен  $28H7^{(+0,021)}$  мм. Диаметр оправки для установки заготовки выполняется, как правило, с полем допуска  $g6$ . Значит, будет  $28g6_{-0,020}^{-0,007}$  мм. Следовательно,

$$S_{\text{max}} = 28,021 - 28,980 = 0,041 \text{ мм.}$$

Следовательно,  $\xi_6 = 0,041$  мм.

Погрешность закрепления  $\xi_3$  заготовки в приспособлении в данном случае можно принять равной нулю, так как направление вектора зажима не совпадает с направлением выполняемого размера.

Отсюда фактическая погрешность  $\xi_{\phi}$  установки заготовки в приспособление будет равна:

$$\xi_{\phi} = \sqrt{0,041^2 + 0^2} = 0,041 \text{ мм} \quad (2.4)$$

Следовательно,  $\xi_{\phi} = 0,041$  мм.

Расчет допустимой погрешности  $\xi_{\text{доп}}$  установки заготовки в приспособление выполняется по следующей зависимости:

$$\xi_{\text{доп}} = \sqrt{(T - \Delta_{\text{пр}})^2 - \tau^2} \quad (2.5)$$

Где:  $T$  – величина допуска на выполняемый размер;

$\Delta_{\text{пр}}$  – погрешность размера, связанная с приспособлением;

$\tau$  – погрешность размера, связанная с методом обработки.

Величина  $\Delta_{\text{пр}}$  определяется следующим образом:

$$\Delta_{\text{пр}} = \Delta_{\text{пр1}} + \Delta_{\text{пр2}} \quad (2.6)$$

Где:  $\Delta_{\text{пр1}}$  – погрешность изготовления приспособления;

$\Delta_{\text{пр2}}$  – погрешность установки приспособления на станке

Известно, что отверстие выполняется диаметром  $6,3^{+0,2}$ . Отсюда, допуск выполняемого отверстия диаметром  $6,3^{+0,2}(+0,2)$  будет равен  $T_{6,3} = 0,2$  мм. Погрешность  $\Delta_{\text{пр1}}$  можно принять равной ( $\frac{1}{2} \div \frac{1}{4}$ ) от допуска на настроечный размер сверла относительно установочного элемента. В данном случае настроечным является размер от оси оправки приспособления до оси отверстия равен  $35^{+0,1}_{-0,1}$  мм, а допуск  $T_{35} = 0,2$  мм. Тогда  $\Delta_{\text{пр1}} = \frac{1}{3} \cdot T_{35} = 0,067$  мм. Погрешность  $\Delta_{\text{пр2}}$ , согласно рекомендациям технической литературы, для деталей нормальной точности может быть принята равной 0,02 мм.

Следовательно,

$$\Delta_{\text{пр}} = \Delta_{\text{пр1}} + \Delta_{\text{пр2}} = 0,067 + 0,02 = 0,087 \text{ мм}$$

Погрешность  $\tau$ , связанная с методом обработки соответствует точности обработки на станке, для которого проектируется приспособление. Для вертикально-сверлильных станков по ГОСТ 370-93, при проверке горизонтального размера, допуск на длине продольного перемещения стола до 560 мм для станков класса точности Н (нормальная точность) составляет 30 мкм. Следовательно, величина  $\tau$  может быть принята равной 0,03 мм.

После подстановки принятых параметров в (2.5)  $\xi_{\text{доп}}$  будет иметь



следующее значение:

$$\xi_{\text{доп}} = \sqrt{(0,2 - 0,087)^2 - 0,03^2} = 0,11 \text{ мм}$$

Следовательно, в соответствии с зависимостью (2.2) можно записать:

$$0,041 \text{ мм} < 0,11 \text{ мм}.$$

Заданная точность расположения трех отверстий на диаметре  $6,3^{+0,2}$  при выбранной схеме установки на сверлильной операции будет обеспечена.

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

Студенту:

Группа	ФИО
154A61	Ван Чжэн

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Анализ конкурентных технических решений (НИ).	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ).	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ).	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ).	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
1. Оценка конкурентоспособности ИП 2. Матрица SWOT	

3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	13.04.20
---	----------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		13.04.20

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А61	Ван Чжэн		13.04.20

### **3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,**

#### **РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

##### **Введение**

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и определить финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

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

#### 3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Оценка конкурентоспособности

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		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
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	5	2	2	0,1	0,06	0,04
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	2	4	0,7	0,4	0,6
3. Помехоустойчивость	0,01	2	1	1	0,02	0,01	0,01
4. Энергоэкономичность	0,01	5	3	2	0,05	0,03	0,01
5. Надежность	0,3	5	2	4	1,5	0,8	1,2
6. Уровень шума	0,01	1	1	2	0,01	0,01	0,02
7. Безопасность	0,1	4	5	3	0,6	0,5	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	2	2	0	0	0
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,01	5	5	5	0,04	0,05	0,05

Продолжение таблицы 3.1

10. Простота эксплуатации	0	5	4	4	0	0	0
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	2	0,3	0,2	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	4	2	2	0,12	0,08	0,04
3. Цена	0,05	4	2	3	0,12	0,03	0,06
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	2	2	0,3	0,3	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,04	4	3	2	0,16	0,12	0,05
6. Финансирование научной разработки	0,03	3	3	3	0,09	0,09	0,09
7. Срок выхода на рынок	0,01	1	2	2	0,02	0,02	0,02
8. Наличие сертификации разработки	0,04	5	4	2	0,2	0,16	0,07
Итого	1	68	51	48	4,33	2,86	2,98

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (3.1)$$

Где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

### 3.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Матрица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
С1. Низкая цена исходного сырья.	Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.
С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.	Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.
С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.	Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.
С4. Экологичность технологии.	Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.
С5. Квалифицированный персонал.	Сл5. Вероятность получения брака.
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ.	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.
В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
В3. Внедрение передовых технологий.	
В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность

проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 3.3–3.6.

Таблица 3.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	+	-	-
	B3	-	+	-	+	-
	B4	+	+	-	-	-

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	+	+	+
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-	-

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	-	+	-	-	-

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые



стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</b></p> <p>С1. Низкая цена исходного сырья.</p> <p>С2. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции.</p> <p>С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.</p> <p>С4. Экологичность технологии</p> <p>С5. Квалифицированный персонал.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</b></p> <p>Сл1. Отсутствие ссылок и материалов для соответствующих научных исследований.</p> <p>Сл2. Долгое время подготовки образца, используемого при проведении научного исследования.</p> <p>Сл3. Высокие требования к экспериментальному оборудованию.</p> <p>Сл4. Эксперименты имеют большие погрешности и неопределенности.</p> <p>Сл5. Вероятность получения брака.</p>
<p><b>Возможности</b></p> <p>В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.</p> <p>В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.</p>	<p><b>Направления развития</b></p> <p>В2С2С3. Высокая трещиностойкость и ударопрочность продукции позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки.</p>	<p><b>Сдерживающие факторы</b></p> <p>В1Сл3Сл4Сл5. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.</p>

### Продолжение таблицы 3.7

В3. Внедрение технологии в аэрокосмической области	В4С1С2. Низкая цена исходного сырья и высокая трещиностойкость и ударпрочность продукции являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.	
В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.		
<b>Угрозы</b>	<b>Угрозы развития</b>	<b>Уязвимости:</b>
У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.	У1С2. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, наши продукты имеют лучшие механические свойства, больше перспектив развития.	У1Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.
У2. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.	У2С2. Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами, являются более привлекательными мировом рынке.	

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

## 3.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;

- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР	Инженер Научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер Научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер

Продолжение таблицы 3.8

	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер Научный руководитель
	10	Составление пояснительной записки	Инженер

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (3.2)$$

где  $t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{min\ i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{max\ i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой  $i$ -ой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{q_i}, \quad (3.3)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ож\bar{i}}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \times K_{kal} \quad (3.4)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$K_{kal}$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$K_{kal.инж.} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (3.5)$$

где  $T_{кал}$  – общее количество календарных дней в году;

$T_{вых}$  – общее количество выходных дней в году;

$T_{пр}$  – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях  $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях  $T_{ki}$
	$t_{min}$ , чел-дни		$t_{max}$ , чел-дни		$t_{ож\bar{i}}$ , чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		

Продолжение таблицы 3.9














1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
<b>Итого:</b>	7	59	15	84	10,2	69	68,5	102

Примечание: Исп. 1 – Научный руководитель, Исп. 2 –Инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения

проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп.	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4												
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4	 											
3	Обзор научной литературы	Исп2	11												
4	Выбор методов исследования	Исп2	6												
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7			 									
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9												
7	Проведение эксперимента	Исп2	25												
8	Обработка полученных данных	Исп2	18												
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5								 				
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13												

Примечание:



– Исп. 1 (научный руководитель),



– Исп. 2 (инженер)

### 3.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

### 3.4 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Таблица 3.11 материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество, ед.	Сумма, руб.
Комплекс канцелярских принадлежностей	340	5	1700
Картридж для лазерного принтера	3 490	2	6980
Итого:			8680

### 3.5 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и



эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n} \quad (3.6)$$

где  $n$  – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \times И}{12} \times м \quad (3.7)$$

где  $И$  – итоговая сумма, тыс. Руб.;  $м$  – время использования, мес.

Таблица 3.12 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. Руб.	Общая стоимость оборудования, Тys.руб.	МВ.ИЗ. мес.	$H_A$ %	$A_{АМО.}$ .руб.
1	ПЭВМ	1	3	50	50	0,6	33	4167
2	ПРИНТОР	2	4	15	30	0,7	25	1875
3	КСЕРОКС	1	7	32	32	0,7	14	1143
<b>Итого</b>								7185

### 3.6 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата  $З_{осн}$  одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (3.8)$$

где  $Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата, руб.;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{60000 \times 10,3}{246} = 2512 \text{ руб.}$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня –  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней –  $M = 10,3$  месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{35000 \times 11,2}{246} = 1593 \text{ руб.}$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_m = Z_{мс} \times (1 + K_{пр} + K_d) \times K_p = 31000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 60450$$

– для инженера:

$$Z_m = Z_{мс} \times (1 + K_{пр} + K_d) \times K_p = 18000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 35100$$

где  $Z_{мс}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;  $k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равен 0,3;  $k_d$  – коэффициент доплат и надбавок,

равен 0,2;  $k_p$  – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 3.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 3.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$З_{мс} \cdot \text{руб.}$	$k_{np}$	$k_o$	$k_p$	$З_m \cdot \text{руб.}$	$З_{дн} \cdot \text{руб.}$	$T_p \cdot \text{раб. дн.}$	$З_{осн} \cdot \text{руб.}$
Руководитель	31000	0,3	0,2	1,3	50700	2512	13,5	33912
Инженер	18000	0,3	0,2	1,3	31200	1593	68,5	109120.5
Итого:								143032.5

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{доп} = K_{доп} \times З_{осн} = 0,15 \times 33912 = 5086.8 \text{руб}$$

– для инженера:

$$З_{доп} = K_{доп} \times З_{осн} = 0,15 \times 109120.5 = 16368.1 \text{руб}$$

где  $k_{дон}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

### 3.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times (33912 + 5086.8) = 11699.6 \text{руб}$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times (109120.5 + 16368.1) = 37646.6 \text{руб}$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

### 3.8 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.16):

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр},$$

Величина накладных расходов определяется по формуле

где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

Таблица 3.15 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.		
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3
1	Материальные затраты НИР	8680	6214	15964
2	Затраты на специальное оборудование	7185	163826	188055

Продолжение таблицы 3.15

3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	143032,5	143032,5	143032,5
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	21454,9	21454,9	21454,9
5	Отчисления во внебюджетные фонды	49346,2	49346,2	49346,2
6	Накладные расходы	36751,8	14099,8	14099,8
Бюджет затрат НИР		266450,4	397973,4	431952,4

### 3.9 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

**Интегральный показатель финансовой эффективности** научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовые значения по всем вариантам

исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (3.9)$$

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

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

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 388963,4$  руб;  $\Phi_{\text{исп.2}} = 397973,4$  руб;  $\Phi_{\text{исп.3}} = 431952,4$  руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тех.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тех.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{266450,4}{431952,4} = 0,61$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{397973,4}{431952,4} = 0,92$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{431952,4}{431952,4} = 1$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

**Интегральный показатель ресурсоэффективности** вариантов выполнения НИР ( $I_{pi}$ ) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4	4

Продолжение таблицы 3.16

2. Стабильность работы	0,2	4	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	4
4. Механические свойства	0,3	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	4	5
ИТОГО	1	4,65	3,8	4,05

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^5 K_{вес.} \times \frac{T_{np}}{uc} \quad (3.10)$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр.i}} \quad (3.11)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,65}{0,90} = 5,2 \quad I_{исп.1} = \frac{3,8}{0,92} = 4,1 \quad I_{исп.1} = \frac{4,05}{1} = 4,05$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 3.17).

Таблица 3.17 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,61	0,92	1

Продолжение таблицы 3.17

2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,8	4,05
3	Интегральный показатель эффективности	5,2	4,1	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,81	0,78

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

### **Выводы по разделу**

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 266450.4 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,61,



что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65, по сравнению с 3,8 и 4,05;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,3, по сравнению с 4,2 и 4,05, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

# ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

## «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
154A61	Ван Чжэн

ШКОЛА		Отделение	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

**Тема дипломной работы: Проектирование технологического процесса изготовления детали  
«Опора подшипника»**

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<b>1. Характеристика объекта исследования</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• вещество,</li> <li>• материал,</li> <li>• прибор,</li> <li>• алгоритм,</li> <li>• методика,</li> <li>• рабочая зона</li> </ul> и области его применения.	<p>Объектом исследования является технологический процесс изготовления опоры подшипника.</p> <p>Рабочая зона–участок цеха.</p> <p>Область применения: автоматизация технологического процесса.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <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>Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197.</p>
<b>2. Производственная безопасность:</b> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>– отклонение параметров микроклимата в помещении;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенный уровень шума/вибрация;</li> <li>– вредные вещества;</li> </ul> <p>Психофизические факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенная нагрузка на органы зрения</li> <li>– длительные статические нагрузки;</li> <li>– монотонность труда;</li> <li>– нервно-эмоциональное напряжение.</li> </ul> <p>Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека при работе с программным обеспечением в рабочем помещении, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– опасность поражения электрическим током,</li> <li>– опасность поражения статическим электричеством,</li> <li>– короткое замыкание.</li> <li>– Работа механизмов;</li> <li>– Запыленность;</li> </ul> <p>- СИЗы;</p>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Утилизация используемой орг.техники, макулатуры и люминесцентных ламп.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<p>Чрезвычайная ситуация техногенного характера для места– пожар.</p> <p>Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• эвакуации, огнетушитель.</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.20
--	----------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин А.И.	д.т.н.		13.04.20

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154А61	Ван Чжэн		13.04.20

## **4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

### **Введение**

Задачей данного раздела является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда Технолога, и разработка мер защиты от них, оценка условий труда микроклимата рабочей среды. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Безопасность жизнедеятельности человека определяется характером труда, его организацией, взаимоотношениями, существующими в трудовых коллективах, организацией рабочих мест, наличием опасных и вредных факторов в среде обитания, таких как свет, звук, излучения, природные явления.

При определенной величине факторы могут причинить ущерб здоровью, т.е. быть причиной заболеваний и травм различной тяжести.

Длительная работа на компьютере может отрицательно воздействовать на здоровье человека. Монитор персонального компьютера, является источником электростатического поля; слабых электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном диапазонах (2 Гц...400 кГц); рентгеновского излучения; ультрафиолетового излучения; инфракрасного излучения; излучения видимого диапазона.

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

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”
2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
11. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

#### 4.2. Производственная безопасность

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения

Таблица 4.1 -Вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Приводятся нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы. Например, требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].
2.Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

#### 4.2.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

Повышенная влажность воздуха ( $\phi > 85\%$ ) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ( $\phi < 20\%$ ) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 4.2 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	$\leq 0.1$
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	$\leq 0.2$

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и



состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

#### **4.2.2 Вредные вещества**

Среди химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыведение, сопровождающиеся процессы абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.), а также при работе с СОЖ.

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда, респиратор.

### **4.2.3. Производственный шум**

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

### **4.2.4 Освещенность**

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает

высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения  $A = 10$  м, ширина  $B = 8$  м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1,0$  м.

Площадь помещения:  $S = A \times B$ ,

где  $A$  – длина, м;  $B$  – ширина, м.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем  $\lambda = 1,2$ , расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 0,5$  м.

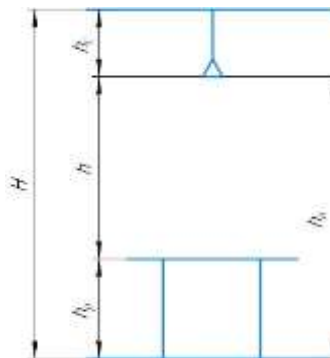


Рисунок 4.1 Основные расчетные параметры

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$h = h_n - h_p$ , где  $h_n$  – высота светильника над полом, высота подвеса,

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР:  $h_n = 3,5$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.} \quad (4.1)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м} \quad (4.2)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_b = \frac{B}{L} = \frac{8}{2,4} = 3,3 \approx 3 \quad (4.3)$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = \frac{A}{L} = \frac{10}{2,4} = 4,16 \approx 4 \quad (4.4)$$

Общее число светильников:

$$N = N_a \cdot N_b = 3 \cdot 4 = 12 \quad (4.5)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м} \quad (4.6)$$

Размещаем светильники в два ряда.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 8}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97 \quad (4.7)$$

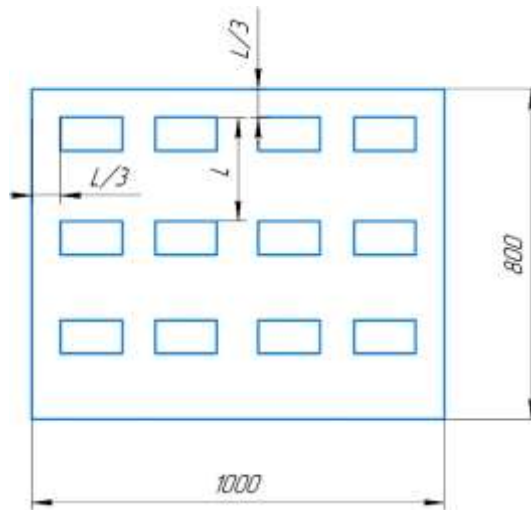


Рисунок 4.2 План размещения светильников

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 4061 \text{ лм} \quad (4.8)$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$\begin{aligned} -10\% &\leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%; \\ \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% &= \frac{2600 - 2457,45}{2457,45} \cdot 100\% = -6,1\%. \end{aligned} \quad (4.9)$$

Таким образом:  $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$ , необходимый световой поток.

#### 4.2.5 Электробезопасность

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с

присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

#### **4.3.Экологическая безопасность:**

##### **Защита атмосферы**

Для защиты от загрязнения атмосферного воздуха на экологическое время применение следующих мер защиты:

- экологизацию технологических процессов;
- очистки газа от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;

– Приборы санитарно-план строительства защита зоны и т. д.

Очистка газов от вредных примесей. Нынешний технический уровень не позволил добиться всеобъемлющего предупреждению преступности вредных примесей в атмосфере и выбросов газа. В широко различных способ заключается в использовании очистки отработавших газов, аэрозолей (пыли) и токсичных газов и загрязняющих веществ (NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> и др.).

Устройства санитарно-защитных зон и деятельность по планированию строительства.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами и т. д.

Защита гидросферы

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения.

Для предотвращения от засорения принимать меры по устранению в водах и реки строительного мусора, твердых отходов, где разработка грунта и других объектов, могут негативно влиять на качество воды, условия обитания рыб и др.

#### **4.4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

##### **Природная – сильные морозы зимой;**

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют. Возможными ЧС на

объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия. Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные газовые обогреватели с катализаторами. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. В случае обрыва линий электропередач должны быть предусмотрены электрогенераторы, которые и будем использовать для электрообогревателей и другого вида оборудования. Нужно иметь запасы воды для сотрудников и для технических нужд. Заключить договоры с транспортными компаниями, что переложит ответственность в случае ЧС на них. Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности. Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

**Техногенная – исключить несанкционированное проникновение  
посторонних на рабочее место**



Производство находится в городе Томске. В этом случае неработающим легко войти в мастерскую и помешать работе. В то же время, эта ситуация также делает людей легко пойманными в неожиданных травмах. В ответ на эту ситуацию предприятия должны быть оснащены системой контроля доступа у двери, персонал должен использовать карту доступа для входа и выхода и камеру у двери, чтобы не допустить насильственного проникновения на завод.

### **Выводы**

Раздел «Социальная ответственность» содержит анализ вредных и опасных факторов производственной среды, рассмотрены также вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Основной целью данного раздела являлось создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

В ходе исследования рабочего места было выявлено соответствие следующий факторов: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума и вибрации, нагрузка на органы зрения, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности.

## **Заключение**

В «Технологическом» и «Конструкторском» разделе я выполнил процесс обработки детали, определил размер обработки и расчёт усилия для закрепления заготовки и спроектировано механизированное приспособление с пневмоприводом, и у меня было более глубокое понимание всего процесса обработки детали.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен анализ затрат.

В этом разделе «Социальная ответственность» мы анализируем некоторые факторы в производственном цехе, рассматриваем возможные опасности и принимаем превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы цеха.

## Список литературы

1. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ОООИД «Альянс», 2015. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского и А.Г. Суслова. Пятое издание, исправленное. 2003. – 943 с, илл.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 1986. 656 с., илл
5. Ансеров М. А., Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции – Л.: «МАШГИЗ», 1960, 638 с.

## Приложение А

Таблица А Режимы резания и нормы времени

№ п/п	№ оп.- пер ехо да	Вид обрабо тки и тех. р- р	Режущий инструмент и его материал	Ø d (D) детали или инстр. (расчё тный диамет р), мм	Дл ина в наа	Ø d <sub>max</sub> (D <sub>max</sub> ) или длина A <sub>max</sub> детали до обработк и	Ø d <sub>min</sub> (D <sub>min</sub> ) или длина A <sub>min</sub> детали после обработк и	Прип уск Z <sub>max</sub>	Глуби на резани я t <sub>max</sub> , мм	Число проход ов i, шт	Подач а s, мм\об (мм/м ин)	Скор ость резан ия v, м/ми н	Частот а враще ния шпинд еля n, об/мин	t <sub>осн</sub> , мин	t <sub>всп</sub> , ми н	T <sub>п-з</sub> , ми н (на всю опе рац ию)	t <sub>шт-к</sub> мин
1	1.1	подрез ать торец	Резец Т15К6, φ=90°, r=2 мм, γ=10°, λ=0°	ø 90	90	10.215	9.35	0.865	0,525	1	0,9	124,0 5	439	0,24	0,5 8		
	1.2	точить поверх ность	Резец Т15К6, φ=90°, r=2 мм, γ=10°, λ=0° °	ø 34.4	7		6.6	3.25	3	9	0,7	107	379	0,48	0,5 8		

Продолжение таблицы А

	1,3	сверлит ь отверст ие	Сверло Р6М5	Ø 25.3	9.5		25.3		12,65	1	0,58	21,4	270	0,12	0,58	4,31	2,0 7
	1,4	подреза ть торец	Резец Т15К6, $\varphi=90^\circ$ , $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$ , $\lambda=0^\circ$	Ø90	9	9.6	9.1	0.5	0,325	1	0,6	152,0 2	538	0,29	0,58		
	1,5	расточи ть отверст ие	Резец Т15К6, $\varphi=5^\circ$ , $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$ , $\lambda=0^\circ$	Ø25. 8	9.2	25.42	25.8	0.38	0,25	1	0,4	193,6	2218	0,01	0,58		
	1,6	точить поверхн ость	Резец Т15К6, $\varphi=90^\circ$ , $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$ , $\lambda=0^\circ$	Ø84	2.5	85.5	84	1.5	0,525	6	0,9	124,0 5	439	0,08	0,58		
2	2,1	подреза ть торец	Резец Т15К6, $\varphi=90^\circ$ , $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$ , $\lambda=0^\circ$	Ø34. 4	90	9.5	8.7	0.8	0,3	1	0,25	230,1 5	2156	0,17	0,6		

Продолжение таблицы А

	2,2	точить поверхно сть	Резец Т15К6, $\varphi=90^\circ$ , $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$ , $\lambda=0^\circ$	Ø34	50	5.8	6.9	1.1	0,55	1	0,25	210,1 5	797	0,2 8	0,6		1,45
	2,3	точить поверхно сть	Резец Т15К6, $\varphi=90^\circ$ , $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$ , $\lambda=0^\circ$	Ø34	7	34.4	33.7	0.7	0,195	1	0,25	245,5 1	2273	0,0 2	0,6		
	2,4	расточить отверстие	Резец Т15К6, $\varphi=5^\circ$ , $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$ , $\lambda=0^\circ$	Ø28	7	25.92	28Н7	2.1	0,08	14	0,25	280,6 2	3437	0,1 5	0,6		
	2,5	расточить отверстие	Резец Т15К6, $\varphi=5^\circ$ , $r=2$ мм, $\gamma=10^\circ$ , $\lambda=0^\circ$	Ø26	2	25.92	26	0.08	0,09	1	0,25	275,7	3136	0,0 1	0,6		

Продолжение таблицы А

	2,6	точить фаску	Резец Т15К6, $\varphi=45^\circ$ , $r=2$ мм, $\gamma=12^\circ$ , $\lambda=0^\circ$	Ø34	0.5		0.5		0,5	1	0,8	131,8	1499	0,0 1	0,6		
3	3,1	сверлить отверстии	Сверло Р6М5	6.3	2		6.5		3,15	3	0,2	23,7	1198	0,0 5	0,0 5		0,79

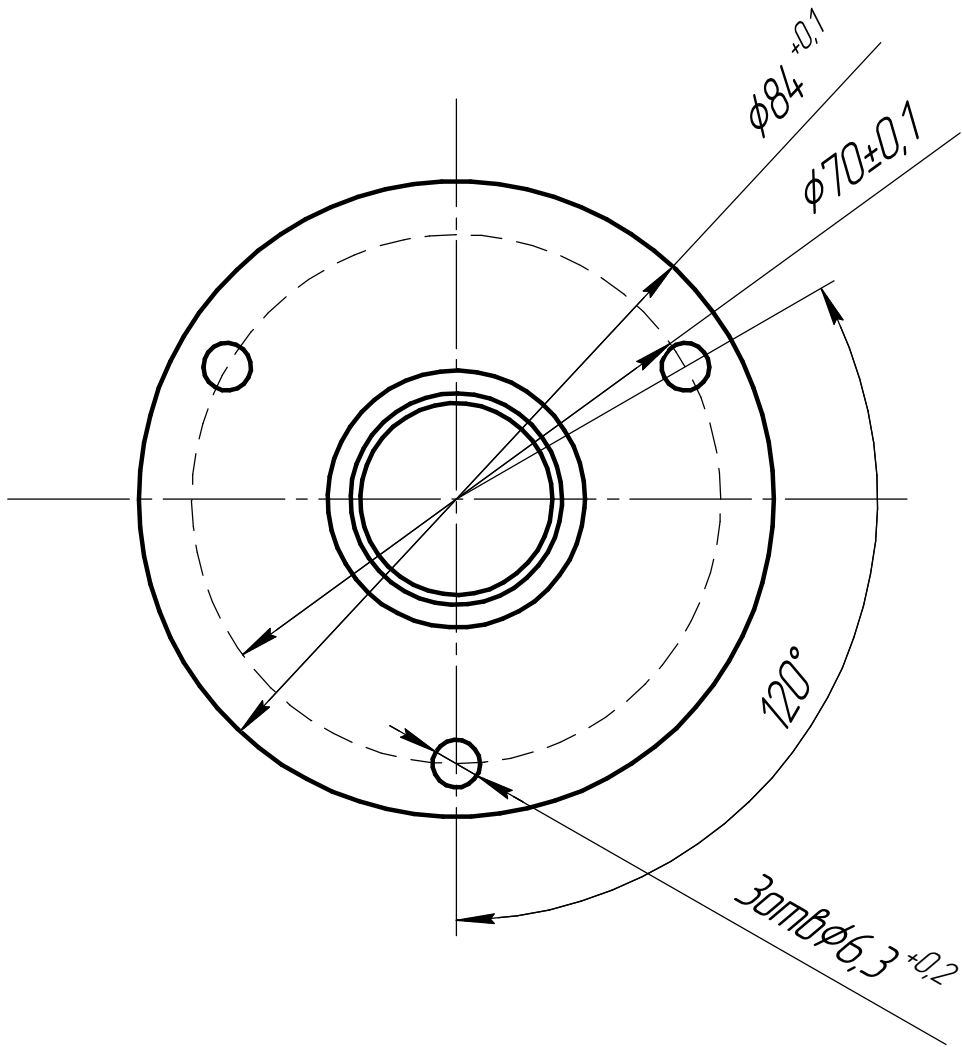
## **Приложение Б Чертёж детали**



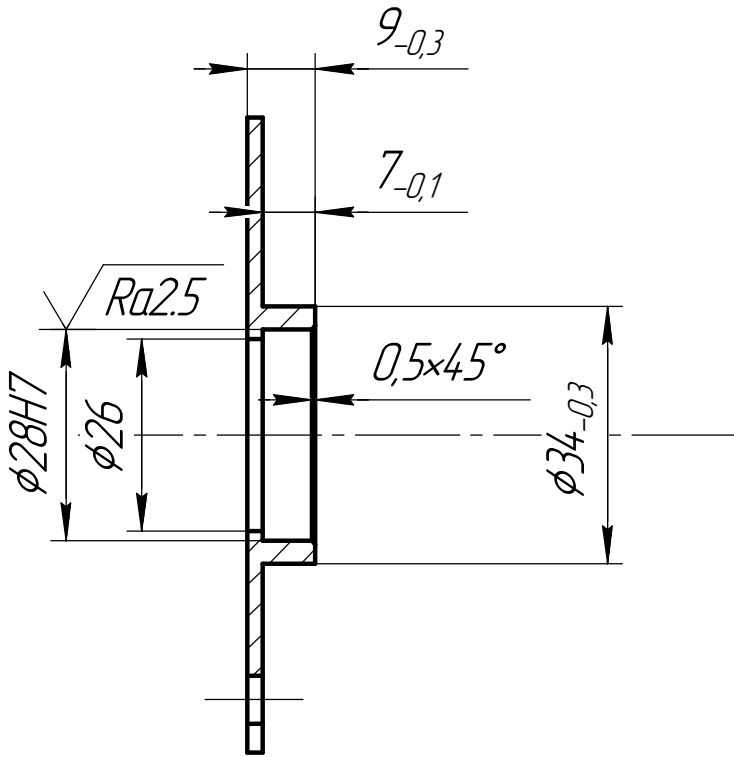
КМТАС-3D v1814 чедная версия © 2019 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.

ИШНПТ-154А80002.00.00.01



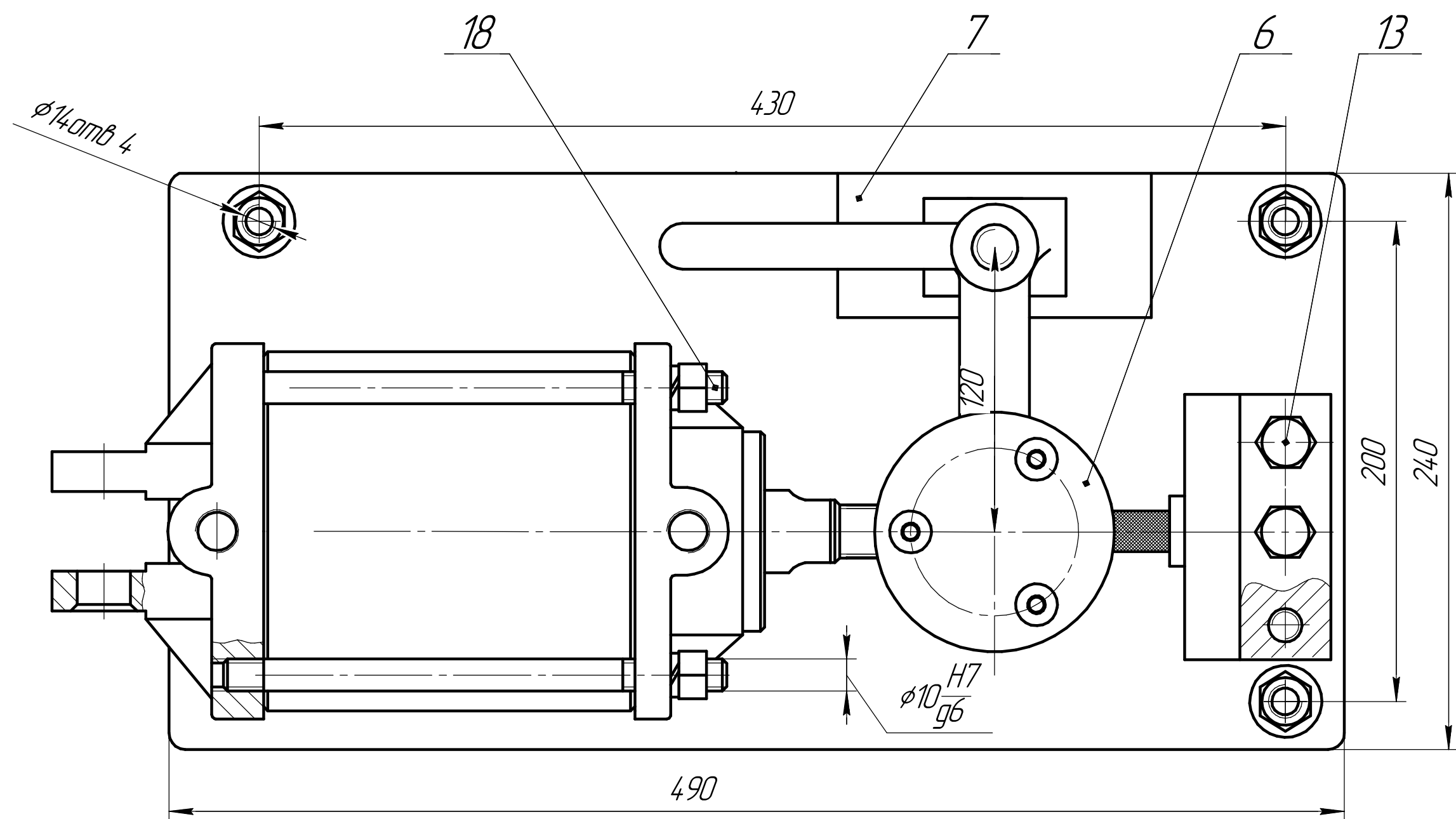
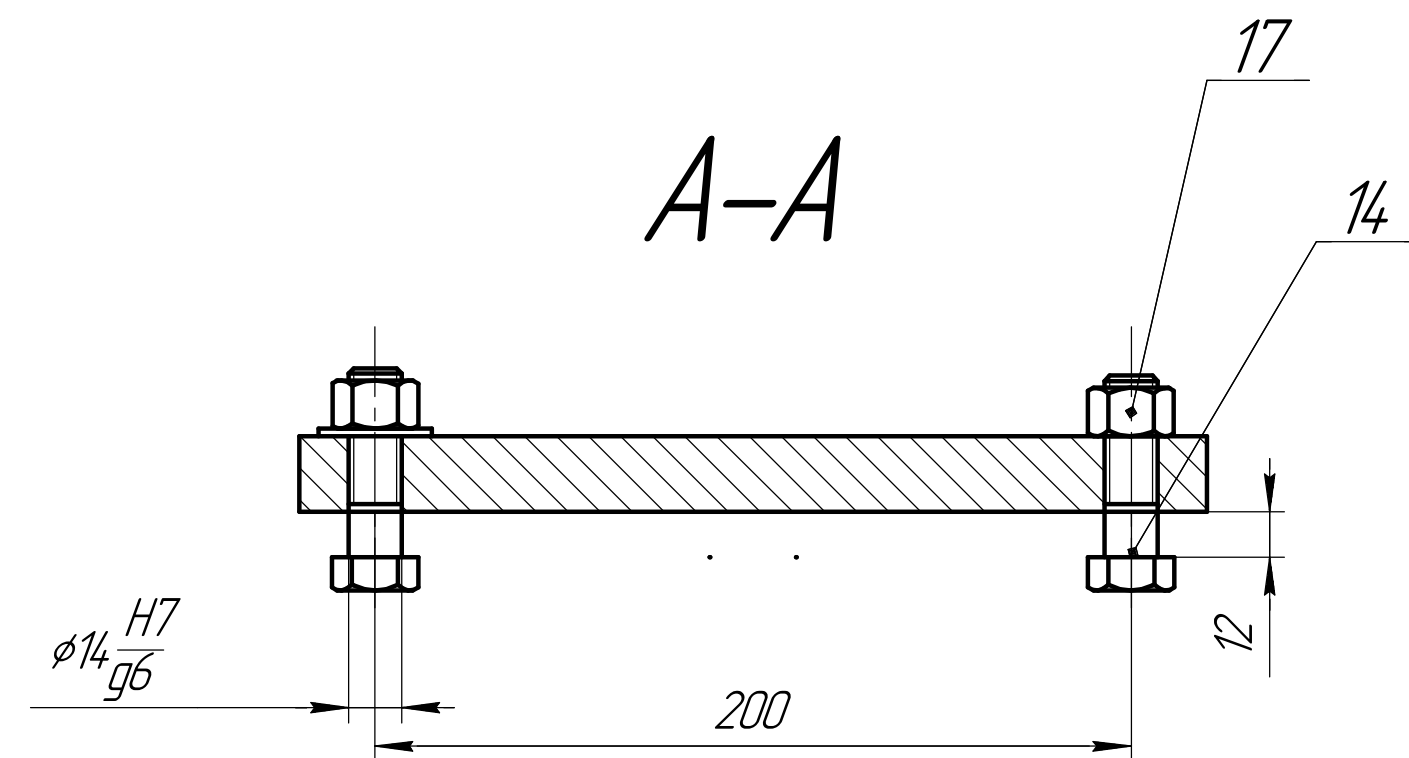
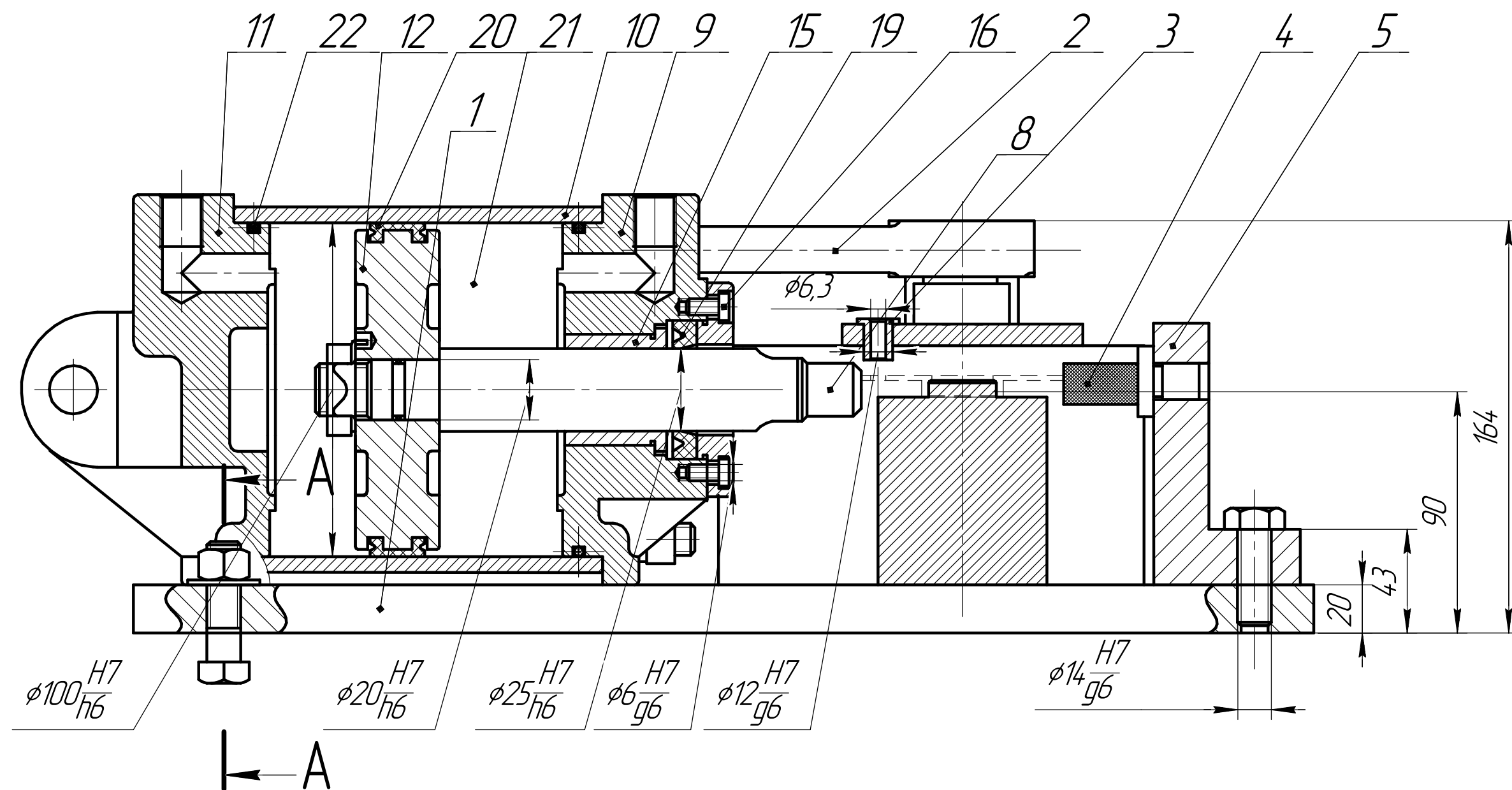
1. H14, h14, ±IT14/2



√ Rz20 (√)

					ИШНПТ-154А80002.00.00.01				
					Опора подшипника	Лит.		Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата					1:1	
Разраб.	Ван Чжэн								
Пров.	Алфёрова Е.А.								
Т.контр.									
						Лист		Листов	1
Н.контр.					Сталь 40x13	ТПУ			
Утв.					Гост 5632-72	Группа 154А61			

## **Приложение В Чертёж приспособления**



## Технические характеристики

1. Способ установки детали на приспособление – ручной
2. Усилие зажима  $Q=26494 \text{ Н}$

## Технические требования

1. Подвижные части смазать смазкой Циатим-201 ГОСТ 6267-74.
2. Пневмопривод по гост ГОСТ 15608-81
3. \* Размеры для справок

						ИШНПТ-154А80002.01.00.00СБ					
						Приспособление			Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							1:2
Разраб.	Ван Чжэн										
Пров.	Алферова Е.А.										
Т.контр.							Лист	Листов		1	
Н.контр.									ТПУ		
Утв.									Группа 154А61		
						Копировал			Формат А2		

## **Приложение Г Спецификация**

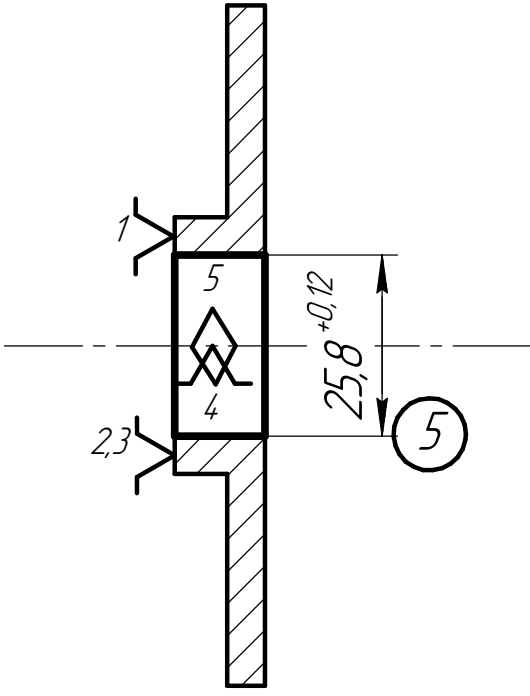
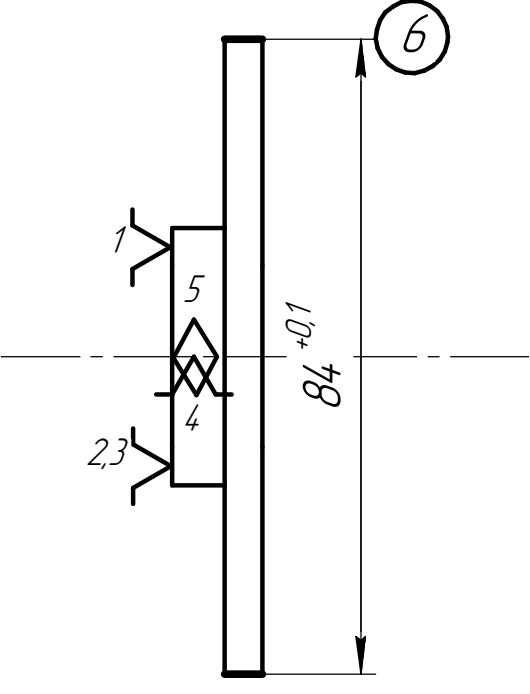
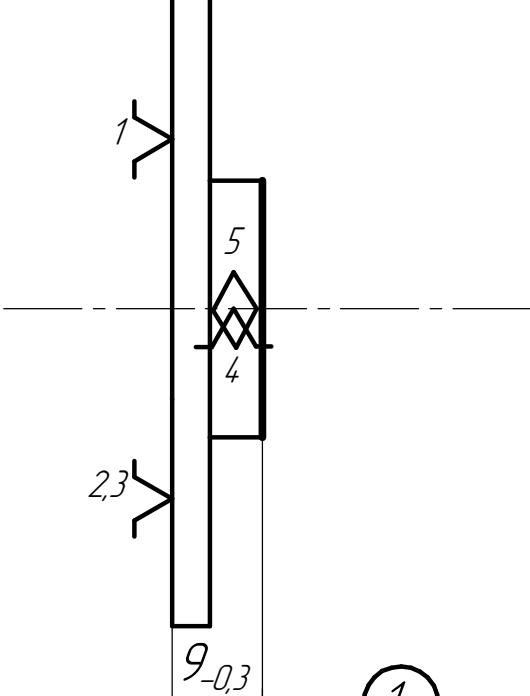
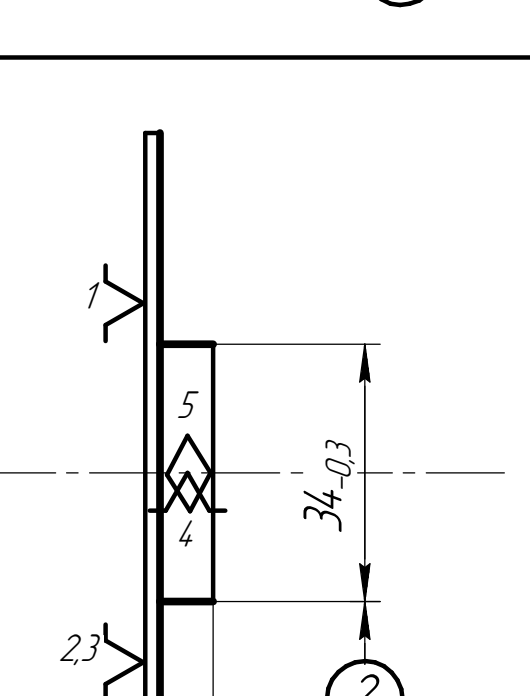
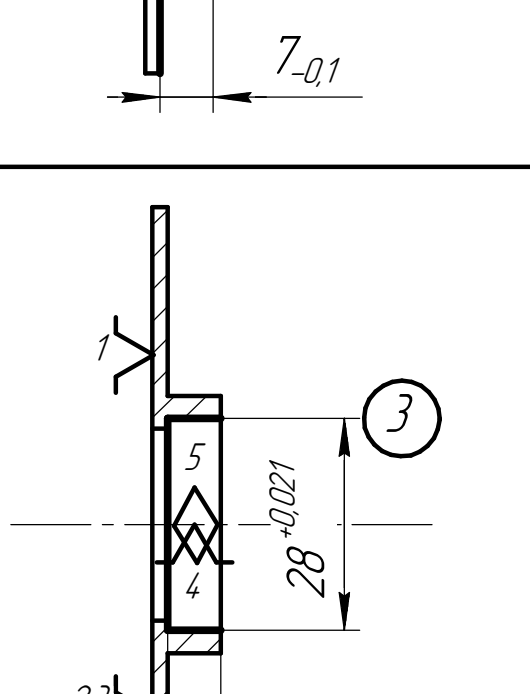
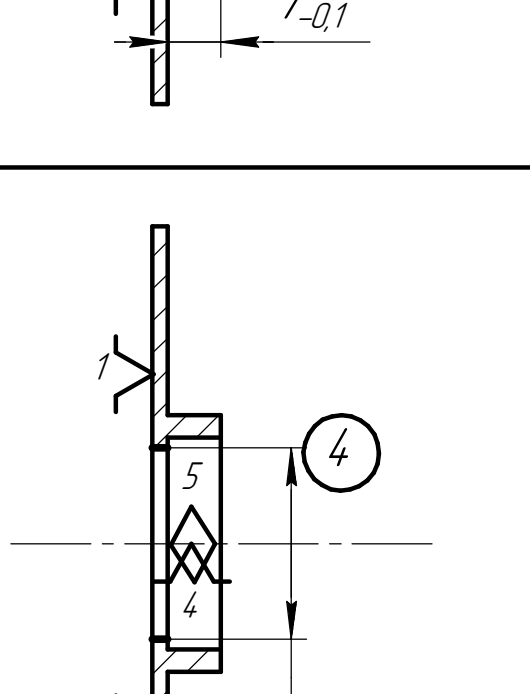
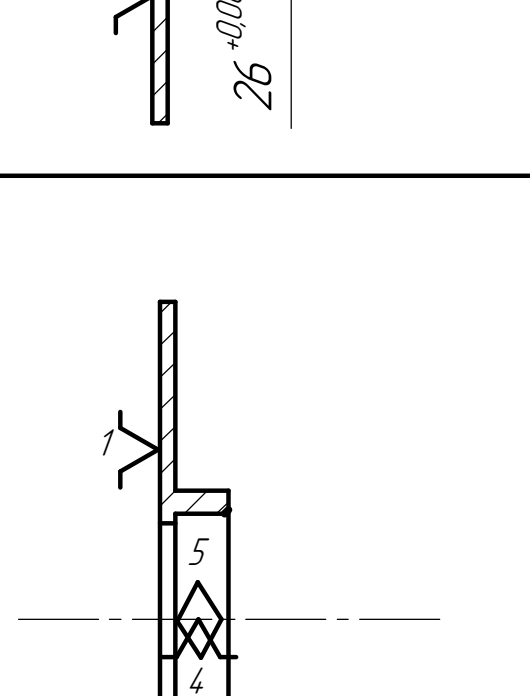
[illegible]

Лист  
2

## **Приложение Д Техническая Карта**

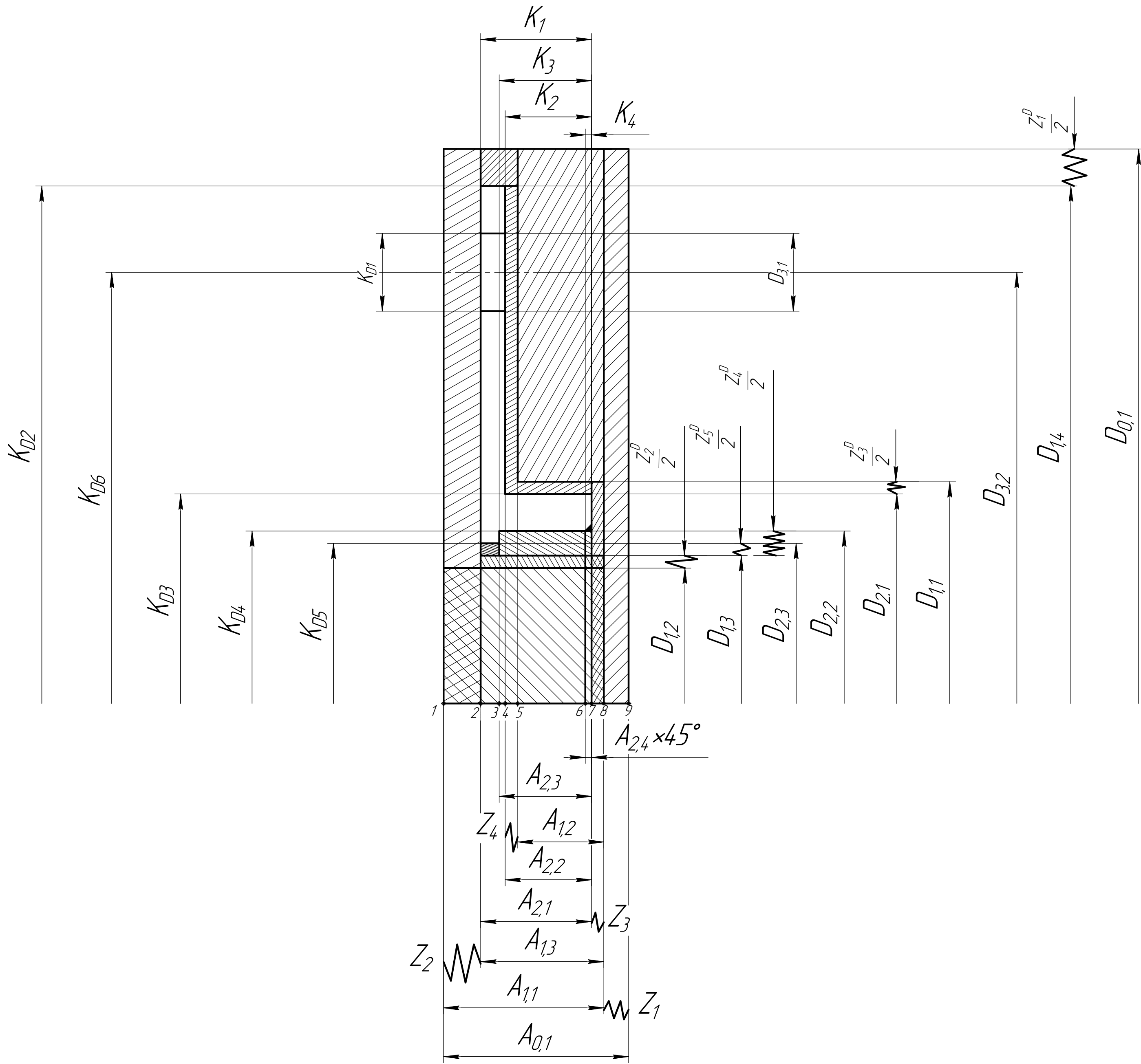




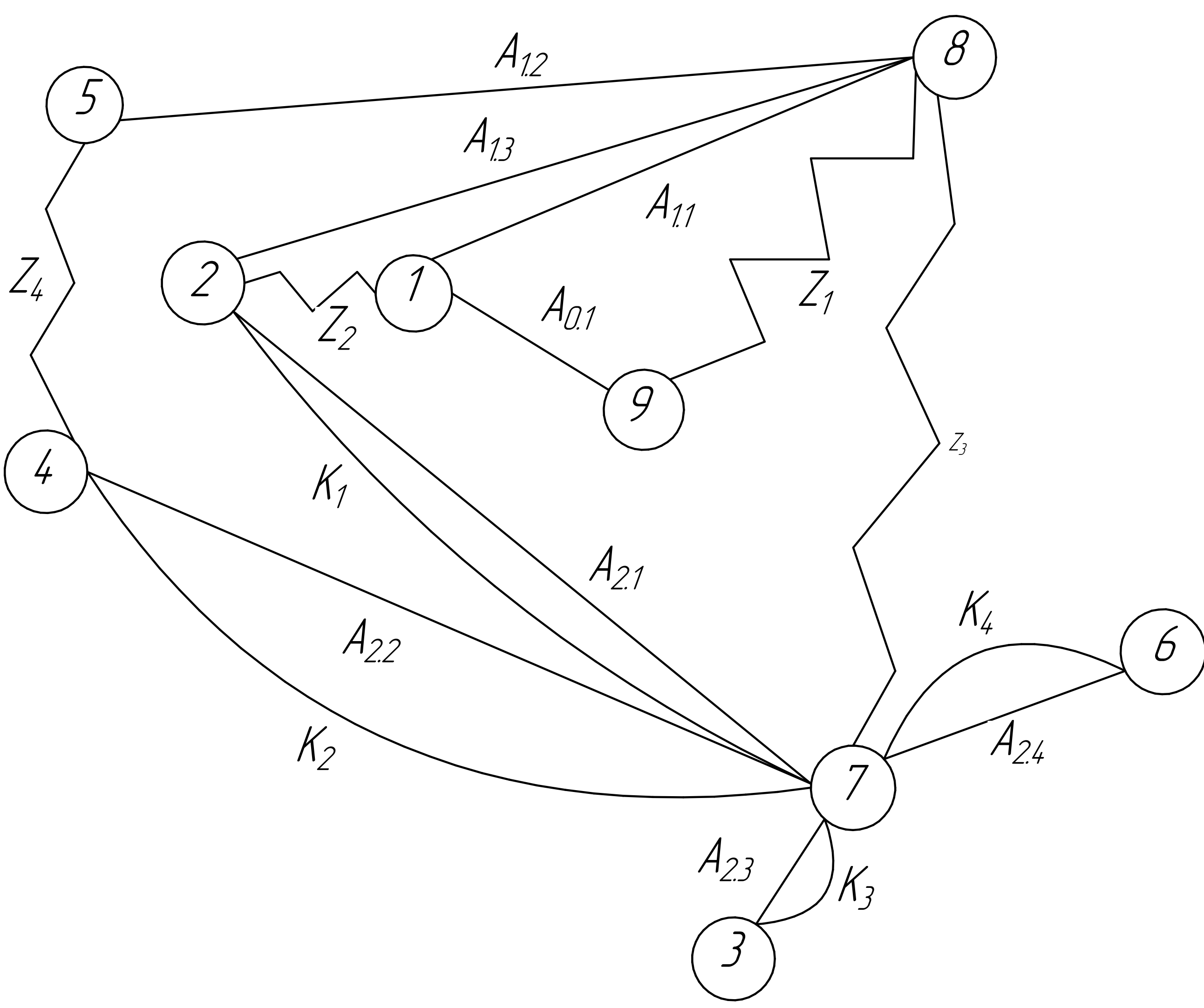
Номер				Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭКЗИЗ	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие односторонней обработки	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки				Нормы времени					ИШНПТ-154.А80002.001				
операции	перехода	Режущий	Измерительный					Подача							Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	То	Тдс	Тпз	Тшт	Тшт.к							
								мм/об	мм/мин																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22							
015	5	Расточить отверстие 5, выдерживая размеры 25,8 <sup>+0,12</sup>		Токарно-универсально станок с ЧПУ Модель TURN 450	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80	Резец 2141-0204 Т15К6 ГОСТ 18883-73	Штангенглубиномер ШГЦ-200-0,01 ГОСТ		1	25,8	9,2	0,25	0,4	887,2	2218	193,6	0,01											
	6	Точить поверхность 6, выдерживая размеры 84 <sup>+0,1</sup>				Резец проходной упорный 2101-0005 ГОСТ 18879-73			6	84	3	0,525	0,9	395,1	439	124,1	0,08											
	1	Токарная Установка А подрезать торец 1 выдерживая размер 9 <sub>0,3</sub>				Резец проходной упорный 2101-0005 ГОСТ 18879-73			1	34,4	17,2	0,3	0,25	539	2156	230,2	0,17											
	2	точить поверхность 2 выдерживая размеры 34 <sub>0,3</sub> и 7 <sub>0,1</sub>				Резец проходной упорный 2101-0005 ГОСТ 18879-73			1	84	24,8	0,55	0,25	199,25	797	210,2	0,28											
	3	расточить отверстие 3 выдерживая размеры 28 <sup>+0,021</sup> и 7 <sub>0,1</sub>				Резец 2141-0204 Т15К6 ГОСТ 18883-73			14	28	7	0,08	0,25	859,25	3437	280,6	0,15						0,62	2	145	145		
	4	расточить отверстие 4 выдерживая размеры 26 <sup>+0,084</sup>			Резец 2141-0204 Т15К6 ГОСТ 18883-73	Резец 2141-0204 Т15К6 ГОСТ 18883-73	Штангенглубиномер ШГЦ-200-0,01 ГОСТ		1	26	2	0,09	0,25	784	3136	275,7	0,01											
	5	Точить фаску 5 выдерживая размер 0,5×45°							Резец проходной отогнутый 2102-0501 ГОСТ 18868-73	1	34	0,5	0,5	0,8	1199,2	1499	1318						0,01					
										Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ-154.А80002.001										Лист			
																				Копировал					Формат А1			
Не для коммерческого использования																							2					

					ИШНПТ-154А80002.001	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

Размерная схема



Граф технологических размерных цепей



Размерные цепи

