

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы – Отделение материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Проектирование технологического процесса изготовления кольца</b>
УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Ахмеров Александр Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Червач Ю.Б.	К.т.н., доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОМ ИШНПТ	Мухолзоев А.В.			

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	К.э.н. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОМ	Мезенцева И.Л.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л61	Ахмерову Александру Сергеевичу

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

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены согласно штатному расписанию НИ ТПУ.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов.</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ).</i>	– Расчет конкурентоспособности. – SWOT-анализ.
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ).</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ).</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ).</i>	– Интегральный финансовый показатель. – Интегральный показатель ресурсоэффективности. – Интегральный показатель эффективности.

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

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>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	Доцент, к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Л61	Ахмеров Александр Сергеевич		

**Социальная ответственность**  
**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА**  
**«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л61	Ахмеров Александр Сергеевич

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа новых производственных технологий</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Отделение машиностроения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

<b>Изготовление детали кольцо</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В качестве объекта исследования выступает технологическое бюро. В технологическом бюро проводится проектирование технологического процесса изготовления кольца».
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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;</li> <li>– ГОСТ 21889-76. Система «человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования;</li> <li>– ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения.</li> </ul>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<b>Вредные</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Недостаточная освещенность рабочей зоны, отсутствие или недостаток естественного света;</li> <li>– Умственное перенапряжение;</li> <li>– Производственный шум на рабочем</li> </ul>

	<p>месте;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Повышенный уровень электромагнитных излучений.</li> </ul> <p>Опасные</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Опасный уровень напряжения в электрической цепи;</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Отходы при изготовлении детали в виде металлической стружки;</li> <li>– Выбросы в атмосферу смазочных материалов;</li> <li>– Воздействие на гидросферу обработанные в СОЖ.</li> </ul>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Возможные ЧС: пожар, разрушение здания, взрыв;</li> <li>– Наиболее типичная ЧС: пожар.</li> </ul>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Ахмеров Александр Сергеевич		30.04.21

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 99 страницы текста, 34 таблицы, 18 источников литературы, 5 приложения.

Ключевые слова: Механическая обработка, режущий инструмент, технологический процесс, кольцо, проектирование.

Тема выпускной квалификационной работы «разработка технологического процесса изготовления кольца»

Годовая программа выпуска 430 штук.

В технологической части работы производится выбор исходной заготовки, из которой будет изготавливаться деталь, и методов ее получения. Также представлена маршрутная карта механической обработки.

В конструкторской части спроектирован патрон для нарезания резьбы на фрезерном станке.

В части «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» осуществлен расчет себестоимости изготовления детали.

В разделе «Социальная ответственность» приведены разновидности вредных и опасных производственных факторов, которые возникают при проектировании, изготовлении и эксплуатации детали. Составлены мероприятия по улучшению условий труда.

Работа выполнена в текстовом редакторе «Microsoft Word». Чертежи выполнены в программе «Компас 3D».

## Оглавление

Введение.....	8
1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА.....	9
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МАРШРУТ ОБРАБОТКИ .....	12
3 РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА .....	19
4 НАЗНАЧЕНИЕ ДОПУСКОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ.....	24
5 ВЫЧИСЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНЫХ ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ .....	29
6 РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ .....	31
7 ВЫБОР ГЕОМЕТРИИ И МАТЕРИАЛОВ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТОВ .....	36
7.1 Выбор оборудования .....	36
7.2 Расчет режимов резания и сил резания.....	36
8 ВЫБОР КОМПЛЕКТА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	47
9 НОРМИРОВАНИЕ.....	48
10 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....	51
10.1 Разработка технического задания на проектирование оснастки – резьбонарезного патрона для метчика. ....	51
10.2 Спроектированное приспособление – резьбонарезной патрон для метчика. ....	52
10.3 Настройка и работа резьбонарезного патрона для метчика .....	56
10.4 Вывод по разделу .....	58
11 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	59
11.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	59
11.2 Анализ конкурентных технических решений.....	60
11.3 SWOT-анализ.....	61
11.4 Планирование научно-исследовательских работ .....	64
11.4.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	64
11.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....	66

11.4.3	Разработка графика проведения научного исследования .....	67
11.4.4	Бюджет научно-технического исследования .....	70
11.4.5	Расчет материальных затрат научно-технического исследования.....	71
11.4.6	Расчет амортизации специального оборудования.....	71
11.4.7	Основная заработная плата исполнителей темы .....	72
11.4.8	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления). 74	
11.4.9	Накладные расходы .....	75
11.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	76
12	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	80
12.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	80
12.2	Производственная безопасность .....	82
12.4	Экологическая безопасность.....	90
12.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	92
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	96
	Список использованных источников .....	97

## **Введение**

Проектирование детали кольцо является важнейшей частью эргономики рабочего пространства авиадиспетчера, так как обеспечивает подвижность кресла в нужном диапазоне.

Целью бакалаврской работы является проектирование технологического процесса изготовления кольца.

Кольцо является основой для подвижного кресла авиадиспетчера. При принятии решений не должно быть каких-либо препятствий для получения информации с разных источников, расположенных в комнате авиадиспетчера. Во время своего рабочего дня, авиадиспетчер должен контролировать множество параметров, которые отображаются на мониторах, радарх, взлетно-посадочной полосе и т.д. То есть авиадиспетчеру необходимо обеспечивать подвижность, за счет кресла для эффективности передвижений.

Помимо применения в авиадиспетчерском подразделении, данная деталь может быть применима в следующих отраслях:

- конструкторской;
- железнодорожной;
- лабораторной;
- медицинской и т.д.



## 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

Для того, чтобы правильно составить окончательный технологический процесс, выбрать оборудование и оснастку, необходимо определить тип производства [1].  $K_{30}$  определяется по формуле:

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}}, \quad (1.1)$$

где  $t_d$  – такт выпуска деталей, а  $t_{шс}$  – среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей:

$$t_d = \frac{60\Phi_d}{N} = \frac{60 \cdot 1970 \cdot 2}{430} = 549,8 \text{ мин} \quad (1.2)$$

Фонд времени взят годовой для двухсменного режима работы [2]. В таблице 1.1 представлен предварительный маршрут обработки детали, чтобы определить тип производства.

Таблица 1.1 – Маршрут обработки

Позиция	Тип операции	Описание
1	Резка по контуру	Резать контур
2	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать плоскость
3	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать карман
4	Фрезерная с ЧПУ	Сверлит два отверстия
5	Фрезерная с ЧПУ	Нарезать резьбу
6	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать плоскость
7	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать поверхность
8	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать поверхность
9	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать фаску
10	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать карман
11	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать поверхность
12	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать поверхность (1 мм)
13	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать контур
14	Фрезерная с ЧПУ	Сверлит отверстие
15	Фрезерная с ЧПУ	Нарезать резьбу
16	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать плоскость
17	Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать фаску
18	Фрезерная с ЧПУ	Расфрезеровать карман
19	Фрезерная с ЧПУ	Расфрезеровать отверстие

Для того, чтобы получить штучное время операции необходимо узнать предварительно основное время по эмпирическим формулам [3],

Расчеты времени производятся по порядку составленного предварительно технологического процесса. Результаты расчетов и сами формулы приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Проведенные расчеты

Позиция	Тип обработки	Формула	l,мм	T,мин
1	Резка по контуру	-	210	10,5
2	Фрезерная с ЧПУ	0,0071·l·3	234	4,984
3		0,0071·l·3	145	3,089
4		0,00052dl	3,5 и 17,3	0,055
5		0,00052dl	4 и 12,3	0,042
6		0,0071·l·3	234	4,984
7		0,0071·l·3	55	1,171
8		0,0071·l·3	40	0,852
9		0,0071·l	210	1,491
10		0,0071·l·3	50	1,065
11		0,0071·l·3	65	1,385
12		0,0071·l·3	2	0,043
13		0,0071·l·3	66,2	1,41
14		0,0071·l·3	3,5 и 17,3	0,027
15		0,0071·l·3	4 и 12,3	0,021
16 (пл)		0,0071·l·3	234	4,984
17 (фск)		0,0071·l·3	210	4,473
18		0,0071·l	150	1,065
19		0,0071·l	63	0,447
Общее = 42,088 мин				

Калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса – среднее штучно [4]. Определяется по формуле:

$$t_{\text{штс}} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{\text{шти}}}{n} = \frac{80,59}{3} = 26,86 \text{ мин}; \quad (1.3)$$

где  $t_{\text{шти}}$  – штучное время  $i$ -ой операции производства изделия;

$n$  – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется по формуле:

$$t_{\text{шт}} = \varphi_{\text{к}} * T_0, \quad (1.4)$$

где  $\varphi_k$  – коэффициент, зависящий от вида станка, которые можно выбрать из таблицы 1.1;

$T_0$  – основное технологическое время, рассчитываемое по формулам, приведенным в таблице 1.1 [5]. Для фрезерного станка значение коэффициента  $\varphi_k = 1,84$ . Для гидроабразивного станка берётся  $\varphi_k = 2,14$

Сумма фрезерных операций:

$$t_{ш.фрез} = 1,84 \cdot 31,588 = 58,12$$

Гидроабразивная операция:

$$t_{ш.фрез} = 2,14 \cdot 10,5 = 22,47$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{зо} = \frac{t_d}{t_{шс}} = \frac{549,8}{26,86} \approx 20,5$$

Полученное значение соответствует мелкосерийному типу производства.

Определим количество деталей в партии. Для этого зададим периодичность запуска  $a = 5$  дней.

$$n = \frac{Na}{254} = \frac{430 \cdot 5}{254} = 8,46 \quad (1.5)$$

Скорректируем объем партии. Для этого, установим расчетное число смен на обработку всех деталей:

$$c = \frac{t_{шс} \cdot n}{476 \cdot 0,8} = \frac{20,5 \cdot 8,46}{476 \cdot 0,8} = 0,45 \quad (1.6)$$

При округлении получаем значение:  $C_{пр} = 1$ .

Установим объем деталей в партии, нужные для нагрузки оборудования во время целого числа смен:

$$n_{пр} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot c_{пр}}{t_{шс}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 1}{20,5} = 18,58$$

При округлении получаем значение: 19

где 476 – реальный фонд времени работы оборудования в смену; 0,8 – стандартный коэффициент загрузки станков при мелкосерийном производстве.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МАРШРУТ ОБРАБОТКИ

В таблице 2.1 представлен технологический маршрут обработки детали

Таблица 2.1 Технологический маршрут обработки

<i>Номер</i>		<i>Наименование операции и содержание переходов</i>	<i>Операционный эскиз</i>
<i>О</i>	<i>П</i>		
<i>н</i>	<i>е</i>		
<i>е</i>	<i>р</i>		
<i>р</i>	<i>е</i>		
<i>а</i>	<i>х</i>		
<i>ц</i>	<i>о</i>		
<i>и</i>	<i>д</i>		
<i>и</i>	<i>и</i>		
1	2	3	4
0		<p>Заготовительная Гидроабразивная обработка по контуру.</p>	

Продолжение таблицы 2.1

Номер		Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
О	П		
1	2	3	4
1	А	<p>Фрезерная</p> <p>Установ А</p> <p>Закрепить заготовку в тиски, снять заготовку после операции.</p> <p>1 Фрезеровать плоскость, выдерживая размер А1.1</p> <p>2 Фрезеровать поверхность выдерживая размеры D1.2, на глубину А1,2</p> <p>3 Сверлить отверстие диаметром D1.3 на глубину А1.3</p> <p>4 Нарезать резьбу М4 на глубину А1.12</p>	

Продолжение таблицы 2.1

Номер		Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
О	П		
1	2	3	
1	Б	<p>Установ Б</p> <p>Б Переустановить заготовку в тисках.</p> <p>5 Фрезеровать плоскость на высоте A1.6.</p> <p>6 Фрезеровать поверхность D 1.6, на глубину A1.6.</p> <p>7 Фрезеровать поверхность A1.7 на глубину A1,6.</p> <p>8 Фрезеровать фаски A1.8.1 x 45° .</p> <p>9 Фрезеровать поверхность выдерживая размеры D1.9 на глубину A1.9</p>	<p>The sketch shows a circular part with a central hole. Key features and dimensions are labeled as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>1</b>: Chamfer on the top edge of the left flange.</li> <li><b>2</b>: Chamfer on the bottom edge of the left flange.</li> <li><b>3</b>: Chamfer on the inner edge of the main body.</li> <li><b>4</b>: Chamfer on the top edge of the main body.</li> <li><b>5</b>: Chamfer on the bottom edge of the main body.</li> <li><b>Dimensions:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>A_{1,8,1} \times 45^\circ</math>: Chamfer on the top edge of the left flange.</li> <li><math>A_{1,10,2}</math>: Depth of the top chamfer on the main body.</li> <li><math>A_{1,11,1} \times 45^\circ</math>: Chamfer on the top edge of the main body.</li> <li><math>A_{1,11,2} \times 45^\circ</math>: Chamfer on the inner edge of the main body.</li> <li><math>A_{1,10,1}</math>: Depth of the chamfer on the inner edge.</li> <li><math>D_{1,6}</math>: Diameter of the main body.</li> <li><math>A_{1,7}</math>: Diameter of the central hole.</li> <li><math>2 \text{ фаски}</math>: Chamfers on the top and bottom edges of the left flange.</li> </ul> </li> </ul>



Продолжение таблицы 2.1

Номер		Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
О	П		
п	е		
р	р		
а	е		
ц	х		
и	о		
и	д		
1	2	3	4
1		Установ В	
	В	Переустановить заготовку в тисках	
	12	Фрезеровать поверхности выдерживая размер A1.12.1, A1.12.2 A1.12.3 на глубину A1.12.4	



Продолжение таблицы 2.1

Номер		Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
О	П		
1	2	3	4
1	Г	<p>Фрезерная</p> <p>Установ Г</p> <p>Переустановить заготовку.</p> <p>11 Центровать и сверлить отверстие D1.11 на глубину A1,11</p> <p>12 Сверлить отверстие D3.1.2 на глубину A1.12</p> <p>13 Нарезать резьбу М4 на глубину A1.12</p>	
2		Термическая	Закалить и отпустить заготовку до HRC 35...40

Продолжение таблицы 2.1

Номер		Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
О	П		
1	2	3	4
3		Фрезерная	
	А	Установ А	
	1	Установить заготовку в тиски. Фрезеровать начисто поверхность выдерживая размер А3.0	
	2	Фрезеровать фаску А3.0.1 под углом 45°	
	3	Фрезеровать начисто поверхность выдерживая размер А3.1 D3.1 А3.1.1	
	4	Фрезеровать начисто поверхность выдерживая размер D3.2	

### **3 РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

После составленной технологии изготовления строится схема размерных цепей. Схема размерных цепей содержит технологические и конструкторские размеры, а также припуски на обработку. Проверка размеров и припусков будет осуществляться в ходе работы. Для определения уменьшающих и увеличивающих звеньев и замыкающего звена, строится граф дерево на базе размерной схемы. Граф схема размерных цепей изготовления детали представлена на рисунках 3.1 – 3.5.



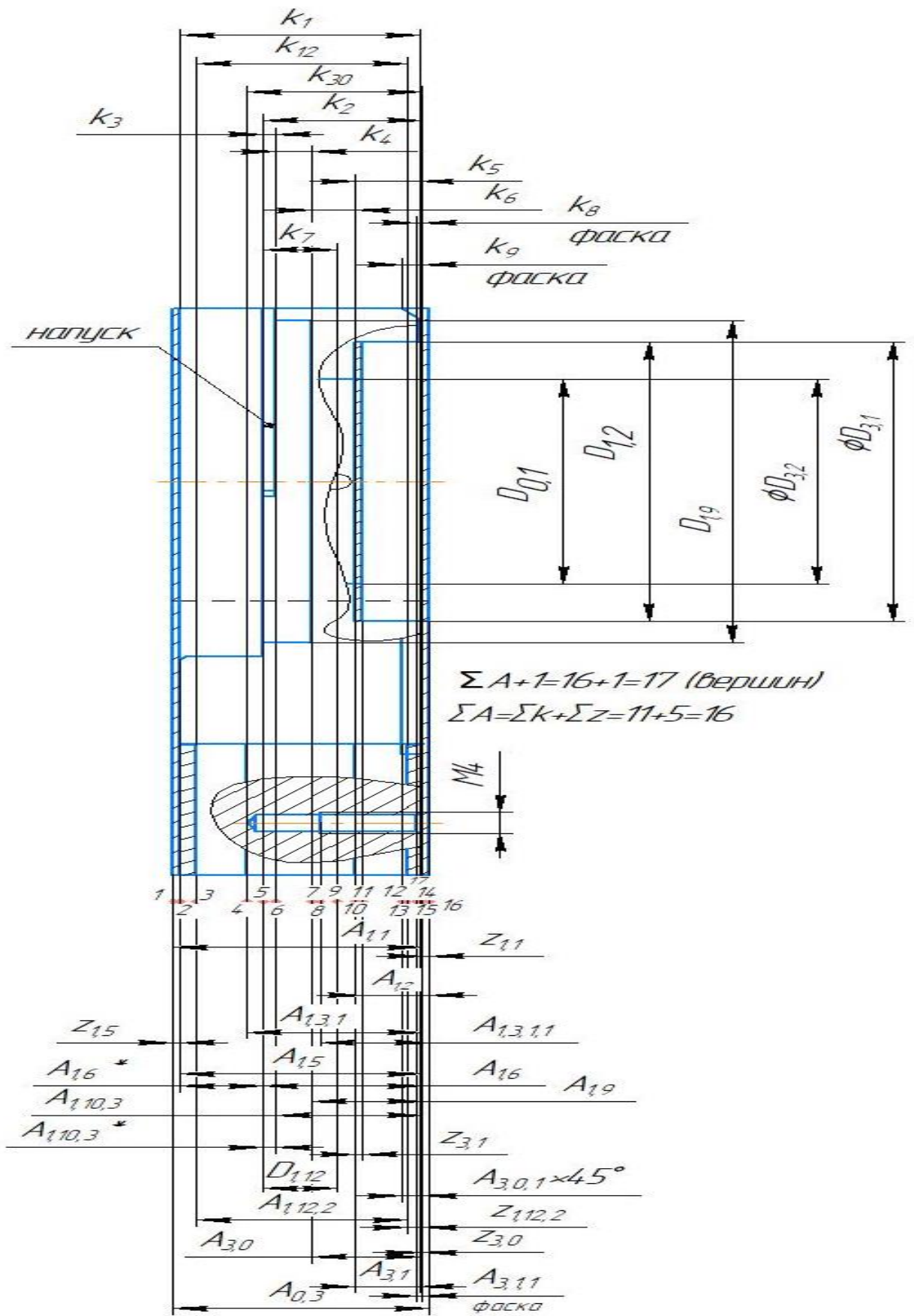


Рисунок 3.2 – Схема размерных цепей, вид 2



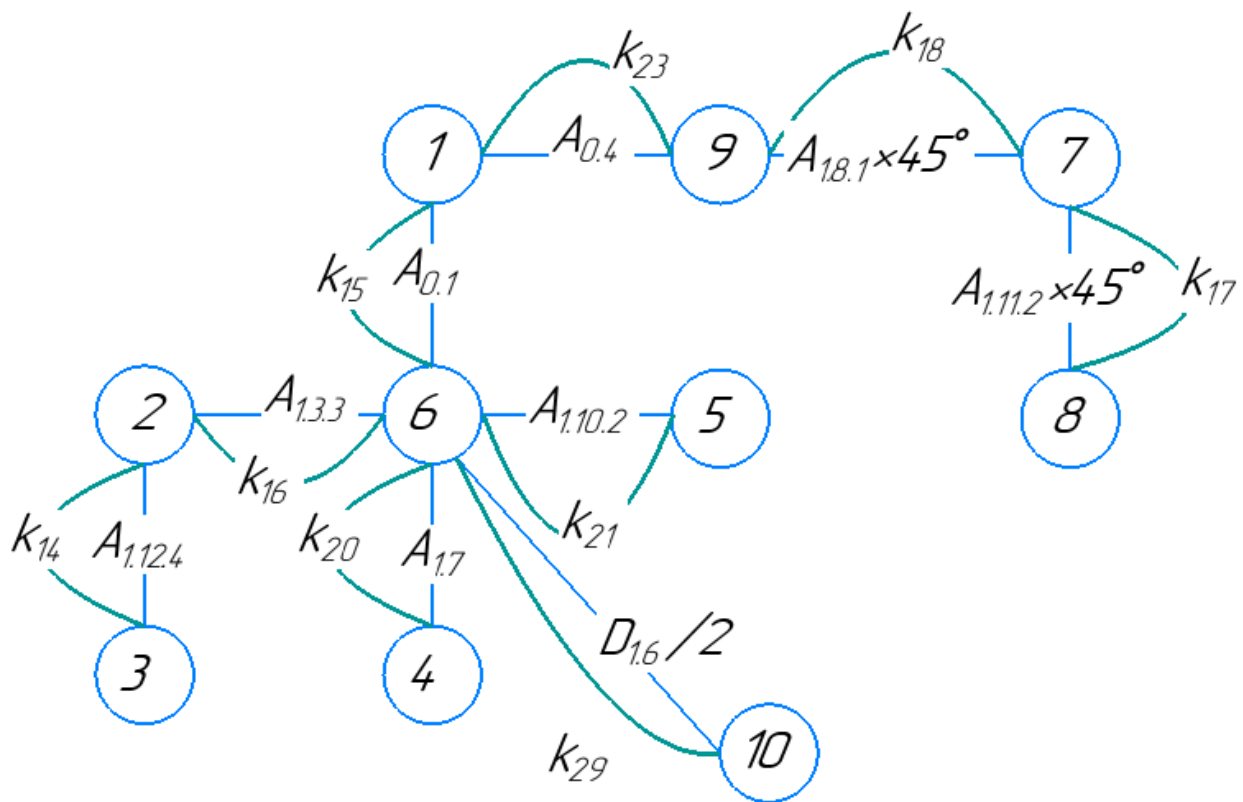


Рисунок 3.4 – Граф схема размерной цепи, вида 1, вертикаль

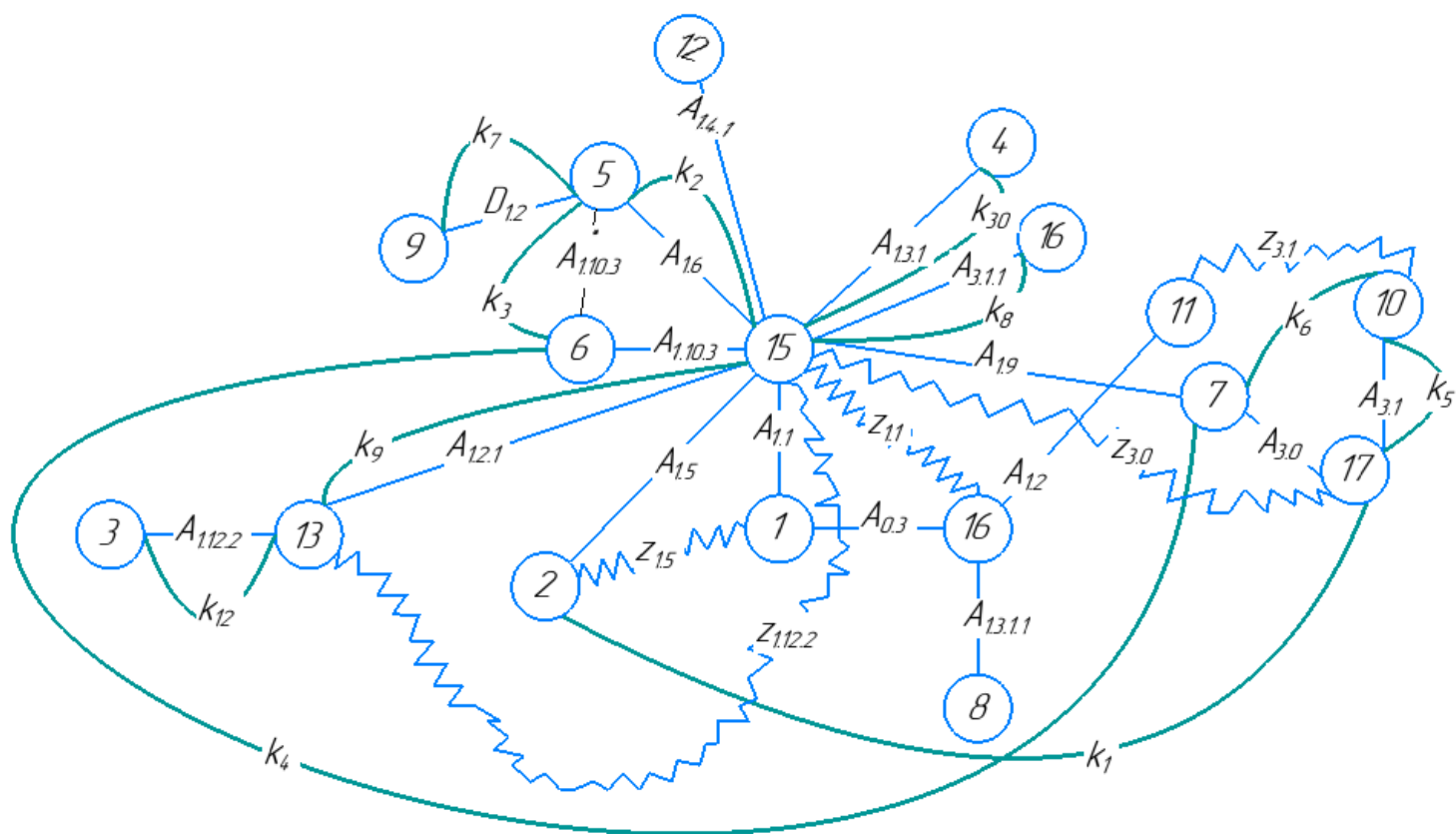


Рисунок 3.5 – Граф схема размерной цепи, вида 2

#### 4 НАЗНАЧЕНИЕ ДОПУСКОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗМЕРЫ

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности [1].

Допуски находятся по формуле:

$$TA_i = w_{ci} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i, \quad (4.1)$$

где  $w_{ci}$  – статистическая погрешность, мм;

$\rho_{i-1}$  – погрешность формы, полученная на предыдущем переходе, мм;

$\varepsilon_i$ , – погрешность установки, мм.

При определении допуска следует соблюдать несколько правил:

– допуски на диаметральные размеры, а также допуски на расстояния между поверхностями, обработанными с одной установки, могут быть приняты равными статистической погрешности;

– допуски на расстояние ( $A_i$ ) между обработанной поверхностью и технологической базой в общем случае могут быть определены по формуле, написанной выше [1].

В таблицах 4.1, 4.2 приведены допуски на осевые и диаметральные размеры согласно [1]. Размеры имеют буквенные обозначения: А – размеры в осевом направлении, D – в диаметральном, В – прочие, R – радиусный,  $\alpha$ – угловые.



Таблица 4.1 – Значения допусков технологических размеров, вид 1, горизонталь.

Размер	$w_{ci}$ , мм	$\rho_{i-1}$ , мм	$\varepsilon_i$ , мм	$TA_i$ , мм	Допуск по чертежу ТК, мм
$A_{0.2}$	0,2	-	-	0,2	0,2
$A_{0.5}$	0,3	-	-	0,3	0,3
$A_{1.3.2}$	0,2	-	-	0,2	0,2
$A_{1.8.1}$	0,1	-	-	0,1	0,1
$A_{1.10.1}$	0,1	-	-	0,1	0,1
$A_{1.11}^*$	-	-	-	-	-
$A_{1.11.1}$	0,1	-	-	0,1	0,1
$A_{1.12}$	0,1	-	-	0,1	0,1
$A_{1.12.1}$	0,2	-	-	0,2	0,25
$A_{1.12.3}$	0,12	-	-	0,12	0,12
$D_{1.3}$	0,12	-	-	0,12	0,12

Таблица 4.2 – Значения допусков технологических размеров, вид 1, вертикаль.

Размер	$w_{ci}$ , мм	$\rho_{i-1}$ , мм	$\varepsilon_i$ , мм	$TA_i$ , мм	Допуск по чертежу ТК, мм
$A_{0.1}$	0,3	-	-	0,3	0,3
$A_{0.4}$	0,35	-	-	0,35	0,35
$A_{1.3.3}$	0,2	-	-	0,2	0,2
$A_{1.4.2}$	0,18	-	-	0,18	0,18
$A_{1.7}$	0,2	-	-	0,2	0,21
$A_{1.8.1}$	0,1	-	-	0,1	0,1

Продолжение таблицы 4.2

Размер	$w_{ci}$ , мм	$\rho_{i-1}$ , мм	$\varepsilon_i$ , мм	$TA_i$ , мм	Допуск по чертежу ТК, мм
$A_{1.11.2}$	0,1	-	-	0,1	0,1
$A_{1.12.4}$	0,1	-	-	0,1	0,18

Таблица 4.3 – Значения допусков технологических размеров, вид 2.

Размер	$w_{ci}$ , мм	$\rho_{i-1}$ , мм	$\varepsilon_i$ , мм	$TA_i$ , мм	Допуск по чертежу ТК, мм
$A_{0.3}$	0,2	-	-	0,2	-
$A_{1.1}$	0,2	0,006	-	0,206	-
$A_{1.2}$	0,2	-	-	0,2	-
$A_{1.2.1}$	0,1	-	-	0,1	0,1
$A_{1.3.1}$	0,18	-	-	0,18	0,18
$A_{1.3.1.1}$	0,18	-	-	0,18	0,18
$A_{3.0.1}$	0,1	-	-	0,1	0,1
$A_{1.5}$	0,2	0,006	-	0,206	-
$A_{1.6}$	0,18	-	-	0,18	-
$A_{1.6}^*$	0,15	-	-	0,15	-
$A_{1.9}$	0,06	-	-	0,06	-
$A_{1.10.3}$	0,06	-	-	0,06	-
$A_{1.12.2}$	0,2	-	-	0,2	0,21
$A_{3.0}$	0,2	0,006	-	0,206	-
$A_{3.1}$	0,018	-	-	0,018	0,018
$D_{1.12}$	0,15	-	-	0,15	0,15

Таблица 4.4 – Значения допусков диаметральных и радиусных размеров

Размер	$w_{ci}$ , мм	$\rho_{i-1}$ , мм	$\varepsilon_i$ , мм	$T_i$ , мм	Допуск по чертежу ТК, мм
$D_{0.1}$	0,12	-	-	0,12	-
$D_{1.2}$	0,12	-	-	0,12	-
$D_{1.6}$	0,2	-	-	0,2	0,21
$D_{1.9}$	0,2	-	-	0,2	0,3
$D_{3.1}$	0,2	-	-	0,2	0,25
$D_{3.2}$	0,039	-	-	0,039	0,039
$R_{0.1}$	0,25	-	-	0,25	0,25
$R_{0.2}$	0,075	-	-	0,075	0,075

Как видно по граф-дереву (рис.3.4), конструкторские размеры K14, K15, K16, K17, K18, K20, K21, K23, K29 выдерживаются непосредственно поэтому нет необходимости их рассчитывать.

Как видно по граф-дереву (рис.3.3), конструкторские размеры K18, K22, K27, K10, K11, K13, K25, K19, K24 выдерживаются непосредственно поэтому нет необходимости их рассчитывать.

Как видно по граф-дереву (рис.3.5), конструкторские размеры K7, K3, K2, K1, K12, K8, K5, K9, K30 выдерживаются непосредственно поэтому нет необходимости их рассчитывать.

Размеры K4, K6 необходимо проверить. Чтобы размер выдерживался, необходимо, чтобы допуск на конструкторский размер был больше или равен, сумме допусков на технологические размеры, которые входят в размерную цепь, где замыкающее звено – проверяемый размер:

$$\sum T_A \leq T_k [1]$$

Проверка размера  $K_6$ :

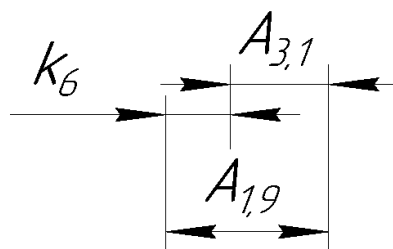


Рисунок 4.1 – Размерная цепь

Согласно размерной цепи (рис. 4.1)

$$T_{k6} = 0,1 \text{ мм};$$

Размер  $A_{1,9}$  получим за 3 прохода, соответственно допуск по статистическим таблицам погрешности фрезерования = 0,06.

$$\sum T_A = T_{A3,1} + T_{A1,9} = 0,06 + 0,018 = 0,078;$$

$$\sum T_A^{k6} \leq T_{k6}.$$

Размер  $K_6$  обеспечивается с установленной точностью.

Расчет размера  $K_4$ :

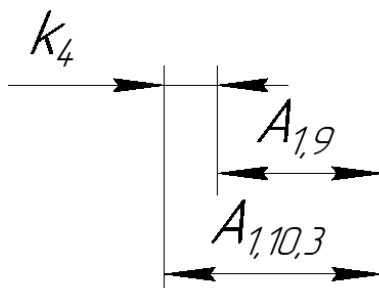


Рисунок 4.2 – Размерная цепь

Согласно размерной цепи

$$T_{k4} = 0,1 \text{ мм};$$

Размер  $A_{1,9}$  и  $A_{1,10,3}$  получим за 3 прохода, соответственно допуск по статистическим таблицам погрешности фрезерования = 0,06

$$\sum T_A = T_{A1,9} + T_{A1,10,3} = 0,06 + 0,06 = 0,12;$$

$$\sum T_A^{k4} > T_{k4}.$$

Размер  $K_6$  обеспечивается с установленной точностью.

## 5 ВЫЧИСЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНЫХ ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ

Минимальный припуск на обработку оправляется по следующим формулам:

На диаметр при обработке поверхности вращения:

$$z_{i \min} = 2 \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y_i}^2} \right) \quad (5.1)$$

На обработку плоскости:

$$z_{i \min} = (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}); \quad (5.2)$$

где  $Rz_{i-1}$  – шероховатость поверхности, полученная на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности, мкм;

$h_{i-1}$  – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности, мкм;

$\rho_{i-1}$  – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

$\varepsilon_{y_i}$  – погрешность установки на выполняемом переходе.

$$z_{1.1 \min} = (Rz_{0.3} + h_{0.3} + \rho_{0.3}) = 0,32 + 0,32 + 0,06 = 0,7 \text{ мм}$$

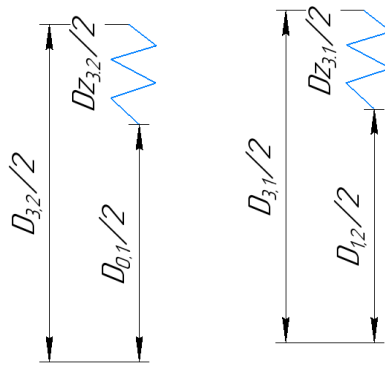
$$z_{1.5 \min} = (Rz_{0.3} + h_{0.3} + \rho_{0.3}) = 0,32 + 0,32 + 0,06 = 0,7 \text{ мм}$$

$$z_{1.12.1 \min} = (Rz_{0.2} + h_{0.2} + \rho_{0.2}) = 0,32 + 0,32 + 0,06 = 0,7 \text{ мм}$$

$$z_{3.0 \min} = (Rz_{1.2} + h_{1.2} + \rho_{1.2}) = 0,05 + 0,05 + 0,1 = 0,2 \text{ мм}$$

$$z_{3.1 \min} = (Rz_{1.2} + h_{1.2} + \rho_{1.2}) = 0,05 + 0,05 + 0,1 = 0,2 \text{ мм}$$

Шероховатость поверхности реза, появляющаяся при гидроабразивной обработке, классифицировать на три типа качества. Полученная классификация соотносится со стандартными величинами: отличная – Ra 5 - Rz 20; хорошая – Rz 60-120; удовлетворительная – Rz 260-320.



$$\begin{aligned}
 Dz_{3.1 \min} &= 2 \left( Rz_{0.1} + h_{0.1} + \sqrt{\rho_{0.1}^2 + \varepsilon_{y_{0.1}}^2} \right) = \\
 &= 2 \left( 0,05 + 0,05 + \sqrt{0,04^2 + 0,06^2} \right) = 0,172 \text{ mm} = 0,2 \text{ mm} \\
 Dz_{3.2 \min} &= 2 \left( Rz_{0.1} + h_{0.1} + \sqrt{\rho_{0.1}^2 + \varepsilon_{y_{0.1}}^2} \right) = \\
 &= 2 \left( 0,05 + 0,05 + \sqrt{0,04^2 + 0,06^2} \right) = 0,172 \text{ mm} = 0,2 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

## 6 РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ

Согласно ГОСТ листа толщиной 30 мм – отклонения такие по ГОСТ 19903-2015.

Расчет технологических размеров ведется методом максимумов-минимумов, используя средние значения. Для каждого размера строиться размерная цепь.

Запишем сначала непосредственно выдерживаемые технологические параметры:

$$\begin{aligned}
 A_{0.1} &= 75_{-0,3} \text{ мм}; & A_{0.2} &= 50_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}; & A_{0.3} &= 30_{-1}^{+0,25} \text{ мм}; \\
 A_{0.4} &= 107,5_{-0,35}^{+0,35} \text{ мм}; & A_{0.5} &= 65_{-0,125}^{+0,125} \text{ мм}; & R_{0.1} &= 32,5_{-0,125}^{+0,125} \text{ мм}; \\
 R_{0.2} &= 5_{-0,06}^{+0,06} \text{ мм}; & A_{1.7} &= 25_{-0,105}^{+0,105} \text{ мм}; & A_{1.12.4} &= 15_{-0,09}^{+0,09} \text{ мм}; \\
 D_{1.6} &= 33,5_{-0,125}^{+0,125} \text{ мм}; & A_{1.10.2} &= 2_{-0,05}^{+0,05} \text{ мм}; & A_{1.3.3} &= 65_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}; \\
 A_{1.8.1} &= 1_{-0,05}^{+0,05} \text{ мм}; & A_{1.11.2} &= 2_{-0,05}^{+0,05} \text{ мм}; & & & \\
 A_{1.11.1} &= 1_{-0,05}^{+0,05} \text{ мм}; & A_{1.10.1} &= 2_{-0,05}^{+0,05} \text{ мм}; & A_{1.12.3} &= 5_{-0,06}^{+0,06} \text{ мм}; \\
 A_{1.12.1} &= 45,6_{-0,1}^{+0,25} \text{ мм}; & A_{1.3.2} &= 26_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}; & & & \\
 A_{1.12} &= 10_{-0,075}^{+0,075} \text{ мм}; & D_{1.3} &= 3,5_{-0,12}^{+0,12} \text{ мм}; & D_{1.11} &= 3,5_{-0,12}^{+0,12} \text{ мм}; \\
 A_{1.12.2} &= 20,6_{-0,09}^{+0,21} \text{ мм}; & A_{3.1.1} &= 0,5_{-0,05}^{+0,05} \text{ мм}; & A_{1.6} &= 19,3_{-0,09}^{+0,09} \text{ мм}; \\
 D_{1.12} &= 8_{-0,075}^{+0,075} \text{ мм}; & A_{3.1} &= 5,2_{-0,018}^{+0,018} \text{ мм}; & A_{1.3.1.1} &= 10_{-0,05}^{+0,05} \text{ мм}; \\
 A_{3.0.1} &= 2_{-0,05}^{+0,05} \text{ мм}; & A_{1.3.1} &= 15_{-0,09}^{+0,09} \text{ мм}; & & & \\
 D_{1.9} &= 61_{-0,3}^{+0,3} \text{ мм}; & & & & & 
 \end{aligned}$$

$A_{1.10.3}$ ,  $A_{1.10.3}^*$ ,  $A_{1.1}$ ,  $A_{0.3}$ ,  $A_{1.2}$ ,  $A_{1.4.2}$ ,  $D_{1.2}$ ,  $A_{1.12.4}$  - нужно рассчитать

Расчет размера  $A_{1.1}$ . Размерная цепь представлена на рисунке 6.1.

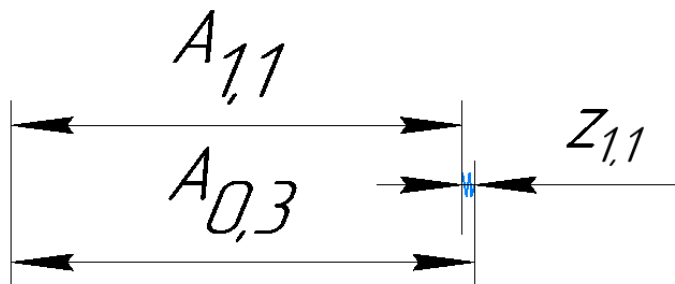


Рисунок 6.1 – Размерная цепь

Согласно полученной размерной цепи:

$$A_{0,3} = 30_{-1}^{+0,25} = A_{0,3}^c = 29,625 \text{ мм}$$

$$A_{1,1}^c + z_{1,1}^c = A_{0,3}^c$$

$$A_{1,1}^c = A_{0,3}^c - z_{1,1}^c$$

$$A_{1,1}^c = 29,625 - 1,425 = 28,2 \text{ мм}$$

$$z_{1,1}^c = z_{1,1 \text{ min}} + \frac{T_{A_{1,1}} + T_{A_{0,3}}}{2} = 0,7 + \frac{0,2 + 1,25}{2} = 1,425 \text{ мм}$$

$$A_{1,1} = 28,2_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}$$

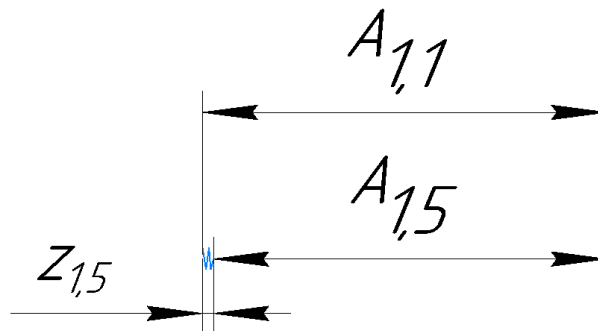


Рисунок 6.2 – Размерная цепь

Согласно размерной цепи:

$$A_{1,5}^c + z_{1,5}^c = A_{1,1}^c$$

$$A_{1,5}^c = A_{1,1}^c - z_{1,5}^c$$

$$A_{1,5}^c = 28,2 - 0,9 = 27,3 \text{ мм}$$

$$z_{1,5}^c = z_{1,5 \text{ min}} + \frac{T_{A_{1,5}} + T_{1,1}}{2} = 0,7 + \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,9 \text{ мм}$$

$$A_{1,5} = 27,3_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}$$

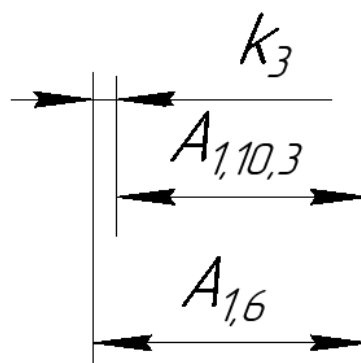


Рисунок 6.3 – Размерная цепь

$$k_3^c + A_{1,10,3}^c = A_{1,6}^c$$



$$A_{1.10.3}^c = A_{1.6}^c - k_3^c = 19,3 - 2,7 = 16,6 \text{ мм}$$

$$A_{1.10.3} = 16,6_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм};$$

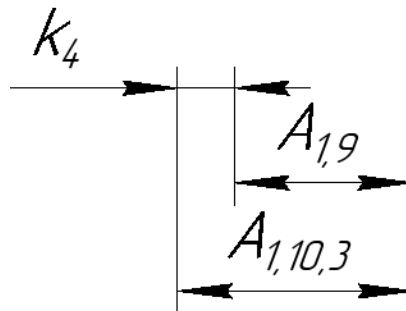


Рисунок 6.4 –Размерная цепь

$$k_4^c + A_{1.9}^c = A_{1.10.3}^c$$

$$A_{1.9}^c = A_{1.10.3}^c - k_4^c = 16,6 - 2,8 = 13,8 \text{ мм}$$

$$A_{1.9} = 13,8_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм};$$

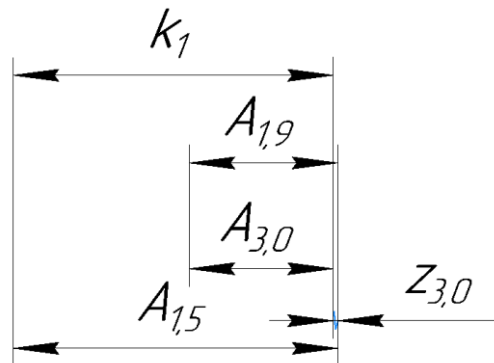


Рисунок 6.5 – Размерная цепь

Согласно размерной цепи:

$$k_1^c + z_{3.0}^c = A_{1.5}^c$$

$$z_{3.0}^c = A_{1.5}^c - k_1^c$$

$$z_{3.0}^c = 27,3 - 25 = 2,3 \text{ мм}$$

$$A_{3.0}^c + z_{3.0}^c = A_{1.9}^c$$

$$A_{3.0}^c = A_{1.9}^c - z_{3.0}^c = 13,8 - 2,3 = 11,5 \text{ мм}$$

$$A_{3.0} = 11,5_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}$$

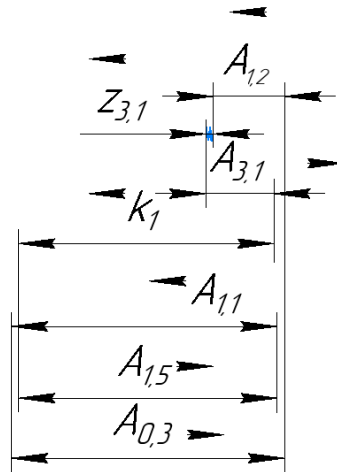


Рисунок 6.6 – Размерная цепь

$$k_5^c = A_{3,1}^c = 5,2^{+0,018} = 5,209 \text{ мм}$$

$$A_{0,3}^c + A_{1,5}^c - A_{1,1}^c - k_1^c - z_{3,1}^c - A_{1,2}^c + A_{3,1}^c = 0$$

$$A_{0,3}^c + A_{1,5}^c - A_{1,1}^c - k_1^c - z_{3,1}^c + A_{3,1}^c = A_{1,2}^c$$

$$A_{1,2}^c = 29,625 + 27,3 - 28,2 - 25 - 0,309 + 5,209 = 7,2$$

$$z_{3,1 \text{ min}} = 0,2$$

$$z_{3,1}^c = z_{3,1 \text{ min}} + \frac{T_{D3,1} + T_k}{2} = 0,2 + \frac{0,2 + 0,018}{2} = 0,309 \text{ мм}$$

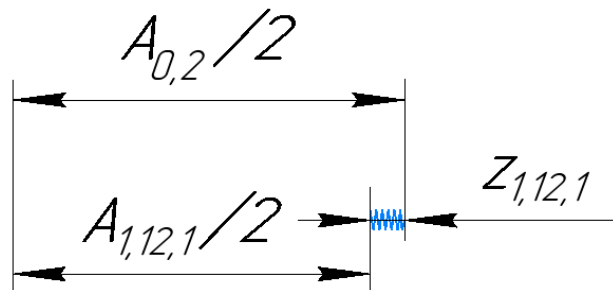


Рисунок 6.7 – Размерная цепь

$$A_{1,12,1}^c + z_{1,12,1}^c = A_{0,2}^c/2$$

$$z_{1,12,1}^c = \frac{A_{0,2}^c}{2} - A_{1,12,1}^c/2$$

$$z_{1,12,1}^c = 25 - 22,8625 = 2,1375 \text{ мм}$$

Расчет размера D0.1. Расчетная размерная цепь показана на рисунке

6.8.

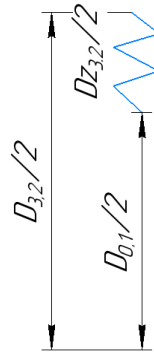


Рисунок 6.8 – Размерная цепь

Согласно размерной цепи:

$$D_{0,1} = D_{3,2} - z_{3,2}^{\emptyset}$$

$$D_{3,2} = \text{конструкторскому размеру} = 39,1^{+0,039} \text{ мм}$$

$$D_{0,1}^c = D_{3,2}^c - z_{3,2}^c = 39,1195 - 0,439 \text{ мм} = 38,68 \text{ мм}$$

$$z_{3,2}^c = z_{3,2} \text{ min} + \frac{T_{D_{3,2}} + T_k}{2} = 0,2 + \frac{0,2 + 0,039}{2} = 0,439 \text{ мм}$$

$$D_{0,1} = (38,62^{+0,12} \text{ мм})$$

Расчет размера D1.2. Размерная цепь показана на рисунке 6.9.

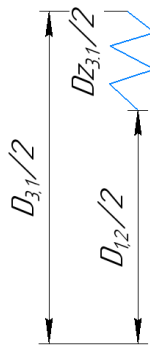


Рисунок 6.9 – Размерная цепь

Согласно полученной размерной цепи:

$$z_{3,1}^{\emptyset} = D_{3,1} - D_{1,2}$$

$$D_{1,2} = D_{3,1} - z_{3,1}^{\emptyset}$$

$$D_{3,1} = \text{конструкторскому размеру} = 53^{+0,25} \text{ мм}$$

$$D_{1,2}^c = D_{3,1}^c - z_{3,1}^c = 53,125 - 0,425 \text{ мм} = 52,7 \text{ мм}$$

$$z_{3,1}^c = z_{3,1} \text{ min} + \frac{T_{D_{3,1}} + T_k}{2} = 0,2 + \frac{0,2 + 0,25}{2} = 0,425 \text{ мм}$$

$$D_{1,2} = (52,76^{+0,12} \text{ мм})$$

## 7 ВЫБОР ГЕОМЕТРИИ И МАТЕРИАЛОВ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТОВ

### 7.1 Выбор оборудования

Необходимое станочное оборудование приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Необходимое станочное оборудование

Номер операции	Станок	Основные характеристики
0	Гидроабразивный станок с ЧПУ AQUATEC 2040	Мощность – 0,95кВт Скорость движения полотна- 40-80 м/мин
1	Станок с ЧПУ HAAS VF3	Мощность – 22,4кВт Макс частота вращения шпинделя: 8100 об/мин Момент: 122 Нм
2	Термическая печь	
3	Станок с ЧПУ HAAS VF3	Мощность – 22,4кВт Макс частота вращения шпинделя: 8100 об/мин Момент: 122 Нм
4	Слесарная	
5	Контрольная	

### 7.2 Расчет режимов резания и сил резания

Глубина резания  $t$  и подача  $S$  назначаются по порядку технологического процесса. Имея эти данные можно вычислить скорость резания и усилия, возникающие при резании.

**Заготовительная операция 0:** Резка по контуру на гидроабразиве с ЧПУ. В таблице 7.2 показаны скорости гидроабразивной резки.

Таблица 7.2 – скоростей гидроабразивной резки.

Материал	Толщина листа (мм)	Скорость резки (мм/мин)
Стали	30	20

### Фрезерная операция с ЧПУ 1: Фрезеровать поверхность 11

Материал режущей части инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями: P6M5 [2].

Параметры режущего инструмента:

Торцевая фреза  $D_{\phi}=63$  мм;  $z=5$ .

1. Определяем параметры фрезерования:

$$B=63 \text{ мм}; t = 0,7125 \text{ мм};$$

Число проходов 2.

2. Подача на зуб фрезы определяется по таблице [2]:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб};$$

3. Расчет скорости резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (7.1)$$

Период стойкости инструмента принимается за:  $T=180$  мин [2].

Значения коэффициентов:  $C_v = 64,7$ ;  $q = 0,25$ ;  $x = 0,1$ ;  $y = 0,2$ ;  $u = 0,15$ ;  $p = 0$ ;  $m = 0,2$ . определены по таблице [2].

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{ПV} * K_{ИV} = 0,59;$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{470} \right)^{0,9} = 0,6566$$

$$K_{ПV} = 0,9$$

$$K_{ИV} = 1$$

Скорость резания:

$$V_{1,1} = 37,13 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов фрезы:

$$n_{1,1} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 33}{\pi \cdot 63} = 187,6 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

5. Главная силы резания:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{MP}, \quad (7.2)$$

где z-число зубьев фрезы; n-частота вращения фрезы, об/мин.

Коэффициенты:  $C_p = 82,5$ ;  $x = 0,95$ ;  $y = 0,8$ ;  $u = 1,1$ ;  $q = 1,1$ ;  $w=0$ ;  
определяются по таблице [2].

По таблице 9 [2]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{470}{750}\right)^{0.3} = 0.87;$$

6. Окружная сила, формула:

$$P_z = 273,6 \text{ Н};$$

7. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = 86,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

8. Мощность резания:

$$N_{1.1} = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = 0,166 \text{ кВт};$$

### **Фрезерная операция с ЧПУ 1: Фрезеровать карман**

Материал режущей части инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями: P6M5 [2].

Параметры концевой фрезы  $D_\phi=20$  мм;  $z=5$ .

1. Определяем характеристику фрезерования:

$$B=2,4 \text{ мм}; \quad t = 20 \text{ мм};$$

Полученное число проходов 3.

2. Определяем подачу на зуб фрезы по таблице [2]:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб};$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (7.3)$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=80$  мин.

Принимаем по таблице [2]:

$$T=80 \text{ мин};$$

Значения коэффициентов:  $C_V = 46,7$ ;  $q = 0,45$ ;  $x = 0,5$ ;  $y = 0,5$ ;  $u = 0,1$ ;  $p = 0,1$ ;  $m = 0,33$ . определены по таблице [2].

Общий поправочный коэффициент:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,59;$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{470} \right)^{0,9} = 0,6566$$

$$K_{ПV} = 0,9$$

$$K_{ИV} = 1$$

Скорость резания:

$$V = 17,78 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов фрезы:

$$n_{1,2} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 33}{\pi \cdot 63} = 283,1 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

5. Главная силы резания:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{MP} \quad (7.4)$$

где z-число зубьев фрезы; n-частота вращения фрезы, об/мин.

Значения коэффициентов:  $C_p = 68,2$ ;  $x = 0,86$ ;  $y = 0,72$ ;  $u = 1$ ;  $q = 0,86$ ;  $w = 0$ ; определены по таблице [2].

По табл. 9 [2]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{470}{750} \right)^{0,3} = 0,87;$$

6. Окружная сила, формула:

$$P_z = 938,3 \text{ Н};$$

7. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = 93,83 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

8. Мощность резания:

$$N_{1.1} = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = 0,273 \text{ кВт};$$

**Фрезерная с ЧПУ: Сверлить два отверстия**

Материал режущего инструмента–Р6М5.

D-диаметр отверстия и диаметр сверла по гост 10902-77: :  $D = 3,5 \text{ мм}$ ;

$$t = \frac{D}{2} = 1,7 \text{ мм};$$

Толщина срезаемого слоя:  $t = 1.7 \text{ мм};$

Подачу  $s$  назначаем по таблице [2].  $s = 0,06 \text{ мм/об};$

Скорость резания при сверлении определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=6 \text{ мин}$  – определены по таблице [2].

Значения коэффициентов:  $C_v = 7,0; q = 0,40; y = 0,70 ; m = 0,20;$  – определены по таблице [2].

Коэффициент  $K_v$  :

$K_{MV}=0,6566$  – определены по таблице [2];

$K_{iV}=0,9$  – определены по таблице [2];

$K_{iV}=1$  – определены по таблице [2].

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{iV} \cdot K_{iV} = 0,59;$$

Скорость резания:

$$v = 34,138 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов сверла:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 20}{\pi \cdot 6} = 3150 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов:  $C_M = 0,0345; q = 2,0 ; y = 0,8$  определены по таблице 42 [ 1с.385].

Коэффициент  $K_p$ , по таблицам 9 [2]:

$$K_p = K_{mp} = 0,87$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 0,387 \text{ Н} \cdot \text{м};$$



Значения коэффициентов:  $C_p = 68$ ;  $q = 1$ ;  $y = 0,7$ ; определены по таблице [2].

Осевая сила:

$$P_o = 10C_p t^x s^y K_p = 288,665 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{\text{мр}} \cdot n}{9750} = \frac{0,35 \cdot 1061}{9750} = 0,123 \text{ кВт}$$

### **Фрезерная операция с ЧПУ: Нарезать резьбу**

Материал режущей части инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями: Р6М5, метчик М4 по ГОСТ3266-81

Шаг резьбы по ГОСТ 8724-2002

Толщина срезаемого слоя при нарезании резьбы:  $t = 0.5 \text{ мм}$ ;

Подачу  $S$  назначаем  $p=s$   $s = 0,5 \text{ мм/об}$ ; Скорость резания определяется по формуле при нарезание метрической резьбы:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} K_v \quad (7.4)$$

Принимаем:  $T = 20 \text{ мин}$  – определены по таблице [2].

Значения коэффициентов:  $C_v = 41$ ;  $m = 0,90$ ;  $q = 1,2$ ;  $y = 0,5$  ;– определены по таблице [2].

Коэффициент  $K_v$  по таблице [2]:

Окончательно коэффициент  $K_v$  определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{ИV} = 0,59;$$

Скорость резания определяем:

$$v = 12,181 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = 969,362 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициентов:  $C_M = 0,0345$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$  определены по таблице [2].

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{mp}$$

Коэффициенты по таблицам [2]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{470}{750}\right)^{0,3} = 0,869;$$

Крутящий момент:

$$M_{kp} = 2,756 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{mp} \cdot n}{9750} = 0,274 \text{ кВт};$$

### **Фрезерная операция с ЧПУ : Фрезеровать фаску**

Материал режущей части инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями: P6M5 [2].

Параметры концевой фрезы  $D_\phi = 20 \text{ мм}$ ;  $z = 5$ .

1. Определяем характеристику фрезерования:

$$B = 2 \text{ мм}; \quad t = 2 \text{ мм};$$

Число проходов 2.

2. Определяем подачу на зуб фрезы по таблице [2]:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб};$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 80 \text{ мин}$ .

Принимаем по таблице [2]:

$$T = 80 \text{ мин};$$

Значения коэффициентов:  $C_v = 46,7$ ;  $q = 0,45$ ;  $x = 0,5$ ;  $y = 0,5$ ;  $u = 0,1$ ;  $p = 0,1$ ;  $m = 0,33$ . определены по таблице [2].

Общий поправочный коэффициент:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,59;$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{470} \right)^{0,9} = 0,6566$$

$$K_{ПV} = 0,9$$

$$K_{ИV} = 1$$

Скорость резания:

$$V = 42,17 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 33}{\pi \cdot 63} = 671,261 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

5. Главная силы резания:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{MP}$$

Где z-число зубьев фрезы; n-частота вращения фрезы, об/мин.

Значения коэффициентов:  $C_p = 68,2$ ;  $x = 0,86$ ;  $y = 0,72$ ;  $u = 1$ ;  $q = 0,86$ ;  $w=0$ ; определены по таблице [2].

По табл. 9 [2]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{470}{750} \right)^{0,3} = 0,87;$$

6. Окружная сила, формула:

$$P_z = 57,947 \text{ Н};$$

7. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = 5,795 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = 0,04 \text{ кВт};$$

Как видно из таблиц мощность и моменты резания не превышают момент и мощность станка с учётом коэффициента КПД станка  $\eta = 0,8$ , значит, при данных режимах резания есть возможность произвести обработку на данном оборудовании.

Используя данную методику и формулы установления параметров нарезания, для остальных переходов устанавливается аналогичным образом. Полученные значения внесены в таблицу 7.3.

Таблица 7.3 – Скоростей резания

№ Операции	№ Перехода	Режимы резания
0 Заготовительная	Резать по контуру	$V=0,02$ м/мин.
1 Фрезерная Установ А	Фрезеровать плоскость	$S_z=0,06$ мм/зуб. $V=37,13$ м/мин. $n=187,6$ об/мин. $P_z=273,65$ Н. $M_{кр} = 83,2$ Нм $N_{рез}=0,166$ кВт.
	Фрезеровать карман	$S_z=0,06$ мм/зуб. $V=17,78$ м/мин. $n=283,1$ об/мин. $P_z=938,3$ Н. $M_{кр} = 93,8$ Нм $N_{рез}=0,273$ кВт.
	Сверлит два отверстия	$S_z=0,06$ мм/об. $V=34,138$ м/мин. $n=3150$ об/мин. $P_o=286,665$ Н. $M_{кр} = 0,387$ Нм $N_{рез}=0,123$ кВт.
	Нарезать резьбу	$S_z=0,5$ мм/об. $V=12,181$ м/мин. $n=969,362$ об/мин. $M_{кр} = 2,756$ Нм $N_{рез}=0,274$ кВт.
Установ Б	Фрезеровать плоскость	$S_z=0,06$ мм/зуб. $V=33$ м/мин. $n=166,766$ об/мин. $P_z=837,401$ Н. $M_{кр} = 263,781$ Нм $N_{рез}=0,452$ кВт.

Продолжение таблицы 7.3

№ Операции	№ Перехода	Режимы резания
Установ Б	Фрезеровать поверхность	$S_z=0,06$ мм/зуб. $V=16,901$ м/мин. $n=268,992$ об/мин. $P_z=1564$ Н. $M_{кр} = 156,385$ Нм $N_{рез}=0,432$ кВт.
	Фрезеровать поверхность	$S_z=0,06$ мм/зуб. $V=29,249$ м/мин. $n=465,511$ об/мин. $P_z=2017$ Н. $M_{кр} = 201,749$ Нм $N_{рез}=0,964$ кВт.
	Фрезеровать фаску	$S_z=0,06$ мм/об. $V=49,603$ м/мин. $n=671,261$ об/мин. $P_z=57,947$ Н. $M_{кр} = 5,795$ Нм $N_{рез}=0,047$ кВт.
	Фрезеровать карман	$S_z=0,06$ мм/зуб. $V=33$ м/мин. $n=166,766$ об/мин. $P_z=837,401$ Н. $M_{кр} = 263,781$ Нм $N_{рез}=0,452$ кВт.
	Фрезеровать поверхность	$S_z=0,06$ мм/зуб. $V=37,667$ м/мин. $n=559,485$ об/мин. $P_z=718,458$ Н. $M_{кр} = 71,846$ Нм $N_{рез}=0,442$ кВт.
	Фрезеровать поверхность (1 мм)	$S_z=0,06$ мм/зуб. $V=58,998$ м/мин. $n=938,827$ об/мин. $P_z=13,993$ Н. $M_{кр} = 1,399$ Нм $N_{рез}=0,013$ кВт.

Продолжение таблицы 7.3

№ Операции	№ Перехода	Режимы резания
Установ В	Фрезеровать контур	$S_z=0,06$ мм/зуб. $V=33,735$ м/мин. $n=536,913$ об/мин. $P_z=993,271$ Н. $M_{кр} = 99,327$ Нм $N_{рез}=0,548$ кВт.
Установ Г	Сверлит отверстие	$S_z=0,06$ мм/об. $V=34,138$ м/мин. $n=3150$ об/мин. $P_o=286,665$ Н. $M_{кр} = 0,387$ Нм $N_{рез}=0,123$ кВт.
	Нарезать резьбу	$S_z=0,5$ мм/об. $V=12,181$ м/мин. $n=969,362$ об/мин. $M_{кр} = 2,756$ Нм $N_{рез}=0,274$ кВт.
3 Фрезерная Установ А	Фрезеровать плоскость	$S_z=0,06$ мм/зуб. $V=36,7$ м/мин. $n=185,4$ об/мин. $P_z=305,5$ Н. $M_{кр} = 96,228$ Нм $N_{рез}=0,183$ кВт.
	Фрезеровать фаску	$S_z=0,06$ мм/об. $V=49,603$ м/мин. $n=671,261$ об/мин. $P_z=57,947$ Н. $M_{кр} = 5,795$ Нм $N_{рез}=0,047$ кВт.
	Расфрезеровать карман	$S_z=0,06$ мм/зуб. $V=104,125$ м/мин. $n=1657$ об/мин. $P_z=85,186$ Н. $M_{кр} = 8,519$ Нм $N_{рез}=0,145$ кВт.
	Расфрезеровать отверстие	$S_z=0,06$ мм/зуб. $V=102,146$ м/мин. $n=1626,507$ об/мин. $P_z=103,206$ Н. $M_{кр} = 10,321$ Нм $N_{рез}=0,172$ кВт.

## **8 ВЫБОР КОМПЛЕКТА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Для контроля размеров согласно чертежу, необходимы следующие измерительные инструменты.

Нутромер с индикатором часового типа ИЧ2; радиусные шаблоны, фасочные шаблоны, «эталон шероховатости», штангенциркуль с диапазоном измерения 0-150 мм с отсчетом по нониусу 0.05 мм, микрометр, калибр-пробка, микрометрический глубиномер.

## 9 НОРМИРОВАНИЕ

Нормирование исследуемого технологического процесса унифицирует рассчитанные нормы времени, которые необходимы для выполнения операций, входящих в процесс. Расчет норм способствует произвести анализ затрат на производство. Под нормами времени подразумевается расчет штучно-калькуляционного времени выполнения операции, по формуле:

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{t_{пз}}{N_d}, \quad (9.1)$$

где  $t_{шт}$ -штучное (машинное) время обработки изделия;

$t_{пз}$ - подготовительно-заключительное время, затрачиваемое на подготовку к обработке партии деталей;

$N_d$  - количество деталей в партии, шт.

Штучное время определяется следующей формулой:

$$t_{шт} = \sum(t_{осн} + t_{всп}) + t_{т.обс} + t_{о.обс} + t_{отд}, \quad (9.2)$$

где  $t_{осн}$  - основное (машинное) время, время непосредственной обработки, мин;

$t_{всп}$  - вспомогательное время, затрачиваемое на вспомогательные действия: наладку оборудования; установку и снятия заготовки; измерение детали и т.д, мин;

$$t_{всп} = 0,25 \cdot t_{осн},$$

$$t_{опер} = \sum(t_{осн} + t_{всп}),$$

$t_{т.обс}$ - время технического обслуживания станка в процессе работы, мин;

$t_{о.обс}$ - время организационного обслуживания, затрачиваемое на подготовку станка в начале смены и на уборку его в конце смены, мин;

$t_{отд}$ - время на отдых и естественные надобности, мин;

$$t_{обс} = t_{т.обс} + t_{о.обс} + t_{отд} = 0,06 \cdot t_{опер},$$

$$t_{осн} = \frac{L_{р.х.}}{S \cdot n} = \frac{(l+l_{вр}+l_{п})i}{S \cdot n},$$

$L_{р.х.}$  - длина рабочего хода, мм;

$S$  - подача, мм/об;



$n$ - частота вращения шпинделя, об/мин;

$l$ - длина обработки, мм;

$l_{вр}$  - длина врезания, мм;

$l_{п}$  - длина перебега, мм;

$i$ - количество рабочих ходов.

Для фрезерования:

$$t_{осн} = \frac{L_{р.х.}}{v_f}, \quad (9.3)$$

$L_{р.х.}$  - длина рабочего хода, мм;

$v_f$  - минутная подача, мм/мин.

Формула для определения длины врезания и перебега:

- при точении:

$$l_{вр} = t \cdot ctg\varphi, \quad (9.4)$$

$$l_{п} = t \cdot ctg\varphi_1, \quad (9.5)$$

где  $t$ - глубина резания, мм;

$\varphi$ - главный угол в плане, град;

$\varphi_1$ - вспомогательный угол в плане, град;

- при сверлении:

$$l_{вр} = t \cdot ctg\varphi = 0,5D \cdot ctg\varphi, \quad (9.6)$$

$$l_{п} = 1..2 \text{ мм}$$

где  $D$ - диаметр сверла, мм

Результаты расчетов сведены в таблицу 9.1.

Таблица 9.1 – Результат полученных расчетов

Переход	$L_{р.х.}$ мм	$t_{осн}$ , мин	$t_{всп}$ мин	$t_{опер}$ мин	$t_{шт.}$ мин
Резать контур	210	10,5	2,625	13,125	13,9125
Фрезеровать плоскость	234	6,302	3,74	18,67	19,79
Фрезеровать карман	145	8,2			
Сверлит два отверстия	15	0,22			
Нарезать резьбу	10	0,22			
Фрезеровать плоскость	234	6,376	4,62	23,13	24,52
Фрезеровать поверхность	55	3,254			
Фрезеровать поверхность	40	1,368			
Фрезеровать фаску	210	4,234			
Фрезеровать карман	50	1,515			
Фрезеровать поверхность	65	1,726			
Фрезеровать поверхность (1 мм)	2	0,034			
Фрезеровать контур	66,2	1,962	0,491	2,453	2,6
Сверлит отверстие	3,5 и 15	0,11	0,055	0,275	0,2915
Нарезать резьбу	4 и 10	0,11			
Фрезеровать плоскость	234	6,376	3,167	15,83	16,78
Фрезеровать фаску	210	4,234			
Расфрезеровать карман	150	1,441			
Расфрезеровать отверстие	63	0,617			
Общее время 77,9 минут					

Для подготовительно заключительного времени принимается опытная партия из 8 деталей, опытная партия длится на 20 % процентов дольше:

$$69,95 \cdot 1,2 \cdot 9 = 841,32 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.к} = \sum T_{шт} + \frac{t_{пз}}{N_d} = 77,7 + \frac{841,32}{430} = 79,65 \text{ минуты}$$

## 10 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

### 10.1 Разработка технического задания на проектирование оснастки – резьбонарезного патрона для метчика.

В состав операций технологического процесса, разработанного в предыдущей части входит нарезание резьбы метчиком М4 по ГОСТ3266-81. Для осуществления этой операции необходимо спроектировать специальную оснастку. Перед проектированием необходимо сформулировать техническое задание в соответствии с требованиями по ГОСТ 15.001-73.

В соответствии с требованиями по ГОСТ 15.001-73 сформулировано техническое задание, представленное в таблице 10.1.

Таблица 10.1 - Техническое задание

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Резьбонарезной патрон для закрепления метчиков при нарезании резьбы на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ HAAS VF3
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали.
Цель и назначение разработки	Оснастка предназначена для точной установки и надежного закрепления метчика с целью обеспечения необходимой точности размеров, а также для быстрой замены предохранительных головок на другой диаметр метчика.
Технические требования	Тип производства – мелкосерийное; Программа выпуска – 430 штук в год; Установочные и присоединительные размеры патрона должны соответствовать вертикально-фрезерному станку с ЧПУ HAAS VF3.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка, чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

## 10.2 Спроектированное приспособление – резьбонарезной патрон для метчика.

Процесс нарезания резьбы нарезными инструментами такими как: метчики, круглые плашки или резьбонарезные головки на металлорежущий станках не имеющих точных винторезных кинематических цепей, можно описать следующим образом: необходимо закрепить в шпинделе с помощью компенсирующего патрона. В свою очередь, патрон обеспечивает инструменту степень свободы в осевом направлении относительно шпинделя, механическое или ручное движение подачи, который не всегда соответствует шагу нарезаемой резьбы.

Спроектированное приспособление разделяется на блоки, такие как: резьбонарезной патрон и быстросменный метчикодержатель. При этом крутящий момент передается от патрона к метчикодержателю за счет пазов, которые предусмотрены во втулке 12, в них входят выступы обоймы 4.

Для того, чтобы установить резьбонарезной патрон в шпиндель станка предусмотрена направляющая 15, которая с одной стороны имеет хвостовик, выполненный в форме конуса Морзе №2, а с обратной стороны имеет пазы для шпонок 13, передающих вращение втулке 12. Шпонки 13 зафиксированы при помощи винтов 16 с помощью внутреннего шестигранника.

Фиксация направляющей 15 во втулке 12, выполненной в виде хвостовика Морзе №2 осуществляется за счет гайки 14 и установочного винта 17. При этом направляющая 15 имеет возможность перемещаться в шпоночных пазах втулки 12. В спроектированном резьбонарезном патроне функцию компенсатора выполняет пружина 11.

Во втулке 12 предусмотрено точное отверстие с соответствующим диаметром под быстросменный метчикодержатель, в котором устанавливается инструмент.

За счет шарикового фиксатора, который включает в себя: втулку 10 с коническим участком, пружину 9 и шарики 22 обеспечивается быстрая смена метчикодержателя.

В момент, когда втулка 10 поднимается вверх, шарики 22 двигаются в расточку и освобождают быстросменный метчикодержатель.

Для установки метчика в резьбонарезной патрон за базовую поверхность принимается цилиндрическая поверхность корпуса 2, имеющая кольцевую канавку для надежной фиксации шариками 22.

В корпусе 2 выполнены радиальные отверстия под шарики 22, которые поджимаются толкателем 7. Изменение крутящего момента осуществляется регулировкой величины деформации тарельчатых пружин 20 с помощью гайки 7, фиксируемой после регулировки стопорным кольцом 8. Шарики 22 под действием тарельчатых пружин 20 за счет конического участка толкателя 7 выкатываются в отверстия обоймы 4. Обоймы 4 фиксируется на корпусе с помощью кольца 19.

Метчик устанавливается во втулку 1 и в квадратное отверстие корпуса 2. Зажим метчика производится шариками 21, которые за счёт конической проточки в корпусе при перемещении втулки 1 пружиной 3. Сама втулка зафиксирована от выпадения в корпусе с помощью кольца 18.

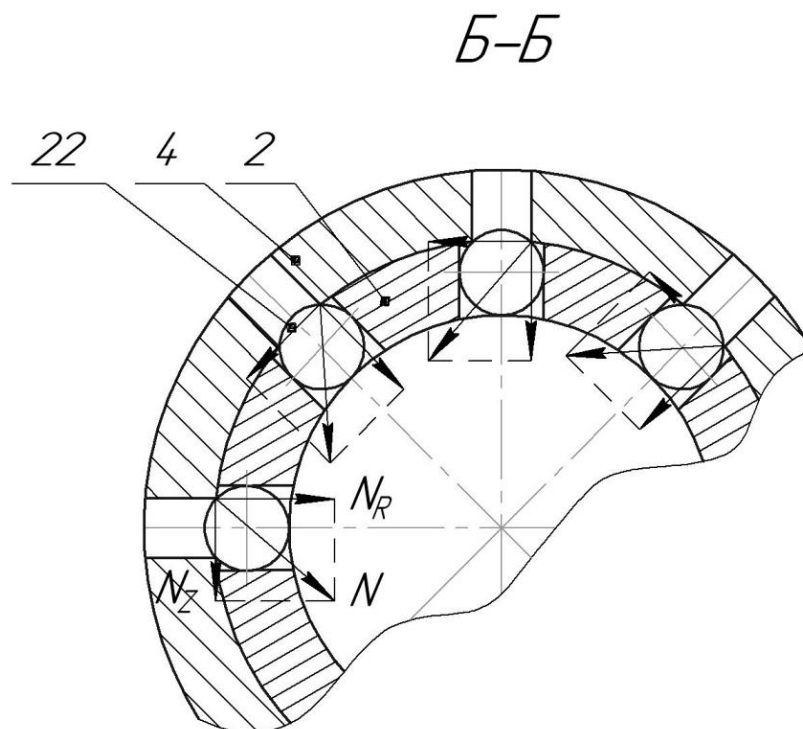


Рисунок 10.1 Сечение Б-Б

Сечение Б-Б на рисунке 10.1 демонстрирует принцип работы

метчикодержателя как предохранительной муфты шарикового типа.

Опираясь на физические законы механики, давление  $N$  с обоймы 4 на шарики 22 переносится по нормали к поверхности контакта. Данное усилие можно разделить на два типа: тангенциальную  $N_Z$  и радиальную  $N_R$ . Тангенциальный тип обеспечивает перенос крутящего момента с обоймы 4 на корпус метчикодержателя 2, для нарезания. Радиальные составляющие  $N_R$  уравниваются давлением толкателя 5, создаваемым тарельчатыми пружинами 20. Если суммарное радиальное давление  $N_R$  превысит уравнивающее давление толкателя 5, то шарики 22 вдавятся внутрь корпуса 2, приподнимая толкатель 5 и деформируя тарельчатые пружины 20. Состоится отсоединение обоймы 4 с корпусом метчикодержателя 2, с последующим стопом вращения метчика. В случае срабатывания предохранительная муфта создает характерный треск, который оповещает об окончании обработки резьбы «в упор» или о заклинивании инструмента.

Прекращение вращения метчика при нарезании резьбы «в упор» или при включении предохранительной шариковой муфты, возникает остановка осевого движения инструмента, за счет компенсации пружиной 11.

Разработанное приспособление (Рис.10.2) может использоваться на фрезерных/токарных/сверлильных станках, а также на обрабатывающих центрах. Патрон для нарезания резьбы имеет механизм осевой компенсации, позволяющей устранять разность между шагом метчика и подачей станка. В патроне также имеется механизм оперативной смены предохранительных головок на иной диаметр метчика.



### 10.3 Настройка и работа резьбонарезного патрона для метчика

Настройка и работа резьбонарезного патрона для метчика осуществляется следующим образом.

- Экспериментальной или расчётной методикой определить момент нарезания  $M_{кр}$ (Нм) в данном материале требуемым метчиком.
- Изъять стопорное кольцо 8 и осуществить изменение параметров крутящего момента, вращая гайку 7 по часовой стрелке для прибавления крутящего момента и против часовой стрелки для уменьшения крутящего момента. Проверка патрона на крутящий момент осуществляется динамометрическим ключом и специальной оправкой, установленной взамен метчика. Впоследствии регулировки патрона, гайку следует обратно установить кольцо 8.
- Впоследствии регулировки патрон готов к использованию и корректно настроенное устройство обеспечивает плавное резьбонарезание метчиком. При заклинивании метчика или при его упирании в дно глухого отверстия, возникновение треска в патроне оповещает об остановке вращения метчика.

Скорость резания при нарезании метрической резьбы метчиками, круглыми плашками и резьбовыми головками определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V, \text{ м/мин} \quad (10.1)$$

где  $D$  – номинальный диаметр резьбы.  $S$  – подача, равна шагу резьбы.

Значения коэффициента  $C_V$ , показателей степени и средние значения периода стойкости  $T$  для различных инструментов выбираются по таблицам.

$K_V$  – Общий поправочный коэффициент.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{fV}, \quad (10.2)$$

где  $K_{MV}$  и  $K_{UV}$  – коэффициенты, учитывающие обрабатываемый и инструментальный материалы (выбираются по таблицам);  $K_{fV}$  – коэффициент, учитывающий точность нарезаемой резьбы.



$$K_V = 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 2,07$$

$$V = \frac{20 \cdot 4^{1,8}}{90^{0,9} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 2,07 = 12,1 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент  $M_m$ , при нарезании резьбы метчиками, плашками и резьбовыми головками определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p, \text{ Нм} \quad (10.3)$$

где  $P$  – шаг резьбы;

$D$  – номинальный диаметр резьбы;

Значения коэффициента  $C_M$ ,  $K_p$  и показатели степени выбираются по таблицам.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0059 \cdot 4^{1,8} \cdot 1,25^{0,5} \cdot 2,7 = 2,75 \text{ (Нм)}$$

Мощность, кВт, при нарезании резьбы метчиками, плашками и резьбовыми головками определяется по формуле:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{СТ}}{9750}, \text{ (кВт)}; \quad (10.4)$$

где  $n$ -частота вращения равная:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \text{ (об/мин)}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 12,1}{3,14 \cdot 4} = 964 \text{ (об/мин)}$$

Принимаем  $n_{СТ} = 915$  об/мин.

$$N = \frac{2,75 \cdot 964}{9750} = 0,272 \text{ (кВт)}$$

Полученные результаты расчета соответствуют подобранным параметрам из предыдущей части.

#### Расчёт крутящего момента при нарезании резьбы

Разработанное приспособление включает в себя предохранительную шариковую муфту с устройством настройки передаваемого крутящего момента для нарезания резьбы в разных материалах. Это дает защиту метчика от раскалывания. Так как это является необходимостью при нарезании резьбы в труднообрабатываемых материалах и глухих отверстиях,

а также при нарезании резьбы с мелким шагом на станках.

#### 10.4 Вывод по разделу

По результатам расчета норм времени, выяснилось, что оптимальным путем нарезания резьбы будет являться машинный способ на вертикальном-фрезерном станке с ЧПУ HAAS VF3. На разработанном приспособлении также можно осуществлять фрезерную обработку и сверление отверстий, при этом разделяя операции.

## **11 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

В данном разделе рассматривается вопрос оценки перспективности развития и планирования финансовой, а также коммерческой ценности конечного продукта, разрабатываемого 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.

Целью данного раздела является проектирование и создание конкурентоспособных технологий, которые будут отвечать современным требованиям в области ресурсоэффективности. Для того чтобы оценить конкурентоспособность разработки технологии, проведен анализ конкурентных разработок и SWOT-анализ. Также в разделе описана структура и планирование работ, которые выполняются в процессе разработки. Это позволит оценить длительность выполняемой работы, а также необходимый бюджет, который потребуется на их выполнение.

### **11.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Для определения потенциальных потребителей детали кольцо необходимо изучить целевой рынок и осуществить его сегментирование. В связи со специфичностью детали, можно предположить, что конечный потребитель – авиадиспетчерские при аэропортах. Однако, данный подшипниковый узел может быть применим и к другим потенциальным потребителям, например, промышленные предприятия (кресло инженера-конструктора), лаборатории (кресло химика) и т.д.

В данном случае, сегментирование основывалось на следующих параметрах: размер организации и сфера использования. Карта сегментирования приведена в таблице 11.1 [6].

Таблица 11.1 – Карта сегментирования

	Сфера использования			
		Аэропорты	Промышленные предприятия	Лаборатории
Размер организации	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Таким образом, для реализации детали подойдут все виды Аэропортов, т.к. там присутствуют авиадиспетчерские, промышленные предприятия крупных и средних масштабов, а также крупные и средние лаборатории.

## 11.2 Анализ конкурентных технических решений

Проведение анализа конкурентных технических решений позволяет вносить изменения в проектные решения, для того, чтобы успешнее противостоять своим соперникам на рынке.

Среди конкурентов в производстве деталей кольцо, можно выделить следующие лидирующие компании на российском рынке:

- Исполнитель 1 – Группа компаний «Решение» (ГК «Решение»). ГК специализируется на производстве диспетчерской мебели под торговой маркой «АМЕР».

- Исполнитель 2 – Общество с ограниченной ответственностью «Делайт 2000» (ООО «Делайт 2000»). Компания, которая основывается на совершенствовании технологических решений рабочих пространств, в том числе и комплектующих для диспетчерских кресел.

В таблице 11.2 показано сравнение разработок-конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности [6].

Таблица 11.2 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

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
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Удобство в эксплуатации	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,6
Долговечность	0,2	4	3	3	0,8	0,6	0,6
Надежность	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
Повышение производительности труда	0,2	5	5	4	1	1	0,8
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Цена	0,05	5	3	2	0,25	0,15	0,1
Предполагаемый срок эксплуатации	0,15	4	5	4	0,6	0,75	0,6
Доступность	0,15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>27</b>	<b>4,55</b>	<b>4,2</b>	<b>3,95</b>

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле 11.1:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (11.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

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

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что разрабатываемая деталь является актуальной и конкурентоспособной на российском рынке.

### 11.3 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды работ, был проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон проектируемой детали, а также его возможностей и угроз [7].

Первый этап проведение SWOT анализа характеризуется составлением матрицы, в которой описаны слабые и сильные проектируемой детали, выявленные возможности и угрозы для реализации, которые проявились или могут появиться во внешней среде. Матрица приведена в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Матрица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
С1. Низкая цена исходного сырья.	Сл1. Затраты на программное обеспечение, для моделирования детали.
С2. Высокая прочность детали.	Сл2. Вероятность получения брака.
С3. Обеспечение удобства авиадиспетчеру, при эксплуатации детали	Сл3. Высокие требования к подшипниковому узлу.
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
В1. Появление потенциального спроса на деталь в других областях. Например, аэрокосмической или промышленной отраслях.	У1. Снижение стоимости подшипниковых узлов у конкурентов.
В2. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	
В3. Рост стоимости оборудования и, следовательно, рост цены ошибки без применения моделирования.	

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность разрабатываемой детали, а также надежность ее реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 11.4 – 11.7.

Таблица 11.4 – Интерактивная матрица «Возможности и сильные стороны»

	<b>Сильные стороны</b>			
		С1	С2	С3
<b>Возможности</b>	В1	-	+	+
	В2	+	+	+
	В3	-	-	-

Таблица 11.5 – Интерактивная матрица «Возможности и слабые стороны»

	Слабые стороны			
		Сл1	Сл2	Сл3
Возможности	V1	-	-	+
	V2	-	-	+
	V3	+	+	-

Таблица 11.6 – Интерактивная матрица «Угрозы и сильные стороны»

	Сильные стороны			
		C1	C2	C3
Угрозы	У1	+	-	-

Таблица 11.7 – Интерактивная матрица «Угрозы и слабые стороны»

	Слабые стороны			
		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы	У1	+	+	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 11.8

Таблица 11.8 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны</b></p> <p>C1. Низкая цена исходного сырья.</p> <p>C2. Высокая прочность детали.</p> <p>C3. Обеспечение удобства авиадиспетчеру, при эксплуатации детали</p>	<p><b>Слабые стороны</b></p> <p>Сл1. Затраты на программное обеспечение, для моделирования детали.</p> <p>Сл2. Вероятность получения брака.</p> <p>Сл3. Высокие требования к подшипниковому узлу.</p>
<p><b>Возможности</b></p> <p>V1. Появление потенциального спроса на деталь в других областях. Например, аэрокосмической или промышленной отраслях.</p> <p>V2. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.</p> <p>V3. Рост стоимости оборудования и,</p>	<p><b>Направления развития</b></p> <p>V1C2 Высокая прочность детали является основанием для внедрения в аэрокосмические или промышленные области.</p> <p>V2C1C2. Низкая цена исходного сырья и высокая прочность детали являются основой для экспорта за рубеж и выхода на мировой рынок.</p>	<p><b>Сдерживающие факторы</b></p> <p>V3Сл1Сл2 Потенциальная стоимость вероятной ошибки значительно больше стоимости ПО для моделирования.</p>

следовательно, рост цены ошибки без применения моделирования.		
<b>Угрозы</b> У1. Снижение стоимости подшипниковых узлов у конкурентов.	<b>Угрозы развития</b> У1С2С1. Несмотря на снижение стоимости разработок конкурентов, разрабатываемый подшипниковый узел имеет лучшие механические свойства. У1С2. Разрабатываемая деталь обладает лучшими механическими свойствами, являются более привлекательными мировом рынке.	<b>Уязвимости:</b> У1Сл2Сл3. Введение систем совершенствования производства детали для снижения погрешности и вероятности брака.

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.

## 11.4 Планирование научно-исследовательских работ

### 11.4.1 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 [7].

Участниками процесса являются: инженер и научный руководитель.

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



таблице 11.9.

Таблица 11.9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Ознакомление с литературой	Инженер
	3	Консультирование по возникшим вопросам	Научный руководитель
Технологическая часть	4	Анализ конструкции и технологичности	Инженер
	5	Предварительное определение типа производства	Инженер
	6	Выбор заготовки	Научный руководитель, инженер
	7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер
	8	Размерный анализ	Инженер
	9	Назначение допусков на технологические размеры	Инженер
	10	Расчёт межоперационных размеров	Инженер
	11	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Научный руководитель, инженер
	12	Назначение режимов резания	Инженер
	13	Расчёт норм времени	Инженер
Конструкторская часть	14	Поиск литературы и ознакомление с ней	Инженер
	15	Проектирование приспособления	Инженер
	16	Расчёт погрешностей установки	Инженер
Обобщение и оценка результатов	17	Оформление документации в виде операционных карт, чертежей и пояснительной записки	Инженер
	18	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, инженер

## 11.4.2 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 [6].

Чтобы определить ожидаемое значение трудоемкости  $t_{ожі}$  воспользуемся формулой 11.2:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (11.2)$$

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

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

Чтобы определить продолжительность работы в рабочих днях  $T_{pi}$  воспользуемся формулой 11.3:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (11.3)$$

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

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Все рассчитанные значения приведены в таблице 11.10.

Таблица 11.10 – Полученные значения

№ работы	$t_{mini}$ , чел.-дн	$t_{maxi}$ , чел.-дн	$t_{ожі}$ , чел.-дн	$Ч_i$ , чел.	$T_{pi}$ , раб. дн.
1	1	4	2,2	1	2,2
2	2	5	3,2	1	3,2
3	1	2	1,4	1	1,4
4	1	2	1,4	1	1,4
5	1	2	1,4	1	1,4
6	1	2	1,4	2	0,7
7	2	5	3,2	1	3,2

8	1	3	1,8	1	1,8
9	1	2	1,4	1	1,4
10	2	5	3,2	1	3,2
11	1	3	1,8	2	0,9
12	3	5	3,8	1	3,8
13	2	5	3,2	1	3,2
14	2	5	3,2	1	3,2
15	2	6	3,6	1	3,6
16	1	2	1,4	1	1,4
17	5	10	7	1	7
18	1	2	1,4	2	0,7

### 11.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для того, чтобы построить график в форме диаграммы Ганта, необходимо длительность работ из рабочих дней, перевести в календарные дни. Значения в календарных днях  $T_{ki}$  рассчитываются и округляются до целых чисел по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (11.4)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по формуле 11.5:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (11.5)$$

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

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

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

Тогда,  $k_{\text{кал}} = 1,48$ .

Длительность работ в календарных днях показана в таблице 11.11.

Таблица 11.11 – Длительность работ в календарных днях

Содержание работы	Трудоёмкость работ, чел.-дн			Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$
	$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	$t_{\text{ож} i}$		
Составление и утверждение технического задания	1	4	2,2	2,2	4
Ознакомление с литературой	2	5	3,2	3,2	5
Консультирование по возникшим вопросам	1	2	1,4	1,4	2
Анализ конструкции и технологичности	1	2	1,4	1,4	2
Предварительное определение типа производства	1	2	1,4	1,4	2
Выбор заготовки	1	2	1,4	0,7	1
Разработка технологического маршрута изготовления детали	2	5	3,2	3,2	5
Размерный анализ	1	3	1,8	1,8	3
Назначение допусков на технологические размеры	1	2	1,4	1,4	2
Расчёт межоперационных размеров	2	5	3,2	3,2	5
Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	1	3	1,8	0,9	2
Назначение режимов резания	3	5	3,8	3,8	6
Расчёт норм времени	2	5	3,2	3,2	5
Поиск литературы и ознакомление с ней	2	5	3,2	3,2	5
Проектирование приспособления	2	6	3,6	3,6	6
Расчёт погрешностей установки	1	2	1,4	1,4	2

Оформление документации в виде операционных карт, чертежей и пояснительной записки	5	10	7	7	10
Оценка эффективности полученных результатов	1	2	1,4	0,7	1

На основе данных таблицы 11.11 составляется график Ганта месяцы работы разбиты по декадам, который продемонстрирован в таблице 11.12.

Таблица 11.12 – Диаграмма Ганта

№	Содержание работы	Должность исполнителя	$T_{ki}$ , кал.дн.	Месяц										
				Янв.	Фев.			Мар.			Апр.			
				1	1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель темы	4	■										
2	Ознакомление с литературой	Инженер	5	▨										
3	Консультирование по возникшим вопросам	Научный руководитель	2	■										
4	Анализ конструкции и технологичности	Инженер	2	▨										
5	Предварительное определение типа производства	Инженер	2	▨										
6	Выбор заготовки	Научный руководитель, инженер	1	■										
7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер	5		▨									
8	Размерный анализ	Инженер	3			▨								
9	Назначение допусков на технологические размеры	Инженер	2			▨								

Продолжение таблицы 11.12

10	Расчёт межоперационных размеров	Инженер	5									
11	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Научный руководитель, инженер	2				 					
12	Назначение режимов резания	Инженер	6									
13	Расчёт норм времени	Инженер	5									
14	Поиск литературы и ознакомление с ней	Инженер	5									
15	Проектирование приспособления	Инженер	6									
16	Расчёт погрешностей установки	Инженер	2									
17	Оформление документации в виде операционных карт, чертежей и пояснительной записки	Инженер	10									
18	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, инженер	1									 

Примечание:

 – Исп. 1 (научный руководитель),  – Исп. 2 (инженер)

#### 11.4.4 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.

#### **11.4.5 Расчет материальных затрат научно-технического исследования**

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

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, покупные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п. В таблице 11.13 приведены все материальные затраты.

Таблица 11.13 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы Зм, руб
Картридж для принтера	шт.	1	1200	1200
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	190	380
Ручка шариковая	шт.	5	25	125
Карандаш чертежный	шт.	4	20	80
Интернет	пакет	1	350	350
Материал сталь 40Х	кг	2	35	70
Итого, руб				2205

В сумме материальные затраты составили 2205 рублей. Цены взяты средние по городу Томску.

#### **11.4.6 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 [7].

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (11.6)$$

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

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A \times И}{12} \times m, \quad (11.7)$$

где  $И$  – итоговая сумма, тыс. руб.;

$m$  – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot И}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 30000}{12} \cdot 3 = 2475 \text{ руб.}$$

В таблице 11.14 приведен перечень затрат на оборудование.

Таблица 11.14 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.	м.в.из. мес.	$H_A$ %	$A_{амо.}$ .руб.
1	ПЭВМ	1	3	50	50	0,6	33	4167
2	КСЕРОКС	1	7	32	32	0,7	14	1143
<b>Итого</b>								<b>5310</b>

Итого, стоимость приобретенного специализированного оборудования составила 118245 руб.

#### 11.4.7 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  $Z_{осн}$  одного работника рассчитывается по



следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (11.8)$$

где  $Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

– Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{51000 \times 10,3}{246} = 2135,4 \text{ руб.}$$

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):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d} = \frac{32000 \times 11,2}{213} = 1682,6 \text{ руб.}$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_m = Z_{мс} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p = 26000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 50700 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$Z_m = Z_{мс} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p = 17500 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 34125 \text{ руб.}$$

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).

Также необходимо было определить баланс рабочего времени

исполнителей. Баланс времени представлен в таблице 11.15

Таблица 11.15 – 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

Расчет основной заработной платы исполнителей произведен в таблице 11.16.

Таблица 11.16 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{мс}$ ·руб.	$k_{np}$	$k_{\partial}$	$k_p$	$Z_{м}$ ·руб	$Z_{дн}$ ·руб	$T_p$ ·раб. дн.	$Z_{осн}$ ·руб
Руководитель	26000	0,3	0,2	1,3	50700	2135,4	13,5	28827,9
Инженер	17500	0,3	0,2	1,3	34125	1682,6	68,5	115258,1
Итого:								144086

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = K_{доп} \times Z_{осн} = 0,15 \times 28827,9 = 4324,2 \text{ руб}$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = K_{доп} \times Z_{осн} = 0,15 \times 115258,1 = 17288,7 \text{ руб}$$

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

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

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \times (28827,9 + 4324,2) = 9945,6 \text{ руб}$$

– для инженера:

$$Z_{внеб} = K_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \times (115258,1 + 17288,7) = 39764,04 \text{ руб}$$

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).

#### 11.4.9 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 [6].

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.16):

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей}1 \div 5) \cdot k_{пр}, \quad (11.9)$$

Величина накладных расходов принимается равной 0,2.

В таблице 11.17 продемонстрирована группировка затрат по трем исполнителям, включая текущий проект.

Таблица 11.17 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.		
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3
1	Материальные затраты НИР	5621	4230	12000
2	Затраты на специальное оборудование	107283	123738	142560
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	156300	156300	156300
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	22448,1	22448,1	22448,1
5	Отчисления во внебюджетные фонды	48528,4	48528,4	48528,4
6	Накладные расходы	53118,1	63118,1	63118,1
Бюджет затрат НИР		393298,6	369834,2	444954,6

## 11.5 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.

В этом пункте производится сравнение реально действующего технологического процесса и разработанного. Интегральный финансовый показатель разработки по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (11.10)$$

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

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

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

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 393298,6$  руб;  $\Phi_{\text{исп.2}} = 369834,2$  руб;  $\Phi_{\text{исп.3}} = 444954,6$  руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{текущ.проект}} = \frac{\Phi_{\text{тех.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{393298,6}{444954,6} = 0,88$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{369834,2}{444954,6} = 0,83$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{444954,6}{444954,6} = 1$$

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 ( $I_{pi}$ ) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра. Интегральный показатель рассчитывается по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (11.11)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы. Полученные значения приведены в таблице 11.18.

Таблица 11.18 – Интегральные показатели ресурсоэффективности

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.1	Исп.2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,3	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,3	4	5	5
3. Высокая прочность	0,25	4	4	4
4. Надежность	0,15	5	3	4
ИТОГО	1	18	15	17

$$I_{p\text{-текущ.проект}} = 0,3*5 + 0,3*4 + 0,25*4 + 0,15*5 = 4,45;$$

Интегральный показатель эффективности разработки и аналога определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.}}^p = \frac{I_{p\text{-исп.}}}{I_{\text{финр}}}, \quad (11.12)$$

Полученные результаты расчета показателя ресурсоэффективности для текущего проекта и двух альтернативных вариантов:

$$I_{\text{текущ.проект}}^p = \frac{4,45}{0,88} = 5,05$$

$$I_{\text{текущ.проект}}^p = \frac{3,85}{0,83} = 4,63$$

$$I_{\text{текущ.проект}}^p = \frac{4,3}{1} = 4,3$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{текущ.проект}}}{I_{\text{исп.1}}}$$

Результаты оценки сведены в таблице 11.19

Таблица 11.19– Сравнительная таблица по исполнителям

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,88	0,83	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,45	3,85	4,3
3	Интегральный показатель эффективности	5,05	4,63	4,3
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,09	0,91	-

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

### **Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

Был проведен SWOT-анализ, который позволил провести детальную аналитику и выявить: сильные и слабые стороны, возможности и потенциальные угрозы.

В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. График изображен при помощи диаграммы

Ганта. По итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 74 дня.

Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 393298,6 руб;

Результат оценки эффективности показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя составляет 0,88, что является показателем того, что является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности составляет 5,05, по сравнению с 4,63 и 4,3;

3) значение интегрального показателя эффективности составляет 1,09 и является наиболее высоким, что означает, что данное техническое решение, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

## 12 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Согласно стандарту ГОСТ Р ИСО 26000-2012 «Руководство по социальной ответственности», под термином социальная ответственность понимается ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду [8].

В разделе «Социальная ответственность» содержится 4 подраздела:

- Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. Данный подраздел включает в себя стандарты, которые необходимы для полноценной работы инженера, занимающегося проектированием и созданием различных деталей. Подраздел затрагивает такие вопросы, как: эргономические требования к рабочему месту инженера, эргономические требования к креслу, а также общие требования взаимодействия со средствами изображения информации т.к. грамотная организация рабочего пространства, играет важную роль в комфорте и продуктивности сотрудников.
- Производственная безопасность. В подразделе приведены опасные и вредные факторы на этапах производства кольца. Также приведена аналитика данных факторов в табличном виде.
- Экологическая безопасность. В подразделе рассматриваются факторы, которые могут негативно воздействовать на окружающую среду при создании кольца и какой ущерб они могут нанести природе.
- Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Данный подраздел посвящен вопросам возможных чрезвычайных ситуациях на производстве и технике безопасности на рабочих местах.

### 12.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Инженер, при проектировании детали «кольцо», преимущественно работает сидя за компьютером. Данный аспект регулируется стандартом ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». Согласно данному стандарту, на рабочем месте



должно быть обеспечено оптимальное положение сотрудника, а именно регулированием:

- высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног относительно параметров работника;
- высоты сиденья и подставки для ног [9].

В случае, если данные параметры невозможно отрегулировать, в стандарте ГОСТ 12.2.032-78 содержится номограмма зависимости высоты рабочего пространства от роста сотрудника. Поэтому, габариты рабочего пространства корректируются относительно высоты человека.

На рабочем пространстве инженера важно не только соблюдение оптимальности рабочей зоны, но и эргономичность кресла. Данный аспект регулируется стандартом ГОСТ 21889-76. «Система «человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования». Эргономические требования к креслу человека-оператора включают в себя следующее:

- кресло должно обеспечивать физиологически удобную и правильную позу, а также возможность длительного поддержания позы для работы сотрудника, соответствующее его условиям труда;
- в конструкции кресла должна быть предусмотрена возможность условий отдыха сотрудника, в случае, если он не может покинуть рабочее место;
- кресло не должно затруднять рабочие движения оператора;
- обязательные элементы для кресла: сиденье, спинка, подлокотники;
- у кресла должна быть возможность изменения таких параметров, как: регулирование высоты поверхности сиденья, угол наклона спинки (шаг регулирования составляет 15-25 мм);
- изменение параметров кресла не должно требовать применения дополнительных инструментов;

– отделка кресла должна быть из прочных, огнестойких и нетоксичных материалов [10].

Инженер при проектировании детали работает за компьютером – находится перед монитором. Общие требования к рабочим местам, снабженным средствами отображения информации на электронно-лучевых трубках (мониторах, дисплеях, видеомониторах, видеомодулях, и т.д.) описаны в стандарте ГОСТ Р 50923-96 «Дисплей. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения». В стандарте также указываются общие требования к рабочему месту и креслу человека-оператора [11].

В разделе «Общие требования» стандарта ГОСТ Р 50923-96 указывается, что рабочее место с дисплеем должно обеспечивать оператору возможность удобного выполнения работ в положении сидя и не создавать перегрузки костно-мышечной системы.

При этом, дисплей на рабочем месте оператора должен располагаться так, чтобы изображение в любой его части было различимо без необходимости поднять или опустить голову. Тем самым, у работника не будет необходимости совершать лишних телодвижений. Также в стандарте указывается, что угол наблюдения экрана оператором относительно горизонтальной линии взгляда не должен превышать 60°. Требование к отношению яркостей в зоне наблюдения (экран, документ, поверхность стола) должно составлять не более 10:1.

## **12.2 Производственная безопасность**

Перечень опасных и вредных факторов, проявляемых на разных этапах работ продемонстрированы в таблице 12.1

Таблица 12.1 – Опасные и вредные факторы при изготовлении кольца.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изгото- вление	Эксплу- атация	
Опасный уровень напряжения в электрической цепи	+	+	+	ГОСТ 29322-2014. Напряжения стандартные [12] СП 2.13330.2016.
Недостаточная освещенность рабочей зоны, отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Естественное и искусственное освещение [13] ГОСТ Р ИСО 10075-3- 2009. Эргономические принципы обеспечения адекватности умственной нагрузки. Принципы и требования к методам измерений и оценке умственной нагрузки [14]
Умственное перенапряжение	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования Безопасности [15]
Производственный шум на рабочем месте	+	+		ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности [16]
Повышенный уровень электромагнитных излучений	+	+	+	

### 12.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В соответствии со стандартом ГОСТ 12.0.002-2014 «Система стандартов безопасности труда. Термины и определения», существуют два типа факторов производственной среды:

- опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работника может привести к травме или внезапному ухудшению состояния здоровья;

- вредный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работника может привести к заболеванию, а также снижению работоспособности [12].

Согласно ГОСТ 29322-2014. Напряжения стандартные, на промышленных предприятиях применяются напряжения, которые превышают 230/400 В. Поэтому, при проектировании или изготовлении кольца на инженера может воздействовать такой опасный производственный фактор, как опасный уровень перенапряжения в электрической цепи.

Возможные источники возникновения опасного уровня перенапряжения в электрической цепи:

- Аварийные ситуации. Из-за повреждения в сетях, например, попадании фазы на ноль, может произойти увеличение разности потенциалов до уровня линейной.

- Перекос напряжения (фаз). Вследствие обрыва нулевого провода, в какой-то из фаз может произойти резкий скачок напряжения.

- Аварийное состояние проводки и т.д.

Замыкание, которое прошло через тело работника, может вызвать сильные ожоги, остановку работы сердца и органов дыхания. Данный фактор может привести к летальному исходу.

Для того, чтобы исключить вероятность воздействия опасного уровня напряжения в электрической цепи, необходимо проводить следующие мероприятия:

- произвести изолирование токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- производить технический осмотр оборудования;
- соблюдать условия эксплуатации, сборки и установки оборудования согласно конструкторской документации;
- оснастить помещения всеми необходимыми предписанию нормами для электробезопасности;
- проводить инструктаж по технике безопасности персоналу, работающему с соответствующим оборудованием;
- использовать плавкие предохранители и автоматические выключатели для защиты от замыканий;
- обучать мероприятиям по работе с электрическими приборами.

Вредные факторы, воздействующие на инженера:

1. Недостаточная освещенность рабочей зоны, отсутствие или недостаток естественного света.

Источником возникновения недостаточной освещенности рабочего места могут быть следующие факторы:

- отсутствие окон в помещении или их недостаточный размер для полноценного естественного освещения;
- отсутствие дополнительных ламп на рабочих местах;
- нефункционирующее освещение в полной мере и т.д.

Данный фактор может значительно повлиять на перенапряжение и ухудшение функционирования зрительного аппарата сотрудника. Также, недостаточное освещение рабочей зоны может повлечь быструю утомляемость и снижение работоспособности.

Работа по проектированию детали относится к разряду средней точности. Требования, которые необходимо соблюдать для нормальной освещенности рабочего места, отражены в стандарте СП 2.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». В таблице 12.2 приведены нормы освещенности помещения для данного разряда [13].

Таблица 12.2 – Нормирование освещенности для работ средней точности

Разряд зрительной работы	Характеристика	Подразряд	Освещенность (комбинированная система), Лк	Освещенность (общая система), Лк
VI	Средней точности	Б	500	200

Т.к. большую часть времени при проектировании инженер проводит за компьютером, то при организации рабочего места необходимо учесть требования, которые также отражены в стандарте СП 2.13330.2016. А именно:

- освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна составлять 300-500 лк;
- освещенность на поверхности экрана ПК должна быть не более 300 лк;
- яркость бликов на экране ПК не более 40 кд/м<sup>2</sup>;
- яркость светящихся поверхностей находящихся в поле зрения не более 200 кд/м<sup>2</sup>;
- показатель ослеплённости для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях не более 20;
- соотношения яркости между рабочими поверхностями 3:1–5:1;
- соотношение яркости между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1;
- коэффициент пульсации не более 5%.

Если освещение на рабочих местах соответствует нормам стандарта СП 2.13330.2016, то такое освещение обеспечивает безопасную рабочую зону для здоровья сотрудников, так как входит в допустимые значения освещенности рабочей зоны [13].

Для того чтобы не допустить недостаточной освещенности рабочего пространства, применяются следующие средства нормализации:

- источники света;

- осветительные приборы;
- световые проемы;
- светозащитные устройства;
- светофильтры;
- защитные очки.

## 2. Умственное перенапряжение.

Работа инженера – это постоянные умственные нагрузки. Именно поэтому, существует риск воздействия фактора умственного перенапряжения. Данный фактор может возникнуть в результате:

- частых стрессовых ситуаций;
- отсутствие отдыха при каждодневной продолжительной работе;
- отсутствие физической нагрузки при регулярной умственной активности.

Согласно стандарту ГОСТ Р ИСО 10075-3-2009 «Эргономические принципы обеспечения адекватности умственной нагрузки. Принципы и требования к методам измерений и оценке умственной нагрузки» последствия данного фактора могут привести к переутомлению, нарушению сна, головным болям, слабости, апатии и т.д [14].

Для минимизации воздействия фактора умственного перенапряжения, следует выполнять на рабочих местах следующие действия:

- планировать свой рабочий день во избежание переработок;
- наладить режим сна (оптимальная продолжительность сна – 8 часов);
- делать перерывы на отдых.

## 3. Производственный шум на рабочем месте.

Так как рабочее место инженера может располагаться в непосредственной близости к станкам, то шум также на него воздействует.

Производственный шум влечёт за собой следующие риски:

- потеря слуха;

- гипертония, вследствие изменения пульса и частоты дыхания;
- падение производительности труда;
- психические расстройства и т.д.

Согласно стандарту ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования Безопасности» характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц [15].

Допустимые уровни звукового давления на рабочих местах приведены в таблице 12.3.

Таблица 12.3 – Допустимые уровни звукового давления на рабочих местах

Помещения и рабочие места	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					Уровень звука, дБА
	63	125	250	1000	4000	
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	55	50	60

В соответствии с ГОСТ 23337 – 2014 при разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочих мест необходимо обеспечить меры по снижению уровня шума, воздействующего на человека, до требуемого уровня, не превышающего допустимого. Некоторые методы, способствующие защите персонала от шума:

- изменение направленности шума;
  - рациональная перепланировка производственных помещений и предприятия в целом;
  - применение звукоизоляции [1].
4. Повышенный уровень электромагнитных излучений.



Так как инженер при проектировании детали работает непосредственно на персональном компьютере, то на него воздействуют электромагнитные излучения.

Источником повышенного уровня электромагнитных излучений могут быть вызваны в результате работы различных механизмов и приборов, в том числе компьютер, кабели, трансформаторы, шинопроводы, устройства защиты и автоматики, и др.

Согласно стандарту ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности» предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м [16].

Длительное влияние повышенного уровня электромагнитных излучений на человека имеет накопительный эффект в виде дегенеративных процессов в центральной нервной системе, новообразований, гормональных заболеваний.

Для того чтобы защититься от воздействия повышенного уровня электромагнитных излучений, следует выполнять следующие действия:

- выбор рациональных режимов работы оборудования;
- ограничение места и времени нахождения работающих в ЭМП;
- защита расстоянием;
- рациональное размещение в рабочем помещении оборудования;
- уменьшение мощности источника излучений;
- использование поглощающих или отражающих экранов;

Также, необходимо осуществлять мониторинг уровня электромагнитных излучений на рабочих местах. Измерение уровня электромагнитного поля на рабочих местах проводят не реже одного раза в год, а также в ситуациях:

- при вводе в эксплуатацию новых установок;
- при модернизации действующих установок;

- при внесении изменений в средства защиты от электромагнитных полей;
- при организации нового рабочего места.

#### **12.4 Экологическая безопасность**

В настоящее время, человек ориентирован на защиту экологии окружающей среды, так как с каждым годом растет количество неразлагаемых отходов, бытового мусора, выбросов предприятий в атмосферу и т.д.

При изготовлении кольца, существует перечень факторов, влияющих на экологическую безопасность. Влияют такие факторы, как:

- отходы при изготовлении детали в виде металлической стружки;
- выбросы в атмосферу смазочных материалов;
- воздействие на гидросферу обработанные в СОЖ.

Деталь проходит обработку на металлорежущих станках, следовательно, определенный процент массы изделия становится металлической стружкой. Поэтому, после обработки необходимо осуществить последующую переработку остатков (стружки). Переработка металлической стружки заключается в следующих этапах:

- сбор стружки;
- измельчение;
- очистка стружки от СОЖ;
- прессование;
- переплавка.

Для обработки детали используются металлорежущие станки. В свою очередь, для их полноценного функционирования в них используются смазочные материалы. В следствие испарения или горения, смазочные материалы попадают в атмосферу. При взаимодействии с окружающей средой, смазочные материалы образуют токсины, попадающие в почву и грунтовые воды. Для того, чтобы избежать выбросов в атмосферу смазочных

материалов, производство необходимо обеспечить корректно работающей вентиляцией.

Способствовать загрязнению окружающей среды может также использование СОЖ. Существует три группы классифицирующие СОЖ:

- водосмешиваемые;
- масляные;
- специальные.

Поэтому, в зависимости от классификации СОЖ, разное воздействие на окружающую среду. Например, масляные СОЖ могут загрязнить почву таким образом, что она на длительное время теряет способность к впитыванию влаги. В следствие чего становится непригодной для выращивания растений, овощных культур и т.д.

Методы утилизации СОЖ:

- Ультрафильтрация – данный способ заключается в том, что масло фильтруется от жидкой фазы. Это делается усиленными методами, что существенно повышает степень очистки.

- Органическое расщепление – применяются органические полиэлектролиты, которые занимаются расщеплением молекул эмульгатора.

- Обратный осмос – технология основана на физическом принципе обратного осмоса и дает весьма тонкую фильтрацию вещества. После нее остается чистая вода, которую можно применять повторно. Однако, оборудование для производства таких операций требует больших вложений, а для проведения операции нужна специальная эмульсия;

- Выпаривание – данный метод позволяет дистиллировать вещества, которые содержатся в жидкой фазе СОЖ.

- Расщепление (солевое или кислотное) – данный способ предполагает, что полученная для утилизации эмульсия будет расщепляться путем применения электролитов или солей, которыми выступают кальций и хлорид железа.

– Расщепление вместе с подготовкой шлама – этот способ основан на химико-термическом принципе подготовки. Здесь подразумевается добавление соляной кислоты, которая должна расщеплять эмульсию, попав в нее.

## **12.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения», под понятием чрезвычайной ситуации понимается следующее: чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [17].

Возможные чрезвычайные ситуации идентичны для всех этапов работы: от разработки до эксплуатации.

Среди возможных чрезвычайных ситуаций может встретиться:

### **1. Пожар.**

Пожар также является наиболее типичной ЧС, так как преимущественно, данную чрезвычайную ситуацию вызывает человеческий фактор и халатность работников, а не природные явления.

Причинами возникновения пожара могут послужить:

- пренебрежение сотрудниками техники безопасности на рабочих местах;
- умышленный или непреднамеренный поджог;
- непредвиденные обстоятельства, например, удар молнией и т.д.

В любом из вышеперечисленных случаев, последствия пожара могут быть колоссальны: человеческие жертвы, повреждения оборудования и цехов, убытки.

Поэтому, на каждом предприятии должны быть ответственные за обеспечение пожарной безопасности, который будет осуществлять соответствующие превентивные и корректирующие действия.

Среди превентивных мер можно выделить:

- Проверка работоспособности огнетушителей и систем пожаротушения как минимум один раз в год. В случае, если было обнаружено, что состояние огнетушителя не является удовлетворительным – отправить на перезарядку, либо заменить. В случае, если нарушено функционирование систем пожаротушения в помещениях – вызывать мастеров для настройки оборудования.

- Хранение горючих элементов в специально отведенных помещениях с соответствующей системой защиты от пожаров.

- Проведение инструктажей по пожарной безопасности.

- Пересечение всех нарушений пожарной безопасности сотрудниками.

При выявлении каких-либо нарушений при проверке МЧС или аудите – осуществить все корректирующие действия для устранения несоответствий.

При возникновении пожара необходимо отключить сеть питания, вызвать пожарную команду, произвести эвакуацию и приступить к ликвидации пожара первичными средствами пожаротушения. Для тушения пожаров в помещении необходимо установить углекислотный огнетушитель типа ОУ-5. Покидать помещение согласно плану эвакуации.

## 2. Разрушение здания.

Разрушение здания также является чрезвычайной ситуацией, которая может быть спровоцирована человеческим фактором. Данную ситуацию может побудить изначально неправильная проектировка зданий, неправильная эксплуатация, нарушение правил монтажа. Также, обрушению зданий может способствовать и природные явления, например, землетрясения.

Предупреждающим действием, которое позволяет не допустить внезапного обрушения здания, является периодичная проверка его состояния (технический осмотр).

### 3. Взрыв.

В стандарте ГОСТ Р 22.0.08-96 «Техногенные чрезвычайные ситуации. Взрывы», термин «взрыв» представляет собой процесс, в результате которого выделяется энергия за короткий промежуток времени, которая приводит к возникновению скачка давления и/или ударной волны, сопровождающийся образованием сжатых газов или паров, способных производить работу [18].

Взрыв может возникнуть в результате следующих причин:

- резкое выделение теплоты;
- высокая скорость химического превращения;
- нагрев;
- удар;
- газовыделение;
- нарушение техники безопасности;
- детонация;
- перебои в электрической сети;
- укол и т.д.

Соблюдение всеми сотрудниками техники безопасности, а также регулярные проверки системы безопасности организации считаются действиями, которые могут предотвратить вероятность возникновения взрыва на производстве.

## **Выводы по разделу**

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности позволяют выявить необходимые критерии для комфортной организации рабочего места инженера.

В результате проведения аналитики по вредным и опасным факторам для инженера, можно сделать вывод, что необходимо создавать для работников комфортные условия труда, которые бы не противоречили соответствующим стандартам. Четыре из пяти опасных факторов могут встречаться на всех этапах производства, поэтому, на них следует обратить особое внимание. Так как неблагоприятные условия труда могут вызвать у сотрудников не только снижение работоспособности и плохое самочувствие, но и серьезные заболевания и даже летальный исход.

Несоблюдение техники безопасности на производстве, может повлечь за собой чрезвычайные ситуации. Поэтому, все сотрудники должны быть осведомлены о всех существующих правилах, для недопущений ЧС. А в случае, если ЧС произойдет – работники будут действовать организованно, так как будут информированы о всех правилах по принимаемым действиям в случаях чрезвычайных ситуаций.

Так как в 21 веке человечество нацелено на защиту окружающей среды, то прежде чем создавать какие-либо изделия, необходимо тщательно продумать те факторы, которые могут негативно повлиять на окружающую среду и разрушить экологию. Помимо обнаружения данных факторов, нужно учесть возможность их утилизации или переработки, и, в случае, если это сделать невозможно – найти альтернативные ресурсы.

Данные исследования, проведенные в разделе «Социальная ответственность», могут быть использованы в реальных условиях проектирования, изготовления и эксплуатации кольца.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы, был разработан технологический процесс механической обработки кольца.

Был проведен анализ технологичности конструкции кольца, в результате которого было получено подтверждение того факта, что деталь является технологичной и простой в обработке.

В работе определен способ получения заготовки, а именно – гидроабразивная обработка листового материала.

Спроектирован технологический маршрут изготовления детали. Согласно маршруту операций, составлена размерная схема технологического процесса. Из размерной схемы следует, что разработанный маршрут не нарушает правил размерного анализа.

Подсчет минимальных припусков на механическую обработку и расчет режимов резанья позволили установить методы эффективной обработки детали, с получением требуемой точности. Подобраны режущие и контрольно-измерительные инструменты. Проведён расчет норм времени.

Спроектированы все технологические операции при изготовлении кольца, а также проведен размерный анализ техпроцесса. При изготовлении детали, станочникам необходимо будет придерживаться рассчитанных межоперационных размеров. Соблюдать назначенные режимы резания.

Проектируемым средством технологического оснащения для кольца является патрон для нарезания резьбы.



## Список использованных источников

1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2010. – 100 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
3. ToolGuide: [toolguide.sandvik.coromant.com](http://toolguide.sandvik.coromant.com) (дата обращения 22.05.2021)
4. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н Проектирование и расчет станочных и контрольно- измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010.- 220 с.
5. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. — 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвертого издания 1983 г. - М.: ООО ИД «Альянс»,2007. - 256 с
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.
7. Аникина Е.А. Экономическая теория: учебник / Е.А. Аникина, Л.И. Гавриленко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 413 с.
- 8 ГОСТ Р ИСО 26000-2012 Руководство по социальной ответственности. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200097847> (дата обращения 02.05.2021). – Текст: электронный.
9. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. –

URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 02.05.2021). – Текст: электронный.

10. ГОСТ 21889-76 Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012832> (дата обращения 02.05.2021). – Текст: электронный.

11. ГОСТ Р 50923-96 Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200025975> (дата обращения 02.05.2021). – Текст: электронный.

12. ГОСТ 29322-2014 Напряжения стандартные. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115397> (дата обращения 03.05.2021). – Текст: электронный.

13. СП 2.13330.2016 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/565248963> (дата обращения 03.05.2021). – Текст: электронный.

14. ГОСТ Р ИСО 10075-3-2009 Эргономические принципы обеспечения адекватности умственной нагрузки. Принципы и требования к методам измерений и оценке умственной нагрузки. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200075947> (дата обращения 03.05.2021). – Текст: электронный.

15. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения 04.05.2021). – Текст: электронный.

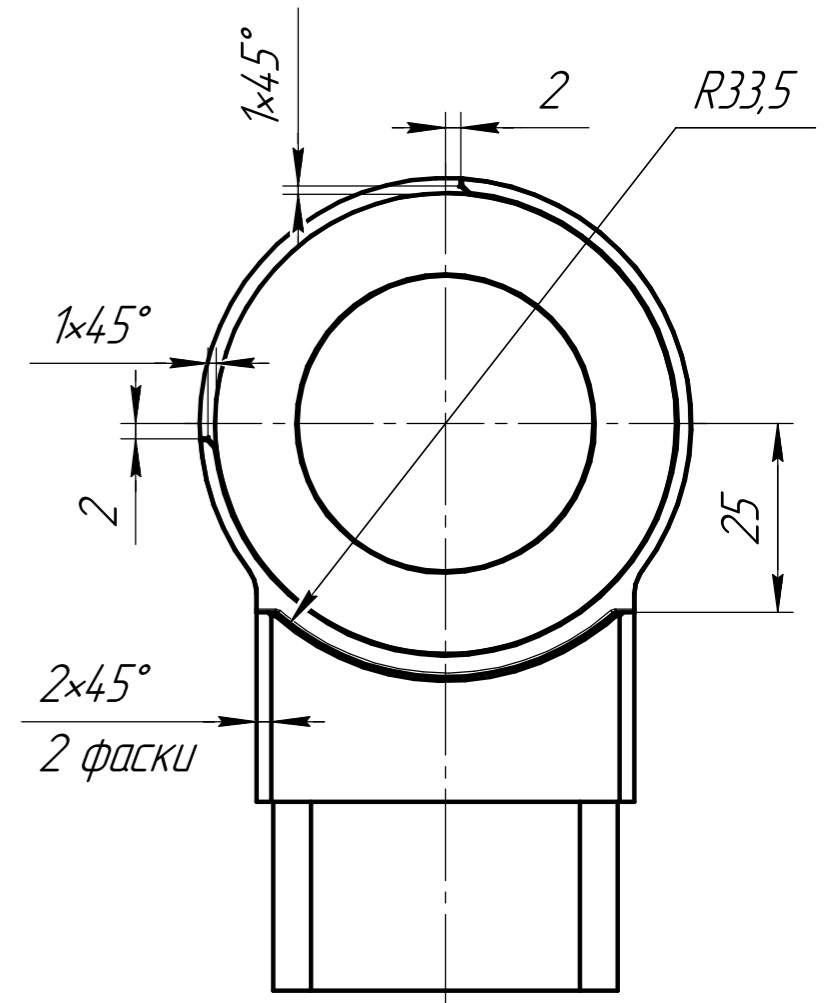
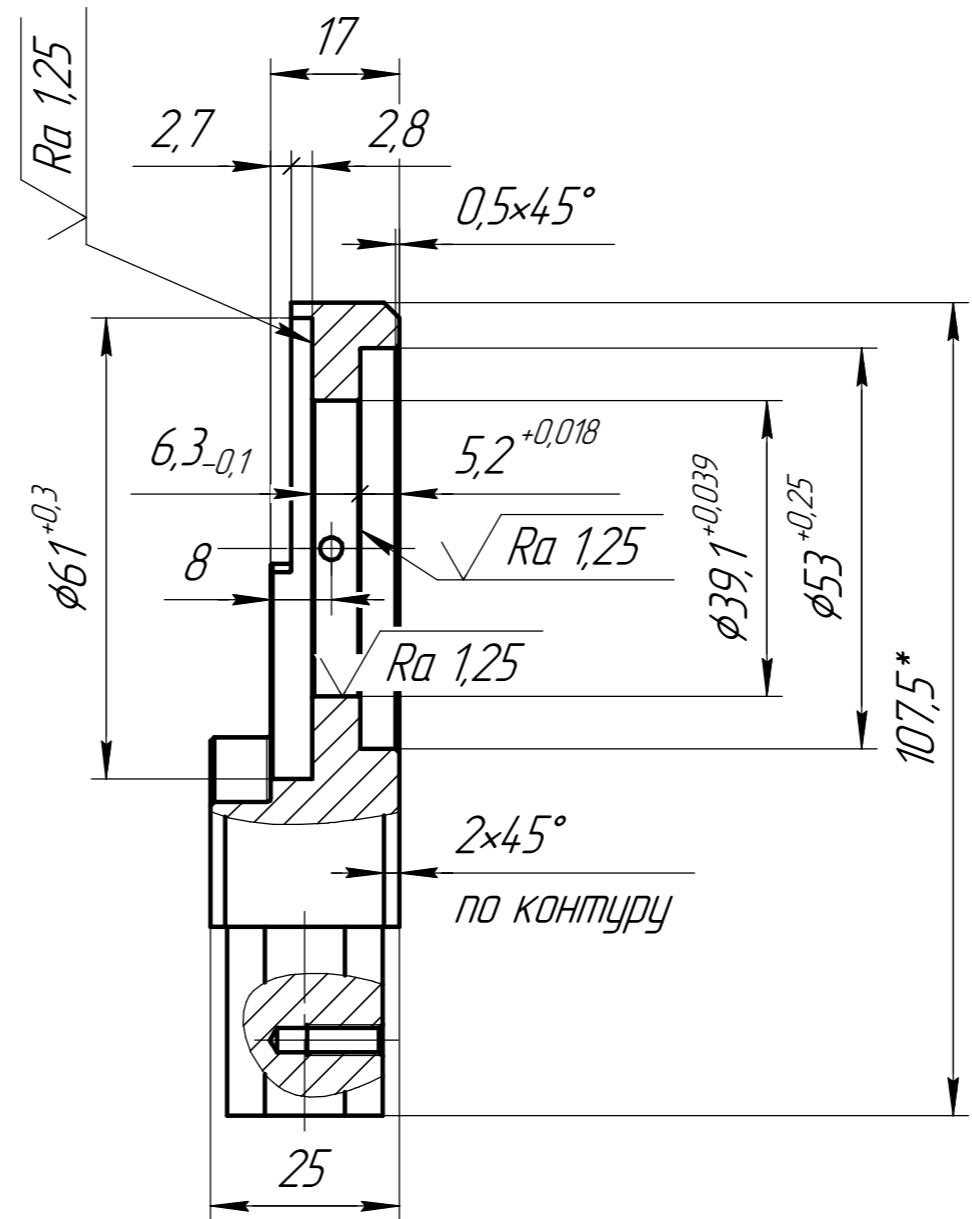
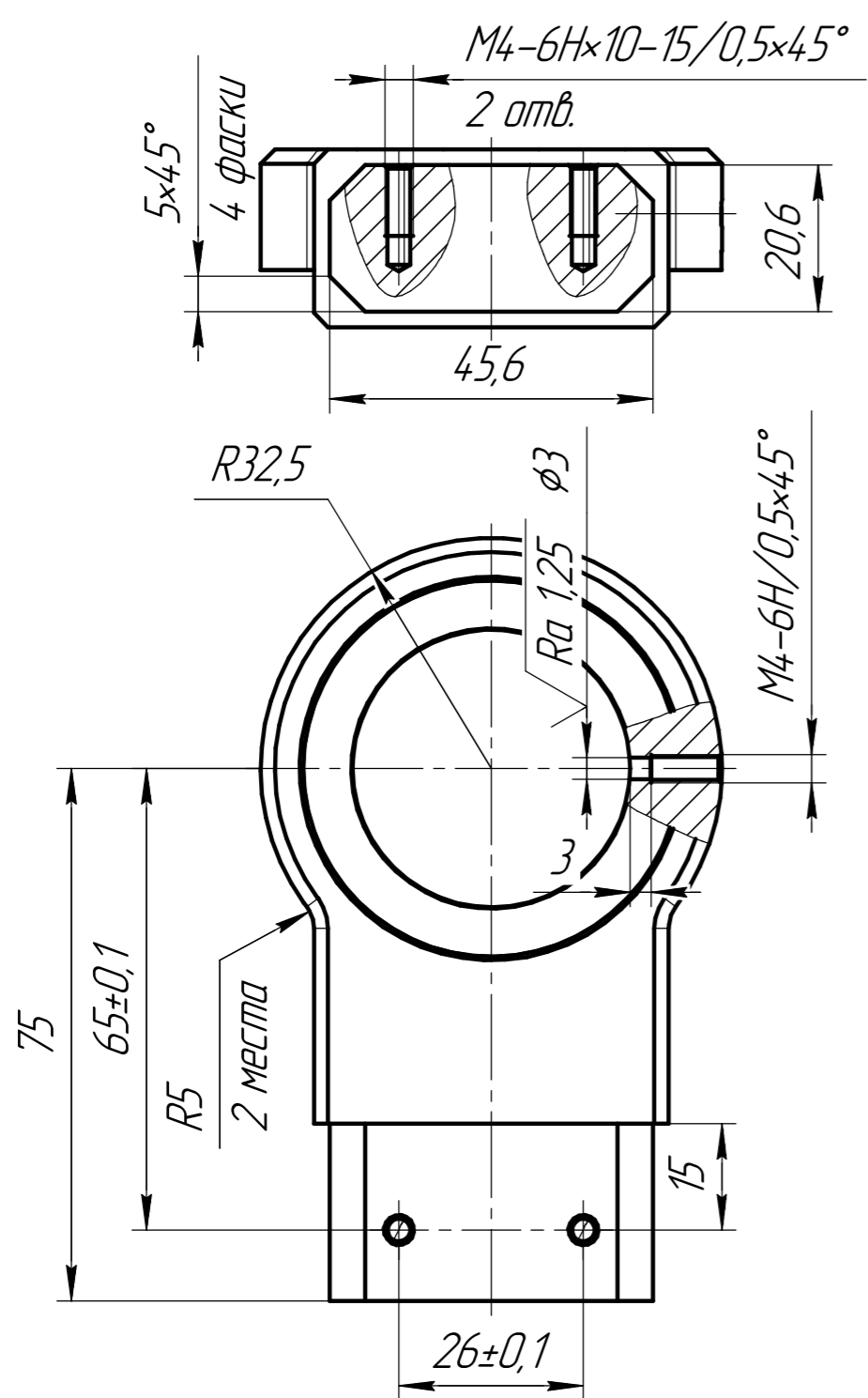
16. ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. – URL:

<https://docs.cntd.ru/document/5200272> (дата обращения 04.05.2021). – Текст: электронный.

17. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139176> (дата обращения 04.05.2021). – Текст: электронный.

18. ГОСТ Р 22.0.08-96 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Взрывы. Термины и определения. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001534> (дата обращения 04.05.2021). – Текст: электронный.

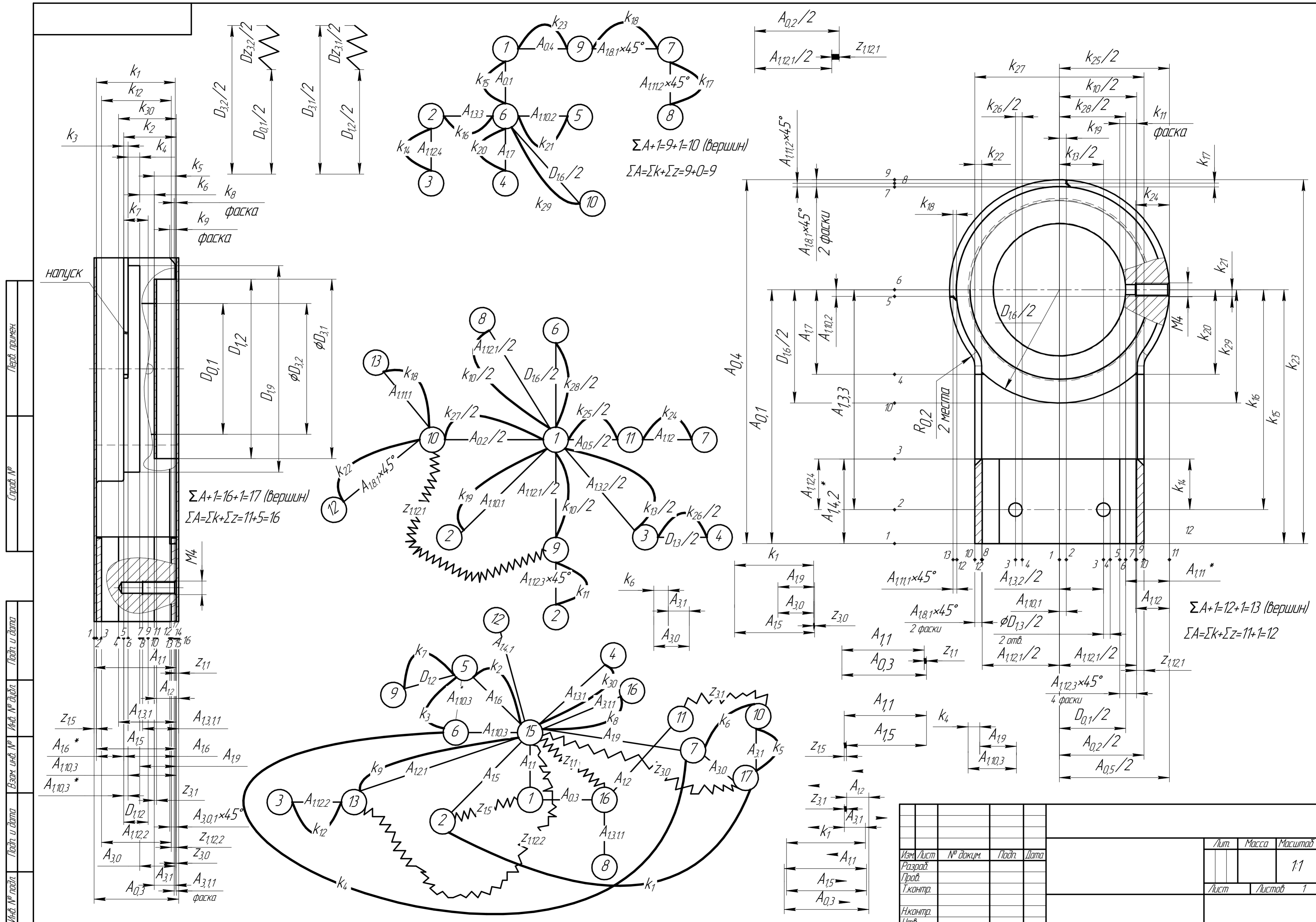
√ Ra 6,3 (√)



- 1 \* - Размеры для справок.
- 2 H12, h12, ±  $\frac{IT12}{2}$ .
- 3 35...40 HRC.
- 4 Острые кромки притупить 0,25x45°.

Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	SP5E515-A14P7	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							0,53	1:1
Проб.						Лист	Листов 1	
Т.контр.						Сталь 40X ГОСТ 4543-71		
Н.контр.					Копировал			
Утв.					Формат А3			

Перв. примен.  
Справ. №  
Подп. и дата  
Инв. № д-ца  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инв. № подл.



Ивб. № подл. / Подл. и дата / Взам. инв. № / Ивб. № дробл. / Подл. и дата / Перв. примен.

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							1:1
Проб.							
Т.контр.							
И.контр.							
Утв.							
					Лист	Листов	1

# См. рабочий чертеж детали

Национальный Исследовательский  
Томский Политехнический Университет

Инженерная школа новых  
производственных технологий

Карта технологического процесса

Материал	Код и вид	Масса детали, кг	Заготовка			
Наименование, марка			Профиль Размеры	Код и вид	Кол.	Масса, кг
Сталь 40X ГОСТ 4543-71	430	0,53	Лист 30		1	1539

ИШНПТ.3-8/16.1001

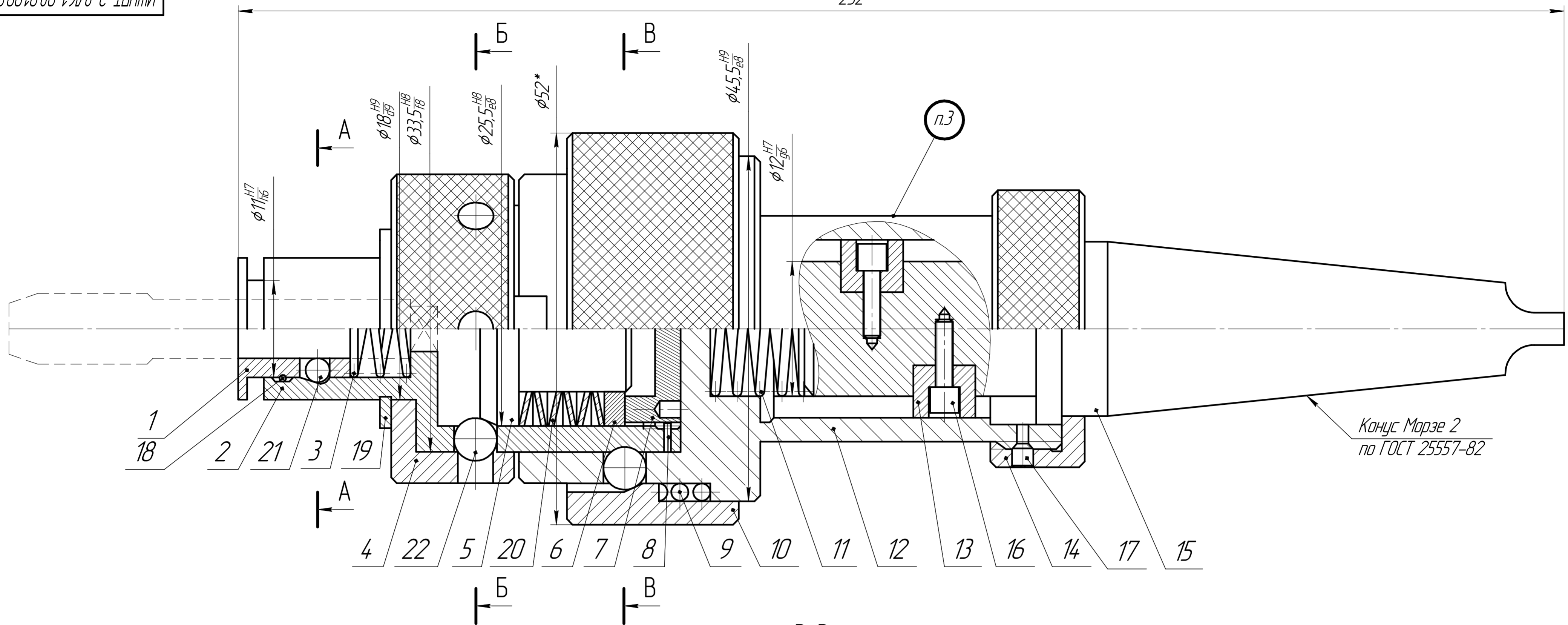
Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одобренной детали	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы						
						режущий	измерительный						mm/зуб	mm/мин	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T0	Tвс	Tпз		Tшт	Tштк				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
005		<b>Заготовительная</b> 1 Установить лист, закрепить 2 Резать по контуру, выдерживая размеры 75 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,1</sub> ; 50 <sup>+0,1</sup> <sub>-0,1</sub> ; 30 <sup>+0,25</sup> <sub>-0,1</sub> ; 32,5 <sup>+0,125</sup> <sub>-0,125</sub> ; 5 <sup>+0,05</sup> <sub>-0,05</sub> ; φ38,62 <sup>+0,12</sup> 3 Уложить заготовку в тару 4 Контролировать исполнителем-100%, ОТК-2%		Гидрофрезный станок	Призмы				1			30				0,02	10,5	2,625	0,7875	13,9125						
010	A	<b>Фрезерная с ЧПУ</b> 1 Установ А 2 Закрепить заготовку в тиски, снять заготовку после операции 3 Фрезеровать плоскость 1, выдерживая размер 28,2 <sup>+0,1</sup> <sub>-0,1</sub> 4 Фрезеровать поверхность 2, выдерживая размеры φ52,76 <sup>+0,12</sup> <sub>-0,12</sub> на глубину 7,2 <sup>+0,1</sup> <sub>-0,1</sub> 5 Сверлить отверстие диаметром φ3,5 <sup>+0,12</sup> <sub>-0,12</sub> на глубину 17,3 <sup>+0,09</sup> <sub>-0,09</sub> 6 Нарезать резьбу М4 на глубину 12,3 <sup>+0,05</sup> <sub>-0,05</sub> 7 Контролировать исполнителем-100%, ОТК-2%		Станок с ЧПУ HAAS VF3	Тиски с фасонными губками	Фреза торцевая φ 63 Р6М5, ГОСТ 17025-71 Фреза концевая φ 20 Р6М5, ГОСТ 17025-71 Сверло спиральное φ 3,5, Р6М5 Метчик М4-6Н, Р6М5, ГОСТ 3266-81			2	108	65	0,7125	0,06		186,7	37,17	6,302									
	Б	<b>Фрезерная с ЧПУ</b> 1 Переустановить заготовку в тисках 2 Фрезеровать плоскость 1, на высоте 25 <sup>+0,1</sup> <sub>-0,1</sub> 3 Фрезеровать поверхность 2, R33,5 <sup>+0,125</sup> <sub>-0,125</sub> , на глубину 17 <sup>+0,18</sup> <sub>-0,18</sub> 4 Фрезеровать поверхность 3, 25 <sup>+0,105</sup> <sub>-0,105</sub> на глубину 17 <sup>+0,18</sup> <sub>-0,18</sub> 5 Фрезеровать фаски 2 <sup>+0,05</sup> <sub>-0,05</sub> ×45° 6 Фрезеровать поверхность 4, выдерживая размеры φ61 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,3</sub> на в размер 114,6 <sup>+0,09</sup> <sub>-0,09</sub> 7 Фрезеровать поверхность 5, выдерживая размеры 2 <sup>+0,05</sup> <sub>-0,05</sub> ×45° на глубину 14,21 <sup>+0,1</sup> <sub>-0,1</sub> 8 Фрезеровать поверхность 6, выдерживая размеры 1 <sup>+0,05</sup> <sub>-0,05</sub> ×45° на глубину 14,21 <sup>+0,1</sup> <sub>-0,1</sub>				Фреза торцевая φ 63 Р6М5, ГОСТ 17025-71 Фреза концевая φ 20 Р6М5, ГОСТ 17025-71 Фасонные шпатель			2	108	65	2,3125	0,06		166,766	33	6,376									
	В	<b>Фрезерная с ЧПУ</b> 1 Переустановить заготовку в тисках 2 Фрезеровать поверхности, выдерживая размеры 4,56 <sup>+0,25</sup> <sub>-0,25</sub> ; 20,6 <sup>+0,21</sup> <sub>-0,21</sub> ; 5 <sup>+0,06</sup> <sub>-0,06</sub> на глубину 25 <sup>+0,1</sup> <sub>-0,1</sub>				Фреза концевая φ 20, Р6М5, ГОСТ 17025-71			1								536,913	33,735	1,962	0,491	0,15	2,453				

Лист 1 из 2  
ИШНПТ.3-8/16.1001  
Формат А1

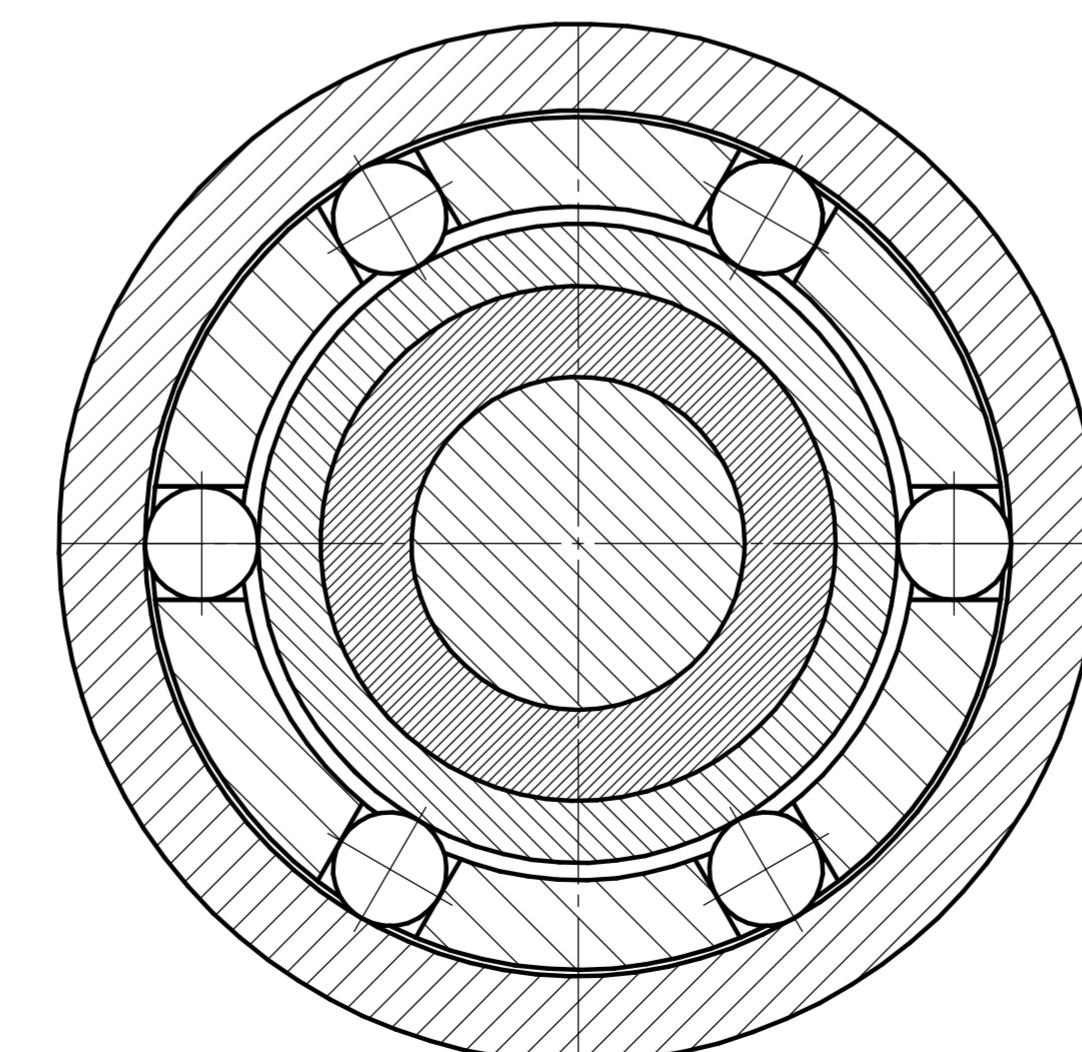
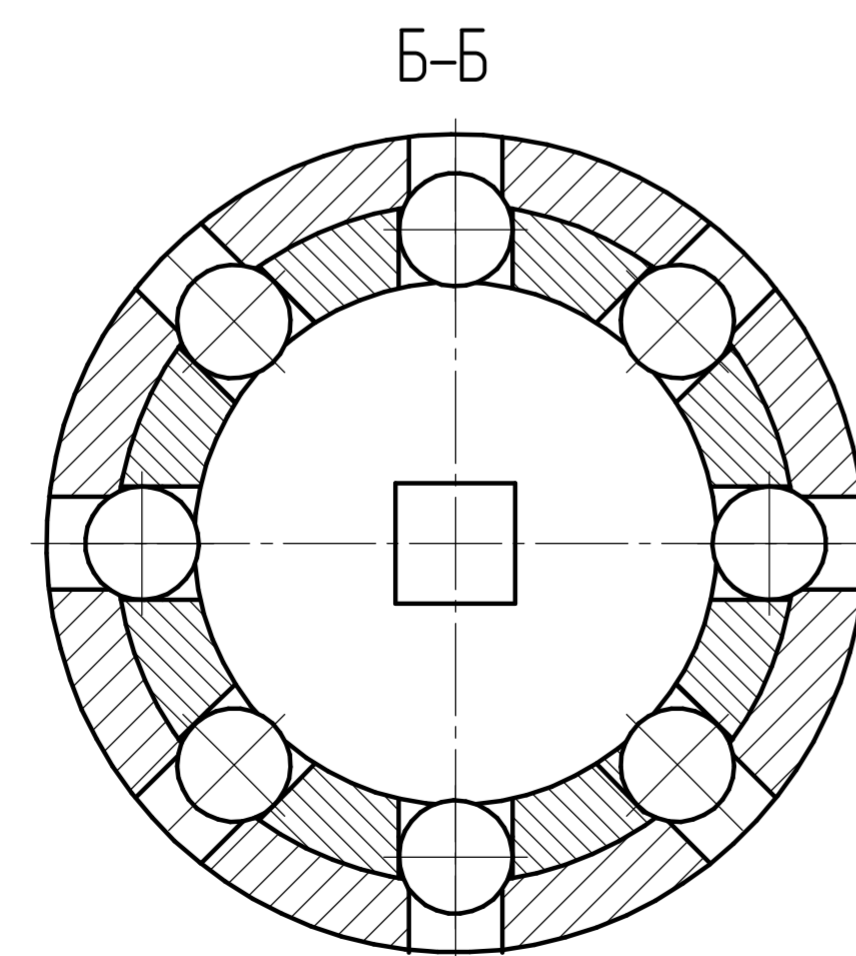
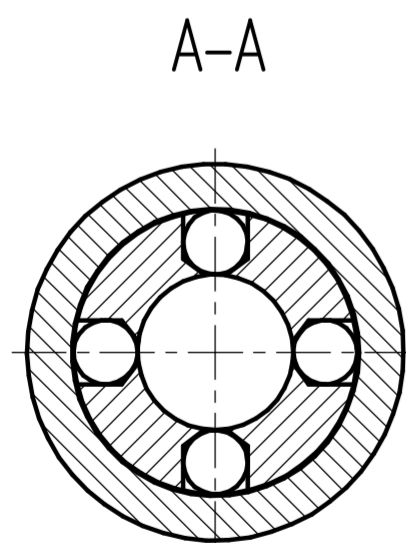
ИШНПТ.3-8/16.1001		
Лист	№ док.	Дата
1	Ахмедов	
Разраб.	Михалозов	
Проб.		
Контр.		
Исполн.		
Этап		
Операционная карта		Лист 1 из 2
		ИШНПТ 3-8/161
		Формат А1

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Режим обработки						Нормы времени, мин					Разряд работы	ИШНПТ.3-8/16.1001					
операции	перехода					режущий	измерительный	Наличие одноразовых абразивных деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Подача		Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T <sub>0</sub>	T <sub>вс</sub>			T <sub>пз</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>шт.к</sub>		
													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	23			
		<b>Фрезерная с ЧПУ</b> Установ Г Переустановить заготовку. Центровать и сверлить сквозное отверстие $\phi 3,5^{+0,12}$ Нарезать резьбу М4 на глубину $10_{-0,075}^{+0,075}$		Станок с ЧПУ HAAS VF3	Тиски с фасонными губками	Сверло спиральное $\phi 3,5$ Р6М5. Метчик М4-6Н, Р6М5 ГОСТ 3266-81	Резьбодвой эталон		1	3,5	25	17	0,06		3150	34,138	0,11	0,055	0,02	0,275					
015	1	Термическая Закалить и отпустить заготовку до HRC 35..40																							
020	A 1 2 3 4 5 6	<b>Фрезерная с ЧПУ</b> Установ А Закрепить заготовку в тиски, снять заготовку после операции Фрезеровать начисто поверхность 1, выдерживая размер $11,50_{-0,09}^{+0,09}$ Фрезеровать фаску размер $2_{-0,05}^{+0,05}$ под углом $45^\circ$ Фрезеровать начисто поверхность выдерживая размеры $5,2_{-0,018}^{+0,018}$ $\phi 53_{-0,25}^{+0,25}$ Фрезеровать начисто поверхность выдерживая размер $\phi 39,1_{-0,039}^{+0,039}$ Контролировать исполнителем-100%, ОТК-2%		Станок с ЧПУ HAAS VF3	Тиски с фасонными губками	Фреза торцевая $\phi 63$ Р6М5 ГОСТ 17025-71 Фреза концевая $\phi 20$ , Р6М5, ГОСТ 17025-71 ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89, микрометр МК-25-50 ГОСТ 6507-90, микрометрический глубиномер		3	108	65	0,8	0,06		185,4	36,7	6,376	3,167	0,95	16,78						
025		Слесарная Острые кромки притупить																							
030		Контроль ОТК-10 %																							

Имя, № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № абз. Подп. и дата.



Конус Морзе 2  
по ГОСТ 25557-82



1. \*Размеры для справок.
2. Перед использованием проконтролировать настроенный крутящий момент. При необходимости отрегулировать.
3. Маркировать электрокарандашом произвольным шрифтом.

				<b>ИШНПТ-3-8/161-08.01.00.00 СБ</b>				
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Резьбонарезной патрон под метчик</b>		Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Ахмеров А.		15.05.21					2:1
Проб.	Михалзов А.В.					Лист	Листов	1
Т.контр.								ТПУ ИШНПТ гр. 3-8/161
Н.контр.								
Утв.								Формат А2

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дроб.

Взам. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>			
		A1				Сборочный чертёж			
						<u>Детали</u>			
				1		Втулка направляющая	1		
				2		Корпус метчика-держателя	1		
				3		Пружина	1		
				4		Обойма	1		
				5		Толкатель	1		
				6		Шайба	1		
				7		Гайка	1		
				8		Кольцо стопорное	1		
				9		Пружина	1		
				10		Втулка фиксирующая	1		
				11		Пружина	1		
				12		Втулка	1		
				13		Шпонка	2		
				14		Гайка	1		
				15		Направляющая	1		
						<u>Стандартные изделия</u>			
		<b>ИШНПТ-3-8/61-08.01.00.00 СП</b>							
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.		Ахмеров А.		15.05.21			
		Пров.		Мухомозов А.В.					
		Н.контр.							
		Утв.							
		<b>Резьбонарезной патрон под метчик</b>					Лит.	Лист	Листов
									1
		<b>ТПУ ИШНПТ зр.3-8/61</b>							

