

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
Направление 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машино-  
строительных производств»  
Профиль «Технология машиностроения»

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления корпуса  
механизма поштучной выдачи

Студент(ка)	<u>Рассолов Юрий Михайлович</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	<u>Бобровский Александр Викторович</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	<u>Горина Лариса Николаевна</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	<u>Зубкова Наталья Викторовна</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	<u>Виткалов Виталий Григорьевич</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)

**Допустить к защите**

И.о. заведующего кафедрой  
к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ А.В. Бобровский  
(личная подпись)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения  
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В.Бобровский  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

## ЗАДАНИЕ

### на выполнение выпускной квалификационной работы (уровень бакалавра)

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»**  
**профиль «Технология машиностроения»**

Студент Рассолов Юрий Михайлович \_\_\_\_\_ гр. ТМбз-1131

1. Тема Технологический процесс изготовления корпуса механизма поштучной выдачи
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 10000 дет/год; 3. Режим работы – двухсменный.
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

*Титульный лист.*

*Задание. Аннотация. Содержание.*

*Введение, цель работы*

- 1) *Описание исходных данных*
- 2) *Технологическая часть работы*
- 3) *Проектирование приспособления и режущего инструмента*
- 4) *Безопасность и экологичность технического объекта*
- 5) *Экономическая эффективность работы*

*Заключение. Список используемой литературы.*

*Приложения: технологическая документация*

5. Ориентировочный перечень графического материала (6-7 листов формата А1)

1) <i>Деталь (с изменениями)</i>	<i>0,5 – 1</i>
2) <i>Заготовка</i>	<i>0,25 – 1</i>
3) <i>План обработки</i>	<i>1 – 2</i>
4) <i>Технологические наладки</i>	<i>1 – 2</i>
5) <i>Приспособление</i>	<i>1 – 1,5</i>
6) <i>Режущий инструмент</i>	<i>0,5 – 1</i>
7) <i>Презентация</i>	<i>0,5 – 1</i>

6. Консультанты по разделам

---

---

---

7. Дата выдачи задания « \_\_\_\_ » марта 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы	<hr/> (подпись)	<i>A.B. Бобровский</i> (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	<hr/> (подпись)	<i>Ю.М. Рассолов</i> (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Технологический процесс изготовления корпуса механизма поштучной выдачи. Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке технологического процесса изготовления корпуса механизма поштучной выдачи.

В работе рассмотрены вопросы:

- анализа исходных данных;
- экономического обоснования выбора метода получения заготовки;
- проектирования заготовки с учетом определенных припусков;
- разработки технологического маршрута изготовления детали;
- проектирования технологических операций;
- проектирования технологической оснастки;
- безопасности и технологичности объекта;
- экономической эффективности работы.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записи в размере 63 страницы, содержащей 20 таблиц, 7 рисунков, и графической части, содержащей 6,5 листов.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы .....	7
1 Описание исходных данных .....	8
1.1 Анализ служебного назначения детали .....	8
1.2 Анализ технологичности конструкции .....	10
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса .....	12
1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса .....	13
2 Технологическая часть работы.....	14
2.1 Выбор типа производства .....	14
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.....	14
2.3 Выбор методов обработки поверхностей .....	20
2.4 Определение припуска и проектирование заготовки .....	21
2.5 Разработка технологического маршрута.....	23
2.6 Выбор средств технологического оснащения .....	26
2.7 Проектирование технологических операций .....	28
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента .....	35
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	35
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	42
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	47
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	47
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков .....	48
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	49
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) .....	50

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта .....	53
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» .....	55
5 Экономическая эффективность работы .....	56
Заключение .....	60
Список используемой литературы .....	61
Приложения .....	63

## ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Машиностроение в последнее время привлекает все больше внимания со стороны правительства и бизнеса. Это связано с возможностью развития и получения значительной прибыли. Но без внедрения в производственный процесс современных наукоемких технологий это не возможно.

В чем могут заключаться современные технологии? В первую очередь это снижение затрат на производство, повышение точности и качества изделий, и как следствие повышение производительности.

Применение только высокопроизводительного оборудования не позволит добиться перечисленного, внимание необходимо уделять и новым методам проектирования технологических процессов, и разработке современной оснастки.

Основываясь на перечисленном выше сформулируем цель выпускной квалификационной работы – разработать технологический процесс изготовления детали в условиях серийного производства с выполнением требований чертежа и минимальными затратами

# 1 Описание исходных данных

## 1.1 Анализ служебного назначения детали

### 1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Проведем анализ служебного назначения, который необходим для определения правильности назначения точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей, исходя из точности и положения сопрягаемых деталей.

Данная деталь называется корпус, предназначена для установки сопрягаемых деталей. Устанавливается в узле механизма поштучной выдачи.

Деталь работает в условиях действия небольших нагрузок. Поверхности резьбы и центральных пазов испытывают нагрузку на смятие.

На рисунке 1.1 приведен фрагмент узла, в который входит данная деталь.

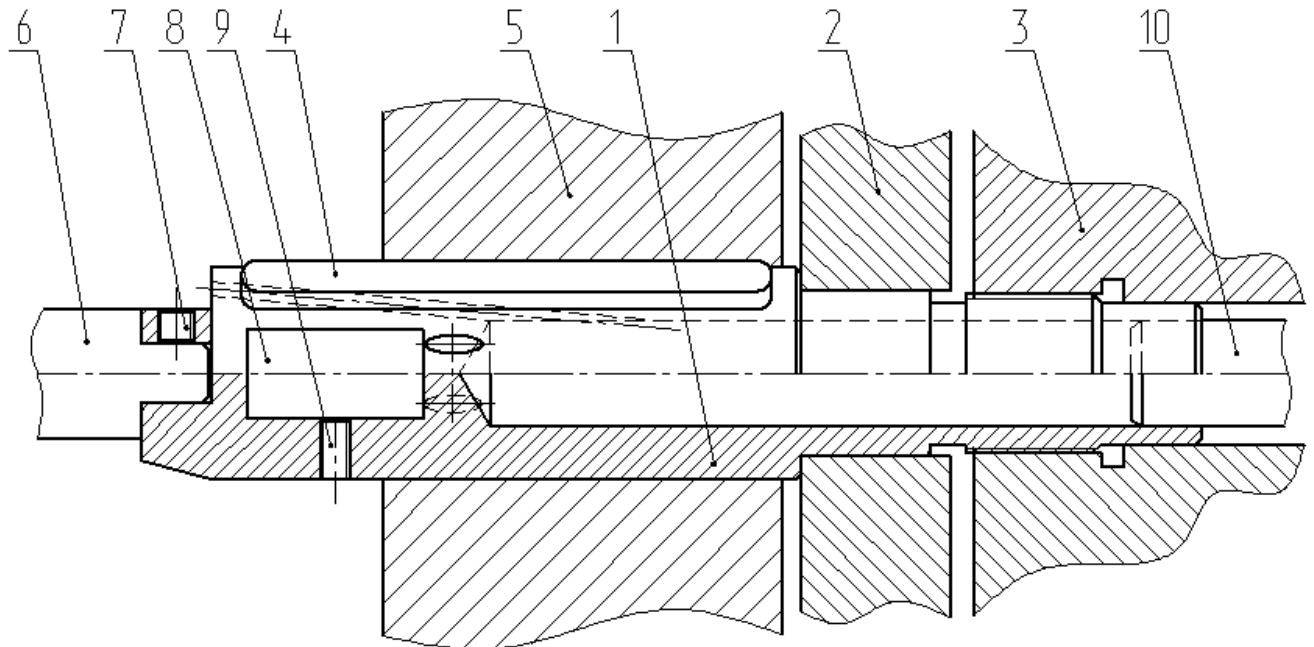


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла механизма поштучной выдачи.

Корпус 1 (рисунок 1.1) устанавливается в плите 2 с упором в торец. На резьбовом конце корпуса 1 установлен фланец 3. С помощью шпонок 4 на корпусе 1 установлена втулка 5. С торца к корпусу 1 крепится ось 6, которая фик-

сирется винтами 7. В Радиальном прямоугольном отверстии корпуса 1 установлена планка 8, которая фиксируется винтом 9. С правого конца в отверстии корпуса 1 установлен штуцер 10.

### 1.1.2 Анализ материала детали

Корпус имеет достаточно высокие требования к материалу и точности изготавления.

Материал корпуса: сталь 40Х по ГОСТ 4543-71.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40Х

Элемент	Углерод	Сера	Фосфор	Медь	ни- кель	мар- га- нец	Хро м	Кре мни й
		Не более						
Содержание	0.36-0,44	0.035	0.035	0,3	0.25	0.5- 0.8	0.8- 1.2	0.17- 0.37

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 40Х

Состояние поставки. режим термо-обработки	Сече- ние, мм	$\sigma_t$	$\sigma_b$	$\delta_5$	$\psi$	KСU	HB
		МПа	МПа	%	%	Дж/см <sup>2</sup>	Не более
Пруток	$\varnothing 25-55$	940	800	13	55	85	217
Состояние поставки							
Поковка. Нормализация	До 100	345	590	18	45	59	217

### 1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Присвоим всем поверхностям номера и сформулируем служебное назначение поверхностей детали.

Основные конструкторские базы. Поверхности ориентирующие данную деталь в механизме – 5,6;

Вспомогательные конструкторские базы. Поверхности, ориентирующие другие детали по отношению к данной – 9,13,16,25,26,23,24,27,28,29;

Исполнительные поверхности. Поверхности, выполняющие служебное назначение детали – 21,22,10,17;

Свободные поверхности. Поверхности, конструктивно оформляющие деталь – не перечисленные в первых трех категориях.

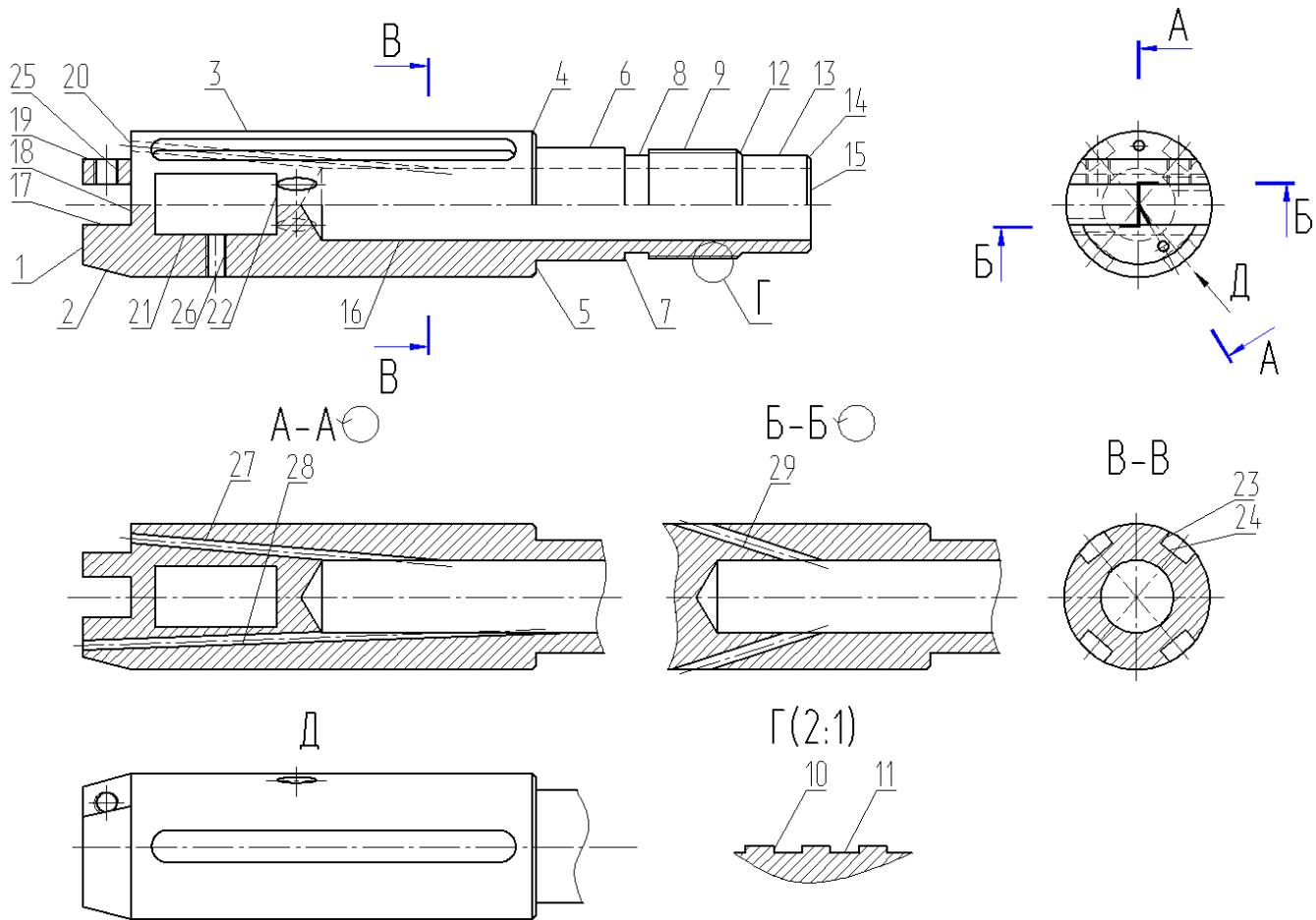


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей детали «Корпус»

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Основным критерием технологичности заготовки являются технологические и механические свойства материала. Материал данной детали обладает низкими литейными свойствами. Поэтому в качестве метода получения заготовки целесообразно использовать штамповку или прокат.

Преимуществом заготовки является простота геометрической формы большей ее части, а также возможность формирования нескольких поверхно-

стей на заготовительной операции без последующей обработки. Недостатками данной заготовки является сложная форма вильчатого крюкошипа и невозможность образования отверстий на заготовительной операции. А также необходимо предусмотреть наличие уклонов и по возможности плоскую поверхность разъема для обеспечения свободного удаления заготовки из формы.

В конструкции детали использованы как стандартные фаски, радиусы, уклоны, так и нестандартные элементы: диаметры валов, посадочные размеры, что не позволяет в наибольшей степени использовать унифицированный инструмент и приспособления.

Вместе с тем конструкция детали позволяет проводить одновременную обработку нескольких поверхностей, с обеспечением свободного доступа к местам обработки, что позволяет говорить о технологичной конструкции детали.

Фаски расположены на поверхностях простого профиля, обеспечивается свободный вход и выход осевого инструмента.

Для обеспечения высокой технологичности базирования необходимо обеспечить совпадение технологической и измерительной баз. В базовом техпроцессе, на определенных его этапах, не обеспечивается данное требование, что приводит к возникновению погрешности базирования.

Базовые поверхности обладают достаточной протяженностью для устойчивого положения заготовки при обработке, достаточной точностью и шероховатостью для обеспечения выполнения требуемой точности обработки.

Максимальные требования по точности и шероховатости: 6 квалитет, 0,63 Ra. Это не требует применения специальных методов обработки и может быть достигнуто на станках нормальной точности. Поверхности различного назначения разделены по точности и шероховатости. Обеспечивается возможность обработки осевым инструментом на проход.

### 1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Таблица 1.3 - Характеристика базового техпроцесса

№оп	Наименование операции	Оборудование	Приспособление	Инструмент (материал режущей части)	Тшт, час
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная				
005	Отрезная				0,06
010	Токарная черновая	Токарный 16К20	Патрон само-центрирующий	Резец проходной Т5К10 Резец подрезной Т5К10 Сверло спиральное Р6М5	0,3
015	Термическая				2,5
020	Токарная чистовая	Токарный 16К20	Патрон само-центрирующий	Резец проходной Т15К6 Резец подрезной Т15К6 Резец канавочный Т15К6	0,4
025	Фрезерная	Вертикально-фрезерный 6Р11	Тиски машинные	Фреза концевая Р6М5	0,3
030	Слесарная (разметочная)				0,16
035	Расточная	Вертикально-сверлильный 2Р135	Тиски машинные	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5	0,3
040	Круглошлифовальная	Торцекрг-лошлифовальный станок 3М161	Патрон цанговый	Шлифовальный круг	0,4
045	Расточная	Вертикально-сверлильный 2Р135Ф2-1	Тиски машинные	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5 Зенкер Р6М5 Развертка Р6М5 Фреза концевая Р6М5	0,6
050	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Р135	Тиски машинные	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5	0,35
055	Слесарная	Верстак		Напильник	0,3

№оп	Наименование операции	Оборудование	Приспособление	Инструмент (материал режущей части)	Тшт, час
1	2	3	4	5	6
				Метчик машинный Р6М5	

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6
060	Плоскошлифовальная	Плоскошлифовальный станок ЗД756	Приспособление специальное	Шлифовальный круг	02
065	Электроэрозионная	Станок электроэрозионный копировально-прошивочный специальный СКЭКП4525	Приспособление специальное	Электрод графитовый	0,7
070	Гальваническая				
075	Маркировочная				

#### 1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

После проведенного анализа базового техпроцесса, сформулируем задачи работы:

1. спроектировать заготовку и рассчитать припуски,
2. разработать технологический процесс изготовления детали,
3. спроектировать операции, рассчитать режимы резания, определить нормы времени на операции,
4. спроектировать станочное и контрольное приспособление,
5. разработать мероприятия по безопасности труда при изготовлении деталь,
6. определить экономический эффект от предложенных изменений в технологический процесс.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Выбор типа производства

В машиностроении различают типы производства - единичный, серийный и массовый, которые характеризуются различной величиной коэффициента закрепления операций. Поэтому тип производства определим по табличным данным с учетом годовой программы, массы детали и качественной оценки трудоемкости ее изготовления.

При массе детали 1,0 кг и годовой программе выпуска  $N_g = 10000$  шт тип производства определяем как среднесерийное [9, с. 17]

Т.к. производство среднесерийное, то в зависимости от программы и номенклатуры выпускаемых деталей форма организации техпроцесса – будет поточная или переменно- поточная.

В соответствии с этим необходимо использовать как универсальное так и специальное оборудование, станки-автоматы, механизированную оснастку, специальный режущий и мерительный инструмент, оборудование размещать по ходу технологического процесса.

### 2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

#### 2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

Заготовку рассматриваемой детали можно получить:

- поковка или штамповка;
- прокат.

Определим параметры исходных заготовок.

Масса штамповки  $M_{ш}$ , кг, ориентировочно определяется по формуле

$$M_{ш} = M_{д} \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где  $M_{д}$  – масса детали, кг;

$K_p$  – расчетный коэффициент, зависящий от формы детали и устанавливаемый по [8, с. 23]. Для данной детали примем  $K_p = 1,65$

$$M_{ш} = 1.00 \cdot 1.4 = 1.40 \text{ кг}$$

По ГОСТ 7505-89 [8] определим основные параметры заготовки:

- штамповочное оборудование: КГШП;
- нагрев заготовки: индукционный;
- класс точности – Т3 [8, с.28];
- материал заготовки относиться к группе – М2 [8, с.8];
- сложность оценивается степенью – С2 [8, с. 29].

Для определения массы воспользуемся формулой:

$$M_{пп} = V \cdot \gamma, \quad (2.2)$$

где  $V$  – произведение площади на высоту,  $\text{мм}^3$ ;

$\gamma$  - отношение массы тела к занимаемому объему,  $\text{кг}/\text{мм}^3$ .

Определим габаритные размеры заготовки по формулам (2.3) и (2.4)

$$d_{пп} = d_{д}^{\max} \cdot 1,05 = 36 \cdot 1,05 = 37.8 \text{ мм} \quad (2.3)$$

где  $d_{д}^{\max}$  – максимальный диаметральный размер, мм

Принимаем  $d_{пп} = 38 \text{ мм}$

$$l_{пп} = l_{д}^{\max} \cdot 1,05 = 180 \cdot 1,05 = 189.0 \text{ мм} \quad (2.4)$$

где  $l_d^{\max}$  – максимальный осевой размер, мм

Принимаем  $l_{\text{пр}} = 189$  мм

Определим объем:

$$V = \pi \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot l_{\text{пр}} / 4 = 3,14 \cdot 38^2 \cdot 189 / 4 = 214239 \text{ мм}^3 \quad (2.5)$$

Масса заготовки из круглого проката

$$M_{\text{пр}} = 214239 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 1.68 \text{ кг}$$

Принимаем проката обычной точности по ГОСТ 2590-2006

Круг  $\frac{38 - \text{В} - \text{ГОСТ 2590 - 2006}}{40\text{Х} - \text{ГОСТ 4543 - 71}}$

## 2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

Определим метод получения заготовки по минимальной себестоимости [11, с. 24]:

$$C_d = C_3 + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}}, \quad (2.6)$$

где стоимости:

$C_3$  – заготовки, руб;

$C_{\text{мо}}$  – механической обработки, руб;

$C_{\text{отх}}$  – стружки, руб.

### 2.2.2.1 Вариант горячей штамповки

Стоимость заготовки определяется определяется по формуле

$$C_3 = C_6 \cdot M_{\text{ш}} \cdot K_T \cdot K_{\text{сл}} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\text{п}}, \quad (2.7)$$

где  $C_6$  – цена 1 кг заготовки, руб/кг;

$M_{ш}$  – рассчитанная масса заготовки, кг;

Коэффициенты:

$K_t$  – точности;

$K_{сл}$  – сложности;

$K_b$  – учитывающий массу заготовки;

$K_m$  – зависящий от материала;

$K_p$  – учитывающий серийность выпуска;

$C_6 = 11,2$  руб/кг [11, с. 23]

$T_3 - K_t = 1.0$  [11, с. 24]

$C_2 - K_{сл} = 0.9$  [11, с. 24]

$K_b = 1.29$  [11, с. 24]

Для стали 40Х принимаем  $K_m = 1.18$  [11, с. 24]

Для среднесерийного производства  $K_p = 1,0$  [11, с. 24]

$$C_3 = 11,2 \cdot 1.40 \cdot 1.0 \cdot 0.9 \cdot 1.29 \cdot 1.18 \cdot 1.0 = 20.77 \text{ руб}$$

$$C_{мо} = (M_{ш} - M_d) \cdot C_{уд}, \quad (2.8)$$

Удельные затраты при снятии припуска  $C_{уд}$ , руб, могут быть определены по формуле:

$$C_{уд} = C_c + E_h \cdot C_k, \quad (2.9)$$

где ( $E = 0,1 \dots 0,2$ ). Для машиностроения принимает  $E_h = 0,16$

Принимаем  $C_c = 14,8$  руб/кг,  $C_k = 32,5$  руб/кг [11, с. 25]

$$C_{мо} = (1.40 - 1.00) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 8.00 \text{ руб}$$

Стоимость отходов  $C_{отх}$ , руб, является возвратной величиной и определяется как

$$C_{\text{отх}} = (M_{\text{ш}} - M_{\Delta}) \cdot \Pi_{\text{отх}}, \quad (2.10)$$

где  $\Pi_{\text{отх}}$  – цена отходов (стружки), руб/кг.

Принимаем  $\Pi_{\text{отх}} = 0.4$  руб/кг [11, с. 25]

$$C_{\text{отх}} = (1.40 - 1.00) \cdot 0.4 = 0.16 \text{ руб}$$

$$C_{\Delta} = 20.77 + 8.00 - 0.16 = 28.61 \text{ руб}$$

### 2.2.2.2 Вариант заготовки из проката

Определим стоимость заготовки из проката:

$$C_{\text{пп}} = C_{\text{мпп}} \cdot M_{\text{пп}} + C_{\text{о3}}, \quad (2.11)$$

где  $C_{\text{мпп}}$  – стоимость материала 1 кг проката в руб/кг;  $C_{\text{мпп}} = 14$  руб/кг

$C_{\text{о3}}$  – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

$$C_{\text{о3}} = \frac{C_{\text{пз}} \cdot T_{\text{шт}}}{60}, \quad (2.12)$$

где  $C_{\text{пз}}$  – приведенные затраты на рабочем месте, руб/ч;  $C_{\text{пз}} = 30,2$  руб/ч [11, с. 26]

$C_{\text{о3}}$  – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

Штучное время  $T_{\text{шт}}$ , мин, определяется по формуле

$$T_{\text{шт}} = T_o \cdot \varphi_k, \quad (2.13)$$

где  $T_o$  – машинное время, мин;

$\varphi_k$  – коэффициент, зависящий от серийности производства.

Для расчетов на этапе выбора заготовки можно принять  $\varphi_k = 1,5$ , а основное время для отрезных станков  $T_o$ , мин, определяется по формуле

$$T_o = 0,19 \cdot d_{np}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.14)$$

где  $d_{np}$  – диаметр проката, мм

$$T_o = 0,19 \cdot 38^2 \cdot 10^{-3} = 0,27 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,27 \cdot 1,5 = 0,41 \text{ мин}$$

$$C_{o3} = 30,2 \cdot 0,41 / 60 = 0,21 \text{ руб}$$

$$C_{np} = C_{mnp} \cdot M_{np} + C_{o3} = 14 \cdot 1,68 + 0,21 = 23,75 \text{ руб}$$

Стоимость механической обработки составит

$$C_{mo} = (M_{np} - M_d) \cdot C_{yd} = (1,68 - 1,00) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 13,64 \text{ руб}$$

Стоимость отходов

$$C_{otx} = (1,68 - 1) \cdot 0,40 = 0,27 \text{ руб}$$

$$C_d = C_{np} + C_{mo} - C_{otx} = 23,75 + 13,64 - 0,27 = 37,11 \text{ руб}$$

### 2.2.3 Сравнение вариантов исходных заготовок

$$K_{im} = M_d / M_3 \quad (2.15)$$

$$\text{Для штамповки } K_{im} = 1,00 / 1,40 = 0,71$$

$$\text{Для проката } K_{im} = 1,00 / 1,68 = 0,59$$

По проведенным расчетам делаем вывод о том, что штамповка выгоднее проката.

Годовой экономический эффект,  $\mathcal{E}_r$ , руб, определяется по формуле

$$\mathcal{E}_r = (C_{d np} - C_{d шт}) \cdot N_r, \quad (2.16)$$

где  $N_r = 10000$  шт/год

$$\mathcal{E}_r = (37.11 - 28.61) \cdot 10000 = 85096 \text{ руб.}$$

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Определяем коэффициент трудоемкости  $K_t$  на основании [11, с. 32-34, табл. 5.17-5.19] и окончательный выбор методов обработки поверхностей будем проводить на основе наименьшего коэффициента трудоемкости.

Результаты выбора маршрутов обработки корпуса приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Маршруты обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	IT	Ra	Маршруты обработки	$K_t$
1	2	3	4	5
1,2,3,5,12,15	14	6,3	Обтачивание черновое (IT 13; Ra 12,5) Обтачивание чистовое (IT 10; Ra 6,3)	2,2
4,14,7,8	14	6,3	Обтачивание чистовое (IT 10; Ra 6,3)	1,2
6	9	3,2	Обтачивание черновое (IT 13; Ra 12,5) Обтачивание чистовое (IT 10; Ra 6,3) Шлифование (IT 9; Ra 3,2)	3,4
13	6	3,2	Обтачивание черновое (IT 13; Ra 12,5) Обтачивание чистовое (IT 10; Ra 6,3) Шлифование (IT 6; Ra 1,6)	3,4
9	11	3,2	Обтачивание черновое (IT 13; Ra 12,5) Обтачивание чистовое (IT 10; Ra 6,3)	2,2
10,11	11	3,2	Резьбонарезание чистовое (IT 10; Ra 3,2)	1,2
16,27,28,29	14	6,3	Сверление (IT 13; Ra 6,3)	1,2
23,24,19,20	14	6,3	Фрезерование чистовое (IT 13; Ra 6,3)	1,5
25,26	9Н	6,3	Сверление (IT 13; Ra 6,3) Резьбонарезание (9Н, Ra 6,3)	2,4
17,18	14	3,2	Фрезерование черновое (IT 13; Ra 6,3) Фрезерование чистовое (IT 10; Ra 3,2)	2,5
21	7	3,2	Электроэррозионная обработка чистовая (IT 7; Ra 3,2)	3,0
22	11	3,2	Электроэррозионная обработка чистовая (IT 10; Ra 3,2)	3,0

## 2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

### 2.4.1 Расчет операционных припусков и размеров расчетно-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на  $\varnothing 25_{-0,052}$ . Данные исходных значений допусков, элементов припуска и расчетов припуска приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2- Расчет припуска

№ пер	Техноло- гический переход	Элементы припускам			2Z min	Опе- рац до- пуск Td/IT	Предельные размеры		Предельные припуски	
		a	$\rho^{i-1}$	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$			$d^i$ max	$d^i$ min	2Z max	2Z min
1	КГШП	0.360	0.666	-	-	1.4 T3	32.196	30.796	-	-
2	Точить начерно	0.100	0.040	0.380	2.254	0.33 IT13	28.872	28.542	3.324	2.254
3	Точить начисто	0.050	0.027	0.090	0.397	0.084 IT10	28.229	28.145	0.643	0.397
4	Шлифовать начисто	0.025	0.013	0.040	0.197	0.052 IT6	28.000	27.948	0.229	0.197

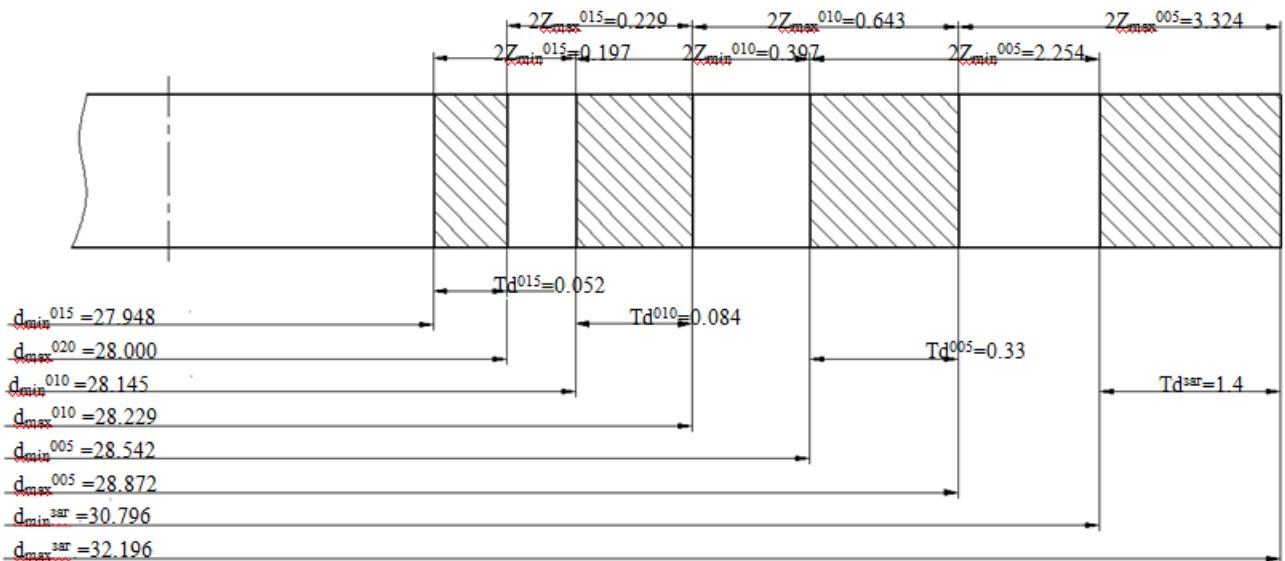


Рисунок 2.1 – Схема расположения припусков  $\varnothing 25_{-0,052}$

#### 2.4.2 Расчет промежуточных припусков табличным методом

Таблица 2.3 - Припуски на обработку поверхностей корпуса

№ оп	операция	поверхность	Припуск на сторону, мм
005	Токарная (черновая)	1,3	1,2max
		2	2,0max
010	Токарная (черновая)	5,6,7,9,12,13	1,1
020	Токарная (чистовая)	1,2,3	0,4
025	Токарная (чистовая)	4-15	0,4
030	Круглошлифовальная	6,13	0,12
035	Фрезерная	17,18,49,20	5,0 max
		23,24	4,0

#### 2.4.3 Проектирование и расчет штампованной заготовки

Основные параметры заготовки принимаем по [8].

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Класс точности – Т3 [8, с.28]

Группа стали – М2 [8, с.8]

Сложность штамповки оценивается степенью – С2 [8, с. 29]

Плоскость разъема штампа - П (плоская) [8, с.8]

Исходный индекс 10 [8, с.10]

Эскиз заготовки приведен на рисунке 2.2.

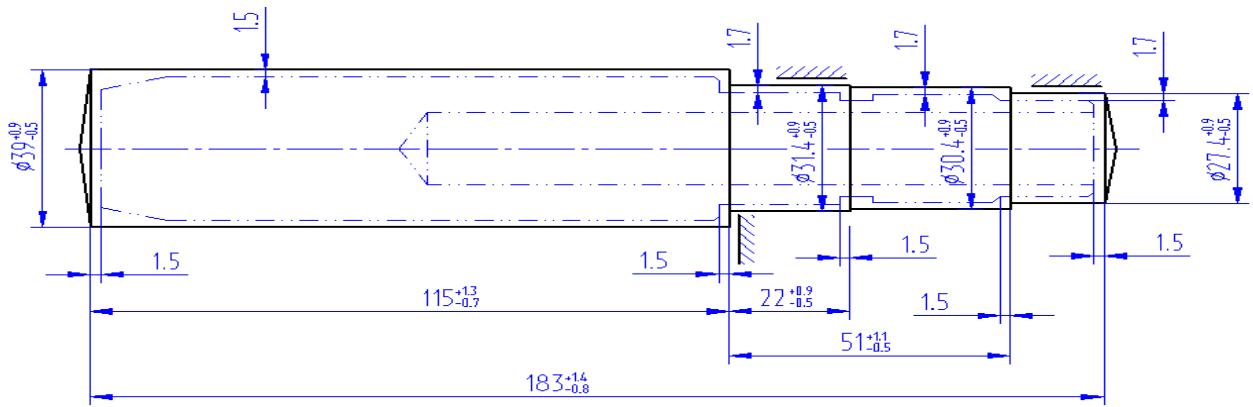


Рисунок 2.2 – Эскиз заготовки

Объем цилиндрических элементов заготовок определяется по формуле (3.5). Тогда объем штамповки  $V$ ,  $\text{мм}^3$

$$V = 3,14/4 \cdot (39^2 \cdot 115 + 31,4^2 \cdot 22 + 30,4^2 \cdot 29 + 27,4^2 \cdot 17) = 185393 \text{ мм}^3.$$

Масса штамповки  $m_3$ , кг

$$m_3 = V \cdot \gamma = 185393 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 1,45 \text{ кг}$$

$$\text{КИМ} = M_d / M_3 = 1,0 / 1,45 = 0,69$$

## 2.5 Разработка технологического маршрута

### 2.5.1 Разработка схем базирования

Для обеспечения минимальной погрешности обработки необходимо использование принципов единства и постоянства баз. На первой операции механической обработки необходимо получить чистовые технологические базы с использованием черновых, указанных на чертеже заготовки.

Помимо при численного не маловажно и минимизировать погрешность базирования это реализуется через совпадение измерительной и технологической баз.

На первой токарной операции необходимо использовать поверхности 6,13 с торцем 5.

В дальнейшем в качестве баз при токарной обработке правого конца необходимо использовать пов. 3 и торец 1. При токарной обработке левого конца необходимо использовать пов. 6,13 и торец 5.

В качестве баз при круглошлифовальной операции необходимо использовать пов. 3 и торец 1.

При фрезерной обработке в качестве баз используем пов. 6,13 и торец 1.

Для обеспечения минимальной погрешности обработки необходимо использование принципов единства и постоянства баз. На первой операции механической обработки необходимо получить чистовые технологические базы с использованием черновых, указанных на чертеже заготовки.

Помимо причисленного не маловажно и минимизировать погрешность базирования это реализуется через совпадение измерительной и технологической баз.

### 2.5.2 Технологический маршрут обработки детали

Таблица 2.4 - Технологический маршрут обработки корпуса

№ оп.	Наименование операции	№ ба-зовых поверх.	№ обраб. поверх.	IT	Ra, мкм	Оборудование
1	2	3	4	5	6	7
000	Заготовитель-ная	-	-	T3	40	КГШП
005	Токарная (черновая)	5,6	1,2,3	13	12,5	Токарно-винторезный с ЧПУ 16Б16Т1
010	Токарная (черновая)	1,3	5,6,7,9,12,13	13	12,5	Токарно-винторезный с ЧПУ 16Б16Т1
015	Термическая					Печь
020	Токарная (чистовая)	5,6	1,2,3	10	6,3	Токарно-винторезный с ЧПУ 16Б16Т1
025	Токарная (чистовая)	1,3	4-8,12-15 9-11	10 10	6,3 3,2	Токарно-винторезный с ЧПУ 16Б16Т1
030	Кругло-шлифовальная	1,3	6 13	9 6	1,6 1,6	Круглошлифоваль-ный с ЧПУ 3М151Ф2

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7
035	Фрезерная	1,6,13	17 18,19,20,23,24 16,27,28,29 25,26 21,22 21 (отв. для центровки)	10 13 13 9Н 13 7	3,2 6,3 6,3 6,3 6,3 3,2	Многоцелевой фрезерно-расточной станок ЧПУ S500
040	Электро-эрозионная	17,6, 13,1	21 22	7 10	3,2 3,2	Станок электроэрозионный копировально-прошивочный специальный СКЭКП4525
045	Слесарная					Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407
050	Моечная					Камерная моечная машина
055	Гальваническая					
060	Контрольная					

### 2.5.3 Разработка плана обработки

Проведем разработку плана обработки «корпуса», таблица представлена в графической части работы. В таблице аккумулирована информация об использованном оборудовании, положении заготовки, операционных размерах и технологических допусках.

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

### 2.6.1 Обоснование выбора оборудования

Таблица 2.5 - Выбор оборудования

№ оп.	Наименование опе- рации	Станок	
1	2	3	
005 010	Токарная (черно- вая)	Токарно-винторезный с ЧПУ 16Б16Т1	Патрон токарный 3-х кулакковый ГОСТ 2675-80
020 025	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный с ЧПУ 16Б16Т1	Патрон токарный цан- говый ГОСТ 17200-71
030	Круглошлифоваль- ная	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71
035	Фрезерная	Многоцелевой фрезерно- расточной станок ЧПУ S500	Специализированное наладочное приспо- собление, самоцен- тирующее поворот- ное с пневмоприводом ГОСТ 12195-66
040	Электроэррозионная	Станок электроэррозион- ный копировально- прошивочный специаль- ный СКЭКП4525	Специализированное наладочное приспо- собление с пневмо- приводом ГОСТ 12195-66
045	Слесарная	Электрохимический 4407	
050	Моечная	моечная машина	

## 2.6.2 Обоснование выбора режущего инструмента

Таблица 2.6 - Выбор инструмента

№ оп	Наимен. операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4
005 010	Токарная (черновая)	Резец проходной с механическим креплением ОСТ 2.И.10.1-83.	Шаблон ГОСТ 2534-73
		Пластина ромбическая, Т5К10, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=92^\circ$ , $\varphi_1=8^\circ$ , $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
020 025	Токарная (чистовая)	Резец проходной с механическим креплением ОСТ 2.И.10.1-83. Пластина Т15К6, покрытие (Ti,Si)CN $\varphi=93^\circ$ , $\varphi_1=27^\circ$ , $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
		Резец резьбовой с механическим креплением ОСТ 2.И.10.1-83.	
		Пластина резьбовая Т15К6, покрытие (Ti,Si)CN $\varphi=90^\circ$ , $h=25$ $b=25$ $L=125$	
		Шлифовальный круг 1 450x15x203 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление мерительное с индикатором
035	Фрезерная	Сверло центровочное $\varnothing 2$ тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5, покрытие (Ti, Cr)С.	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
		Сверло спиральное $\varnothing 2,5$ ; $\varnothing 3$ ; $\varnothing 12,8$ ; $\varnothing 18$ ГОСТ 10903-77 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)С.	Шаблон ГОСТ 2534-79
		Сверло специальное ступенчатое для одновременного снятия фаски и сверления под резьбу М5, М6 ОСТ 2И21-2-76 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)С.	
		Метчик машинный М5; М6 ГОСТ 3266-81 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)С.	

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4
		<p>Фреза шпоночная <math>\varnothing 8</math>; <math>\varnothing 12</math> ГОСТ 9140-78 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)С.</p> <p>Зенкер цельный с коническим хвостовиком <math>\varnothing 13,4</math> ГОСТ 12489-71 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)С.</p> <p>Развертка машинная цельная с цилиндрическим хвостовиком <math>\varnothing 14</math> ГОСТ 1672-80 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)С</p>	
040	Электроэрозионная	Электрод графитовый	Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление мерительное с индикатором

## 2.7 Проектирование технологических операций

### 2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на токарную операцию 020.

#### 2.7.1.1 Исходные данные

Деталь- корпус

Материал- сталь 40Х ГОСТ 4543-71  $\sigma_b = 590$  МПа

Заготовка- штамповка

#### 2.7.1.2 Структура операции (последовательность переходов)

Обточить поверхности, выдержать размеры  $\varnothing 36_{-0,10}$ ;  $15^\circ \pm 20'$ ;  $100,4 \pm 0,07$ ;  $112,4 \pm 0,27$

### 2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

Инструмент представлен в таблице выбор инструментов.

### 2.7.1.4 Выбор оборудования

Принимаем станок токарно-винторезный модели 16Б16Т1 [17, с. 17]

### 2.7.1.5 Расчет режимов резания

Срезаемый слой (припуск)  $t$ , мм

$$t = 0,4 \text{ мм}$$

Величина перемещения инструмента за один оборот заготовки  $S$ , мм/об

$$S = 0.25 \text{ мм/об} [17, \text{с.268}].$$

Определяем скорость перемещения режущей кромки по заготовке  $V$ , м/мин:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.17)$$

где  $C_U$  - базовая величина для данных условий обработки;  $C_U = 420$  [17, с.270]

$T$  - время работы одной пластины, мин;  $T = 60$  мин;

$t$  - припуск, мм;

$m, x, y$  - табличные величины степеней;  $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.20$  [17, с.270]

$K_U$  - коэффициент обеспечивающий условия возникающие при обработке.

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{PU} \cdot K_{IU}, \quad (2.18)$$

где коэффициенты учитывающие:

$K_{MU}$  - состояние материала заготовки [17, с.261];

$K_{PU}$  - резание по корке или без;  $K_{PU} = 1.0$  [17, с.263];

$K_{IU}$  - свойства режущей пластины;  $K_{IU} = 1,0$  [17, с.263];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_U}, \quad (2.19)$$

где  $K_{\Gamma} = 1.0$  [17, с.262]

$\sigma_B$  – механические напряжения;

$$n_U = 1,0.$$

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left( \frac{750}{590} \right)^{1,0} = 1.27.$$

$$K_U = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.27 = 1.27.$$

$$V = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0.4^{0.15} \cdot 0.25^{0.20}} \cdot 1.27 = 356,1 \text{ м/мин.}$$

Определим частоту вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.20)$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 356,1}{3,14 \cdot 36} = 3150 \text{ мин}^{-1}.$$

Проведем корректировку частоты вращения по паспорту станка: Фактическая частота вращения шпинделя (бесступенчатое регулирование):  $n_1 = 3150 \text{ мин}^{-1}$

Определим силовые составляющие

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.21)$$

где  $C_p$  – величина учитывающая условия обработки;  $C_p = 300$  [17, с.273]

$x, y, n$  – табличные значения степеней;  $x=1.0, y=0.75, n= -0.15$ ;

$K_p$  – корректирующий коэффициент.

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.22)$$

$K_{MP}$  - коэффициент учитывающий качество материала заготовки [17, с.264]

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_b}{750} \right)^n, \quad (2.23)$$

где  $\sigma_b$  – механические напряжения;

$$n = 0.75$$

$$K_{MP} = \left( \frac{530}{750} \right)^{0.75} = 0,77$$

$K_{\varphi p}$ ,  $K_{\gamma p}$ ,  $K_{\lambda p}$ ,  $K_{rp}$  - показатели учитывают геометрию режущих пластин  
 $K_{\varphi p}=0,89$   $K_{\gamma p}=1,0$   $K_{\lambda p}=1,0$   $K_{rp} = 1,0$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.4^{1,0} \cdot 0.25^{0,75} \cdot 356.1^{-0,15} \cdot 0.83 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 130 \text{ Н.}$$

Определим требуемую мощность  $N$ , кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{130 \cdot 356.1}{1020 \cdot 60} = 0,75 \text{ кВт} \quad (2.24)$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка 16Б16Т1  
 $N_{шп} = N_d \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,8 = 6 \text{ кВт}$ ;  $0,75 < 6$ , т. е. обработка возможна.

## 2.7.2 Расчет режимов резания табличным методом

Расчет припусков табличным методом проводим по методике, описанной в [1]. Результаты расчета в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Сводная таблица режимов резания

№	операция	переход	t, мм	S, мм/об	V <sub>t</sub> , м/мин	n <sub>t</sub> , об/мин	n <sub>пр</sub> об/мин	V <sub>пр</sub> м/мин
05	Токарная (черновая)	Обточить конус 15°	2,0	0,5	146,5	1387	1387	146,5
		Обточить Ø36,5	1,1	0,5	160,2	1978	1978	160,2
10	Токарная (черновая)	Обточить Ø25	1,1	0,5	160,2	2041	2041	160,2
		Обточить Ø29	1,1	0,5	160,2	1759	1759	160,2
20	Токарная (чистовая)	Обточить Ø36	0,4	0,25	356,1	3150	3150	356,1
25	Токарная (чистовая)	Обточить Ø24,24	0,4	0,25	356,1	4678	3200	243,5
		Обточить Ø28,24	0,4	0,25	356,1	4015	3200	283,7
		Обточить канавку Ø24	1,5	0,1	140,0	1857	1857	140,0
		Точить резьбу Ø25,4 P=7 t=1,6, i=4 i=2	1,2	7.0	140,0	1755	1755	140,0
			0,4	7.0	210,0	2633	2633	210,0
30	Круглошлифовальная	Шлифовать Ø28	0,12	0,006*	35	464	464	35
		Шлифовать Ø24	0,12	5	35	398	398	35
35	Фрезерная	Фрезеровать фр. Ø8 паз	2,0	0,06·2	35,0	1393	1393	1393
		Фрезеровать фр. Ø8 отв.	5,0	0,04·2	26,0	1035	1035	1035
		Фрезеровать фр. Ø12 черн	5,0	0,1·2	32,0	849	849	849
		Фрезеровать фр. Ø12 чист	0,3	0,02·2	60,0	1592	1592	1592
		Центровать Ø2	1,0	0,05	21,0	3343	3343	3343
		Сверлить Ø2,5	1,25	0,08	30,0	3821	3821	3821
		Сверлить Ø3	1,5	0,10	30,0	3181	3181	3181
		Сверлить Ø4,5	2,25	0,12	30,0	2123	2123	2123
		Сверлить Ø5,5	2,75	0,14	30,0	1737	1737	1737
		Сверлить Ø18	9,0	0,35	20,5	363	363	363
		Сверлить Ø12,8	6,3	0,30	34,0	845	845	845
		Зенкеровать Ø 13,4	0,3	0,50	18,0	427	427	427
		Развернуть Ø14	0,2	0,80	10,0	227	227	227
40	Электроэррозионная	Вырезать паз 15x30	3max	6 мм/мин	-	-	-	-

\*-подача в мм/ход

### 2.7.3 Определение норм времени на все операции

Произведем расчет технических норм времени на все операции технологического процесса изготовления корпуса.

Время на выполнение технологической операции [5, с.101]

$$T_{ш-к} = T_{п-3}/n + T_{шт}, \quad (2.25)$$

где  $T_{п-3}$  - время на ознакомление с чертежом, мин;

$n$  - объем заготовок в партии, шт.  $n=236$

Определим время на выполнение технологической операции:[5, с.101]

$$T_{шт} = T_o + T_b \cdot k + T_{об.от}, \quad (2.26)$$

Для шлифовальной [3, с.101]:

$$T_{шт} = T_o + T_b \cdot k + T_{тех} + T_{опт} + T_{от}, \quad (2.27)$$

где  $T_o$  - машинное время, мин;

$T_b$  - время на управление станком, мин [5, с.197-209];

$$T_b = T_{y.c} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}, \quad (2.28)$$

где время:  $T_{y.c}$  - на базирование и снятие заготовки, мин

$T_{з.о}$  - на зажим и разжим заготовки, мин;

$T_{уп}$  - на режимы управления станком, мин;

$T_{из}$  - на контроль заготовки, мин;

$K=1,8$

$T_{об.от}$  - на удаление стружки и замену инструмента, мин.

$T_{тех}$  - на смазку и ремонт

$T_{от}$  - на отдых, мин.

$$T_{тех} = T_o \cdot t_n / T, \quad (2.29)$$

где  $t_n$  - время на восстановление профиля инструмента, мин [5, с.211]

$T$  - время между правками инструмента, мин

Проведем расчет норм времени на все операции, по изложенной выше методике. Результаты расчетов норм времени заносим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8- Нормы времени

№ оп	Наименование оп	T <sub>о</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>оп</sub>	T <sub>об.о т</sub>	T <sub>п-з</sub>	T <sub>шт</sub>	n	T <sub>шт-к</sub>
		МИН	МИН	МИН	МИН	МИН	МИН		МИН
05	Токарная (черновая)	0,140	0,429	0,569	0,034	17	0,603	236	0,675
10	Токарная (черновая)	0,102	0,473	0,575	0,034	17	0,609	236	0,681
20	Токарная (чистовая)	0,171	0,444	0,615	0,037	17	0,652	236	0,724
25	Токарная (чистовая)	0,138	0,718	0,856	0,051	24	0,907	236	1,009
30	Круглошлифовальная	0,251	0,466	0,717	0,072	19	0,789	236	0,870
35	Фрезерная	7,075	1,037	8,112	0,487	46	8,599	236	8,794
40	Электроэрозионная	6,166	0,573	6,739	0,404	22	7,143	236	7,236

### 3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

##### 3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления.

###### Цели проектирования

На токарной операции 020 для закрепления детали в базовом варианте применяется стандартный 3-х кулачковый патрон, идущий в комплекте со станком.

Основным недостатком данного патрона является низкая точность установки заготовки, зажим заготовки осуществляется по пов. 6 коротким кулачком, поэтому из-за большого вылета заготовки усилие зажима заготовки большое.

Поэтому основной задачей является проектирование нового более точного цангового патрона с зажимом заготовки по двум поверхностям, с большей надежностью закрепления и большей точностью установки.

##### 3.1.2 Расчет усилия резания

При точении ведем расчет по главной составляющей силы резания  $P_z$ .

Главная составляющая силы резания определена п. 2.7:  $P_z = 130 \text{ Н}$

##### 3.1.3 Расчет усилий закрепления заготовки

При взаимодействии технологической системы между ее звеньями возникает система сил: это сила от внедрения инструмента в заготовку и сила удержания заготовки установочными элементами приспособления. Для надежного удержания заготовки необходимо обеспечить равенство моментов создаваемых

этими силами.

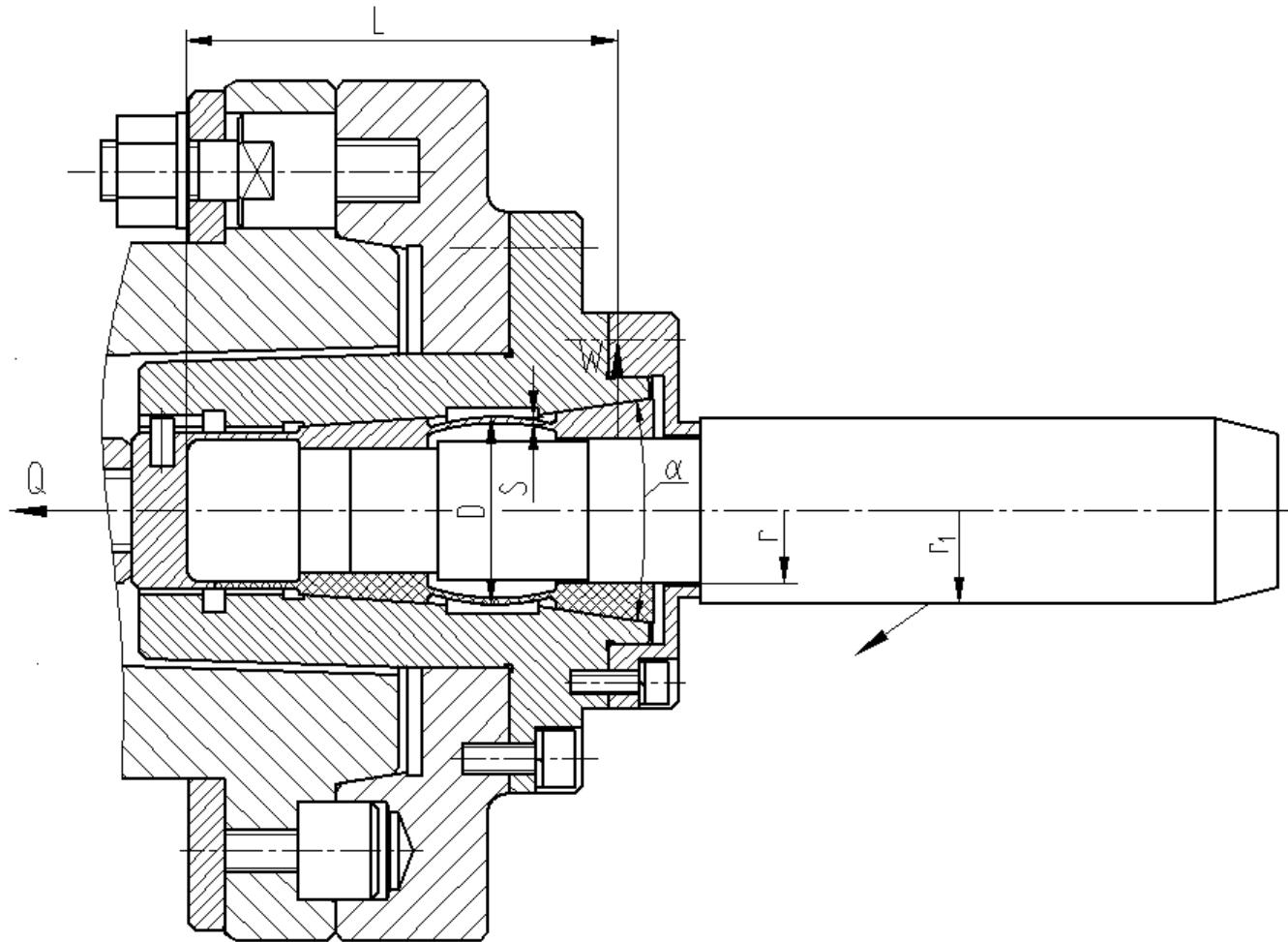


Рисунок 3.1 - Схема приложения сил

$$M_{tp} = K \cdot M_{pe3}, \quad (3.1)$$

где  $K$  - коэффициент запаса

Суммарный момент резания  $M_{pe3}$  от тангенциальной составляющей силы резания определяется по формуле:

$$M_{pe3} = P_Z \cdot r_1, \quad (3.2)$$

где  $P_Z$  – касательная составляющая силы резания, Н;

$r_1$  –  $\frac{1}{2}$  диаметра обтачиваемой поверхности, мм;

$$M_{tp} = T \cdot r = W_z \cdot f \cdot r, \quad (3.3)$$

где  $T$  – суммарная сила трения в местах между установочной поверхностью кулачков и обрабатываемой заготовки,  $H$ ;

$W_z$  – суммарная сила зажима,  $H$ ;

$f$  – коэффициент трения на рабочей поверхности кулачков; При гладкой поверхности  $f = 0,16$  [2, с. 153];

$r$  - радиус зажимаемой поверхности, мм;

Из равенства моментов  $M_{rez}$  и  $M_{tp}$  определим необходимое усилие зажима по формуле:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot r_l}{f \cdot r}, \quad (3.4)$$

Коэффициент запаса  $K$  определяется по формуле [18, с.382]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.5)$$

где коэффициенты:

$K_0$  - гарантированный запаса надежности.  $K_0 = 1,5$  [18, с.382];

$K_1$  – изменение силы вследствие изменения глубины резания.  $K_1 = 1,2$  [18, с.382];

$K_2$  – изменение силы при изменении состояния режущих кромок инструмента.  $K_2 = 1,0$  [18, с.383];

$K_3$  – изменение силы при случайном или резком ее увеличении.  $K_3 = 1,2$  [18, с.383];

$K_4$  – стабильность силы обеспечиваемой кулачками.  $K_4 = 1,0$  [18, с.383];

$K_5$  – удобство использования приспособления;  $K_5 = 1,0$  [18, с.383].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16.$$

Если  $K < 2,5$ , принимаем  $K = 2,5$ .

$$W_z = \frac{2.5 \cdot 130 \cdot 36 / 2}{0,16 \cdot 29 / 2} = 2521 \text{ Н.}$$

### 3.1.4 Расчет зажимного механизма

Схема зажимного механизма представлена на рисунке 3.1.

Сила тяги привода  $Q$ , необходимая для обеспечения силы зажима  $W_z$  определяется по формуле [2, с.280]:

$$Q = K \cdot (W_z + W') \cdot \operatorname{tg} \left( \frac{\alpha}{2} + \varphi \right), \quad (3.6)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий дополнительные потери на трение в патроне.  $K = 1,1$ ;

$W'$  - сила расжатия лепестков цанги для выбора зазора между ее губками и заготовкой, Н;

$\alpha$  - угол конуса цанги;

$\varphi$  - угол трения между цангой и втулкой;

Для трехлепестковой цанги сила сжатия лепестков цанги определяется по формуле [2, с.280]:

$$W' = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{\Delta \cdot s \cdot D^3}{L^3}, \quad (3.7)$$

где  $\Delta$  - зазор между цангой и заготовкой, мм;

$s$  - толщина стенки лепестка, мм;

$D$  - наружный диаметр поверхности лепестка, мм;

$L$  - длина лепестка от места задела до середины конуса, мм.

$$W' = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,5 \cdot 1,6 \cdot 36^3}{83^3} = 392 \text{ Н.}$$

$$Q = 1.1 \cdot (521 + 392) \cdot \operatorname{tg} \left( \frac{15^\circ}{2} + 5^\circ 50' \right) = 759 \text{ Н.}$$

### 3.10.5 Расчет силового привода

В качестве привода принимаем пневмоцилиндр двухстороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа.

Тянувшая сила на штоке для привода двухстороннего действия определяется по формуле [18, с. 449].

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (3.8)$$

где  $Q$  – тянувшая сила на штоке, Н

$D$  – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм

$d$  – диаметр штока пневмоцилиндра, мм

$p$  - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода

Приняв по [18, с. 379] приближенно  $d = 0.25D$ , получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 (1 - 0.25^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.9375 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.9)$$

Тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.9375 \cdot p \cdot \eta}} = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.10)$$

$$D = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{759}{0.4 \cdot 0.9}} = 53.7 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 с учетом габаритов приспособления, разме-ра присоединяемого конца шпинделя стандартное значение присоединяемого

пневмоцилиндра  $D = 80$  мм.

Определим ход штока поршня  $h_{ш}$  пневмоцилиндра по формуле

$$h_{ш} = S_{Ц} \cdot i_{п} , \quad (3.11)$$

где  $S_{Ц}$  – ход цанг в радиальном направлении, мм;

$i_{п} = \operatorname{ctg}\alpha$  - передаточное отношение зажимного механизма по перемещению.

$$S_{Ц} = T + C + \Delta_{ГАР} + \Delta S_p , \quad (3.12)$$

где  $T$  – допуск на размер от базовой поверхности до поверхности закрепления, мм; для  $\varnothing 29H13$   $T = 0,33$  мм

$C$  – соосность шеек, зажимаемых двумя цангами, мм; для шеек  $\varnothing 24$  и  $\varnothing 29$   $C = 0,18$  мм

$\Delta_{ГАР}$  - гарантированный зазор между поверхностью заготовки и зажимным элементом ( $\Delta_{ГАР} = 0,1 \dots 0,2$  мм), мм;

$\Delta S_{Ц}$  - запас хода, учитывающий износ и погрешности изготовления цанг, ( $\Delta S_{Ц} = 0,05 \dots 0,08$  мм), мм;

$$S_{Ц} = 0,33 + 0,18 + 0,2 + 0,08 = 0,79 \text{ мм.}$$

$$i_{п} = \operatorname{ctg}\alpha / 2 = \operatorname{ctg}7,5^0 = 7,6;$$

$$h_{ш} = 0,79 \cdot 7,6 = 6,0 \text{ мм}$$

Принимаем  $h_{ш} = 6,0$  мм.

### 3.1.6 Расчет погрешности базирования

Погрешность базирования при установке заготовки в самоцентрирующем мембранным патроне  $\varepsilon_B = 0$  - т.к. измерительная и технологическая базы совпадают.

### 3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

По результатам расчетов выполняем чертеж приспособления.

Приспособление состоит из цангового патрона и пневмопривода.

Патрон состоит из корпуса 4, к которому винтами 17 с шайбами 31 крепится опора 9. В отверстии корпуса 4 устанавливается сдвоенная цанга 1. В отверстии цанги 1 установлен штифт 35, который входит в паз корпуса 4 и служит для предотвращения поворота цанги. Корпус 4 устанавливается в отверстии фланца 14 и крепится винтами 18 с шайбами 32. Фланец 14 устанавливается на конус шпинделя станка и фиксируется с помощью пальцев 29 и гаек 23.

Резьбовой конец цанги 1 соединяется с тягой 13, которая в свою очередь с помощью гайки 21 крепится резьбовым концом к штоку 15.

Пневмопривод содержит корпус 5, к которому винтами 19 с шайбами 33 крепится крышка 7. Корпус 5 устанавливается на резьбовой конец шпинделя станка и фиксируется винтом 20.

На конце штока 15 установлен поршень 10, закрепленный гайкой 22 со стопорной шайбой 34. Для предотвращения ударов поршня о стенки пневмоцилиндра на нем установлены демпферы 3.

На конце крышки 7 на подшипниках 30 установлен корпус муфты 6. Между подшипниками 30 установлена втулка 2. Левый подшипник фиксируется кольцом стопорным 28, правый – буртом крышки 7 и торцем крышки муфты 8, которая болтами 16 с шайбами 32 крепится к корпусу муфты 6.

Для подачи воздуха через корпус муфты 6, втулку 2, крышку 8 и корпус 5 просверлены каналы, выходные отверстия которых закрыты пробками 11.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 24,25,26,27.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается в отверстии цанги 1 с упором в торец опоры 9.

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 10 через шток 15 и тягу 13 тянет цангу 2 назад, лепестки которой, скользя по конусу корпуса 4, сжимают сначала шейку у переднего конца патрона. При дальнейшем движении цанги 2 ее средняя часть деформируется, после чего цанга центрирует и зажимает заготовку за вторую шейку. Цанга 2 имеет два конусных участка с различными углами конуса. Участок конуса у переднего конца имеет

угол конуса  $15^\circ$ , у заднего конца –  $8^\circ$ . Шейка у переднего конца зажимается раньше, чем у заднего благодаря тому, что угол конуса на цанге переднего конца больше, чем заднего.

При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень 10 отходит вправо, тяга 13 толкает цангу вперед, лепестки цанги отходят вверх, раскрепляя заготовку.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

#### 3.2.1 Анализ конструкции базового инструмента. Цели проектирования

В базовом варианте обработка под резьбу производится за три перехода: центрование, сверление и зенкование фаски. Штучное время на операцию получается достаточно большое, с учетом основного времени на обработку, время смены инструментов и проч.

Поэтому, основная задача проектирования- усовершенствование конструкции спирального сверла – применение жесткого ступенчатого комбинированного сверла, которое позволит обработать отверстие со снятием фаски за один переход.

#### 3.2.1 Проектирование и расчет сверла

Спроектируем конструкцию сверла комбинированного для обработки ступенчатого отверстия - под резьбу М6 –  $\varnothing 5^{+0,18}$  с одновременным снятием фаски  $0,5 \times 45^\circ$  ступенью  $\varnothing 9$

##### 3.2.2.1 Обоснование выбора материала режущей части и хвостовика.

Исходя из твердости обрабатываемого материала – 180 НВ, принимаем материал режущей части - быстрорежущую сталь Р6М5К5 ГОСТ 19265-73.

Хвостовик сверла изготавливается из стали 40Х ГОСТ 4543-71.

### 3.2.2.2 Обоснование выбора геометрических параметров сверла.

3.2.2.2.1 Задний угол  $\alpha$ . Величина заднего угла на сверле зависит от положения рассматриваемой точки режущего лезвия. Задний угол имеет наибольшую величину у сердцевины сверла и наименьшую величину - на наружном диаметре. Рекомендуемые величины заднего угла на наружном диаметре приведены в [13, стр.228]. По этим рекомендациям выбираем:  $\alpha = 12^\circ$ .

3.2.2.2.2 Передний угол. Также является величиной переменной вдоль режущего лезвия и зависит, кроме того, от угла наклона винтовых канавок  $\omega$  и угла при вершине  $2\phi$ . Передняя поверхность на сверле не затачивается и величина переднего угла на чертеже не проставляется.

3.2.2.2.3 Угол при вершине сверла. Значение углов  $2\phi$  для свёрл, используемых для различных обрабатываемых материалов приведены в [13, стр.228]. По этим рекомендациям принимаем на первой ступени  $2\phi = 118^\circ$ , на второй для снятия фаски -  $2\phi = 90^\circ$ .

3.2.2.2.4 Угол наклона винтовых канавок. Угол наклона винтовых канавок определяет жесткость сверла, величину переднего угла, свободу выхода стружки и др. Он выбирается в зависимости от обрабатываемого материала и диаметра сверла. По [13, стр.153] назначаем  $\omega = 30^\circ$ .

3.2.2.2.5 Угол наклона поперечной кромки. При одном и том же угле  $\phi$  определенному положению задних поверхностей соответствует вполне определенная величина угла  $\psi$  и длина поперечной кромки и поэтому угол  $\psi$  служит до известной степени критерием правильности заточки сверла. По рекомендациям [13, стр.153] назначаем:  $\psi = 50^\circ$ .

3.2.2.3 Форма заточки. Форма заточки- нормальная с подточкой поперечной кромки [13, стр.229]

### 3.2.2.4 Шаг винтовой канавки

$$\text{Ступени } \varnothing 5: \quad H = \frac{\pi D}{\operatorname{tg} \omega} = \frac{3.14 \cdot 5}{\operatorname{tg} 30} = 27,2 \text{ мм} \quad (3.13)$$

$$\text{Ступени } \varnothing 9: \quad H = \frac{\pi D}{\operatorname{tg} \omega} = \frac{3.14 \cdot 9}{\operatorname{tg} 30} = 48,9 \text{ мм}$$

3.2.2.5 Определяем длину сверла. Общую длину сверла  $L$ ; длины рабочей части  $l_0$ , хвостовика и шейки принимаем по ГОСТ 10903 – 77.

Длина ступени  $\varnothing 5$  с учетом длины обрабатываемого отверстия принимаем  $l_1 = 16$  мм. Длина ступени  $\varnothing 9$  принимаем технологически, с учетом длины фрезерованных канавок  $l_2 = 34$  мм. Общая длина сверла  $L = 126$  мм.

### 3.2.2.6 Толщина $dc$ сердцевины сверла в зависимости от диаметра сверла:

$$dc = (0,14-0,25)D = (0.14-0.3) \cdot 5 = 0,7-1,5 \text{ мм} \quad (3.14)$$

Принимаем толщину сердцевины у переднего конца сверла равной 1,2 мм. Выполним подточку сердцевины на длине 2,2 мм до толщины 0,4 мм.

Утолщение сердцевины, по направлению к хвостовику 1,4 - 1,8 мм на 100 мм длины рабочей части сверла, Принимаем это утолщение равным 1,8 мм.

3.2.2.7 Обратная конусность сверла (уменьшение диаметра по направлению к хвостовику) на 100 мм длины рабочей части должна находиться в пределах: 0,05-0,12 мм

Принимаем обратную конусность равной 0,10 мм на обоих диаметрах.

3.2.2.8 Ширину ленточки  $f_o$  и высоту затылка по спинке  $K$  выбираем по [13, с. 158]

В соответствии с диаметром  $D$  сверла

На ступени  $\varnothing 5$ :  $f_o = 0,8$  мм;  $K = 0,3$  мм.

На ступени  $\varnothing 9$ :  $f_o = 1,0$  мм;  $K = 0,3$  мм.

Ширина пера

На ступени  $\varnothing 5$ :  $B = 0.58D = 0.58 \cdot 5 = 2,9$  мм (3.15)

На ступени  $\varnothing 9$ :  $B = 0.58D = 0.58 \cdot 9 = 5,2$  мм

3.2.2.9 Определяем конус Морзе хвостовика

По [13, с. 154] принимаем конус Морзе №1, основные размеры хвостовика указываем на чертеже инструмента.

3.2.2.10 Исполнительный размер диаметра сверла. Исполнительный размер диаметра сверла устанавливается в зависимости от допуска на обрабатываемое отверстие.

Наибольший диаметр сверла  $d_{max}$  определяется по формуле:

$$d_{max_{\text{нов}}} = D_{max} - B = D + TD - B, \quad (3.16)$$

$$d_{min_{\text{нов}}} = D_{min} + A = D + Td + A = d_{max_{\text{нов}}} - Td \quad (3.17)$$

где  $D_{max}$  – наибольший диаметр отверстия;

$D_{min}$  - наименьший диаметр отверстия;

$TD$  – допуск на диаметр отверстия

$$Td = \frac{1}{3} \cdot TD = \frac{1}{3} \cdot 0.18 = 0.06 \text{ мм} \quad (3.18)$$

где  $A$  - допуск на износ и перешлифовку сверла;

B – ожидаемая разбивка;

B = 0,45TD для квалитета JT13

Для первой ступени B = 0,45·0,18 = 0,08 мм

Для второй ступени не определяем

$$d_1^{\max_{\text{нов}}} = 5,18 - 0,08 = 5,10$$

$$d_1^{\min_{\text{нов}}} = 5,10 - 0,06 = 5,04$$

В соответствии с ГОСТ 13779-77, устанавливающим допуски на исполнительный диаметр сверла, получим:

$$\emptyset 5^{+0,10}_{+0,04}, \emptyset 9^{+0,3}$$

3.2.2.11 Центровые отверстия в сверле изготавливаются в соответствии с ГОСТ 14034-74 .

3.2.2.12 Устанавливаем основные технические требования и допуски на размеры сверла (по СТ СЭВ 566 - 77 и ГОСТ 885 - 77).

Допуск на общую длину и длину рабочей части развертки равен удвоенному допуску по квалитету 14 с симметричным расположением предельных отклонений по ГОСТ 25347 - 82. Предельные отклонения размеров конуса хвостовика устанавливаются по ГОСТ 2848 - 75 (степень точности AT7). Радиальное биение рабочей части сверла относительно оси хвостовика не должно превышать 0,05 мм. У рабочей части сверла HRC 64±3, у лапки хвостовика сверла HRC 38±3.

3.2.2.13 Выполняем рабочий чертеж, приведенный в графической части работы.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Технологический паспорт объекта представлен в таблице 4.1

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологиче- ский процесс	Технологи- ческая опе- рация , вид выполняе- мых работ	Наименование должности работника, выполняюще- го технологи- ческий про- цесс, опера- цию	Оборудование, устройство, приспо- собление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Заготови- тельная операция	Кузнец- штамповщик	Пресс КГШП	Металл
2	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно- винторезный с ЧПУ 16Б16Т1	Металл, СОЖ
3	Круглое шли- фование	Круг- лошлифо- вальная операция	Шлифовщик	Круглошлифоваль- ный с ЧПУ 3М151Ф2	Металл, СОЖ
4	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Многоцелевой фре- зерно-расточной станок ЧПУ S500	Металл, СОЖ
5	Электроэропро- шивка	Электро- эропрошивка	Электроэропро- шивщик	Станок электроэропро- шивочный копиро- вально- прошивочный спе- циальный СКЭКП4525	Металл, СОЖ

## 4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков представлена в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Пресс КГШП
2	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарно-винторезный с ЧПУ 16Б16Т1
3	Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Многоцелевой фрезерно-расточкой станок ЧПУ S500
4	Круглое шлифование	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2
5	Электроэрозионная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; повышенный уровень шума на рабочем месте, токсические, раздражающие	Станок электроэрозионный копировально-прошивочный специальный СКЭКП4525

#### 4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе необходимо подобрать и обосновать используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора.

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Ограждение оборудования	Краги для металлурга
2	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная, очки защитные
3	Подвижные части производственного оборудования; предвивающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования, защитный экран	Каска защитная, очки защитные
4	Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль)	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
5	Токсические, раздражающие (СОЖ)	Применение приточно-вытяжной вентиляции, ограждение оборудования, защитный экран	Респиратор, перчатки
6	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания	Беруши, наушники

## 4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических, эксплуатационных и утилизационных процессов)

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

### 4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (A);
- 2) пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B);
- 3) пожары, связанные с воспламенением и горением газов (C);
- 4) пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);
- 5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (E);
- 6) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

К опасным факторам пожара, действующим на людей и материальное имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;

- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- 1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и требопроводных нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;
- 2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;
- 3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие прошедшего пожара;
- 5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразде- ление	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы по- жара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Кузнеч- ный уча- сток	КГШП	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

#### Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
2	Участок механической обработки	16Б16Т1 S500 3М151Ф2 СКЭКП4525	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

#### 4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект дизелектрический	Автоматические извещатели

#### 4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара.

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технолого-гического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция Многоцелевой фрезерно-расточной станок ЧПУ S500	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимом данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

4.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляющей функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерование	Многоцелевой фрезерно-расточной станок ЧПУ S500	Пыль стальная, стружка	Взвешенные вещества, нефтепродукты	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м <sup>3</sup>

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта согласно нормативных документов.

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Координатное растачивание, сверление
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «сухих» механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

#### 4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления корпуса механизма поштучной выдачи, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления корпуса механизма поштучной выдачи, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

## 5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – технико-экономическое сравнение двух вариантов технологического процесса (базового и проектного) и определение экономической эффективности проектируемого варианта.

Для выполнения данного раздела необходимо краткое представление изменений по сравниваемым операциям, чтобы экономически обосновать их эффективность. Основные отличия между вариантами представлены в качестве таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика операций по вариантам

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Программа выпуска – 10000 шт. Деталь – корпус механизма поштучной выдачи Метод получения заготовки – штамповка Материал – сталь 40Х ГОСТ 4543-71 Масса детали – $M_d = 1$ кг. Масса заготовки – $M_3 = 1,45$ кг.	
<u>Операция 030 – Токарная тонкая</u>  Чистовая обработка шеек производится тонким точением. <u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ 16А20Ф3. <u>Оснастка</u> – патрон цанговый <u>Инструмент</u> – резец-вставка токарный для контурного точения. Пластина 3-х гранная Т30К4. $T_O = 0,682$ мин $T_{ШТ} = 1,615$ мин	<u>Операция 030 – Круглошлифовальная</u>  Чистовая обработка шеек производится шлифованием. <u>Оборудование</u> – Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2 <u>Оснастка</u> – патрон цанговый <u>Инструмент</u> – Шлифовальный круг 1 450x15x203 91А F60 М 7 В А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 $T_O = 0,251$ мин $T_{ШТ} = 0,87$ мин
Тип производства – серийный Условия труда – нормальные. Форма оплата труда – повременно-премиальная.	

Представив краткое описание предлагаемых изменений, рассчитаем капи-

тальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, для этого будем использовать специальную методику [10], согласно которой данная величина составляет  $K_{BB,PR} = 233220,06$  руб. Эти денежные средства потребуются нам на приобретение оборудования, оснастки, инструмента, затрат на проектирование и других затрат, необходимых для осуществления предложенных изменений.

Далее согласно методике расчета себестоимости [10], определим технологическую себестоимость, которая зависит от материала заготовки, заработной платы, начисления на нее и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. Учитывая то, что метод получения заготовки и ее материал по вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем осуществлять без затрат на материал, т.к. эти значения не окажут влияния на конечный результат. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали по сравниваемым вариантам представлена на рисунках 5.1 и 5.2.

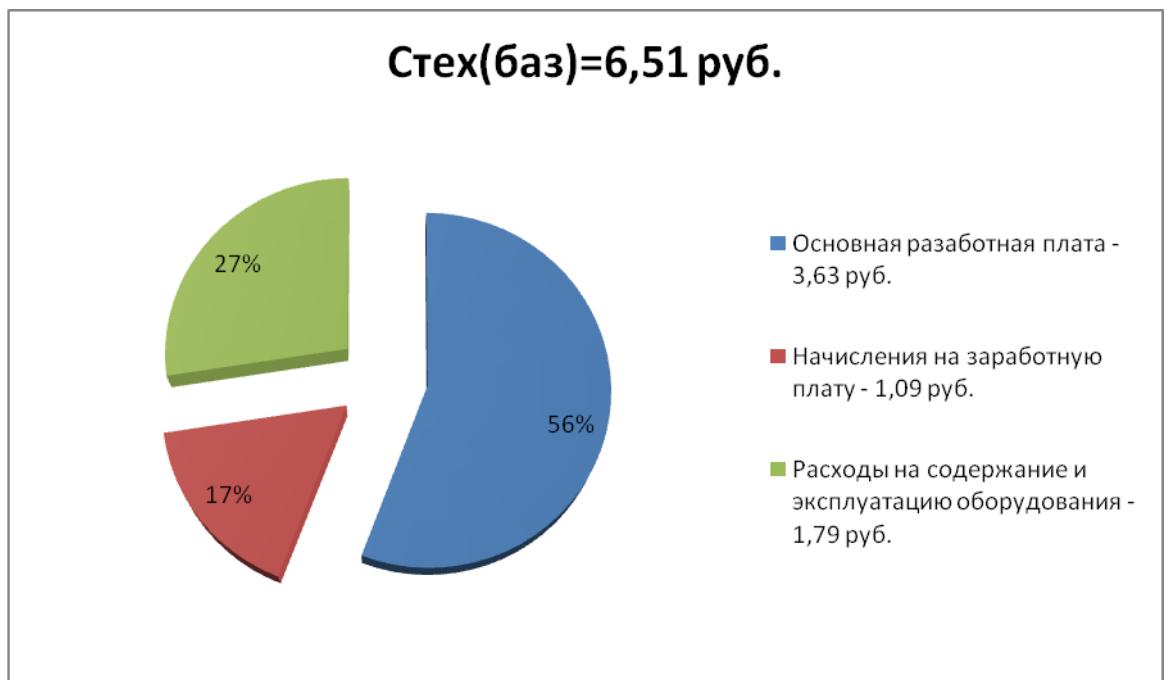


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения операции 030 по базовому варианту

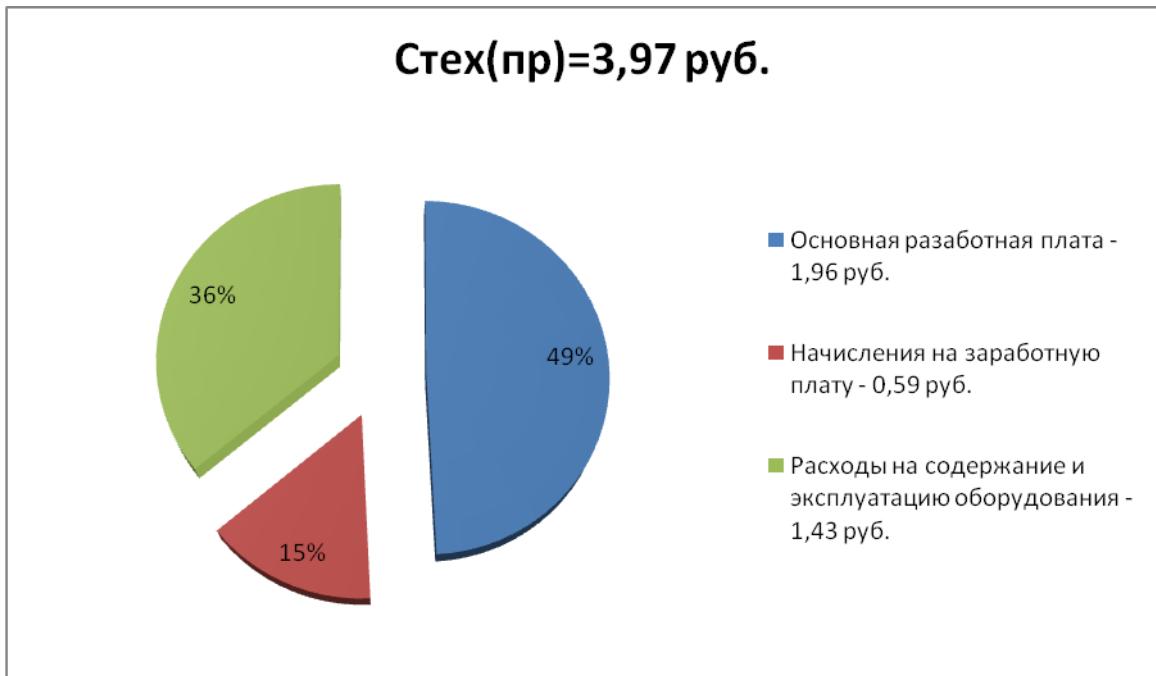


Рисунок 5.2 – Структура технологической себестоимости выполнения операции 030, по проектному варианту

На базе полученных данных и с применением методики составления калькуляции полной себестоимости [10] мы рассчитываем ее значения для выполнения операции 030. Согласно расчетам по базовому варианту полная себестоимость без учета затрат на материал, как обосновывалось ранее, составила 19,79 руб.; а по проектному варианту – 11,13 руб.

Далее проведем экономическое обоснование предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической эффективности [10], согласно которой мы получаем следующие данные.

$$\Pi_{\text{П.ОЖ}} = \mathcal{E}_{\text{УГ}} = C_{\text{Пол.А3}} - C_{\text{Пол.П}} \cdot \Pi_{\Gamma} \quad (5.1)$$

$$\Pi_{\text{П.ОЖ}} = \mathcal{E}_{\text{УГ}} = (9,79 - 11,13) \cdot 10000 = 86600 \text{ руб.}$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = \Pi_{\text{П.ОЖ}} \cdot K_{\text{НАЛ}} \quad (5.2)$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = 86600 \cdot 0,2 = 17320 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{P.ЧИСТ}} = \Pi_{\text{P.ОЖ}} - H_{\text{ПРИБ}} \quad (5.3)$$

$$\Pi_{\text{P.ЧИСТ}} = 86600 - 17320 = 69280 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ВВ.ПР}}}{\Pi_{\text{P.ЧИСТ}}} + 1, \quad (5.4)$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{233220,06}{69280} + 1 = 4,37 = 5 \text{ лет}$$

$$Д_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{P.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = \sum_1^T \Pi_{\text{P.ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (5.5)$$

$$Д_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = \Pi_{\text{P.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 69280 \cdot \left( \frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} + \frac{1}{(1+0,15)^5} \right) = 262571,2 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = ЧДД = Д_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = ЧДД = 262571,2 - 233220,06 = 29351,14 \text{ руб.}$$

$$ИД = \frac{Д_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} \quad (5.7)$$

$$ИД = \frac{262571,2}{233220,06} = 1,13 \text{ руб.} \Big/ \text{руб.}$$

Предлагаемые изменения по операции 030 технологического процесса, можно считать экономически обоснованными. Данное заключение делаем основываясь, во-первых, на том, что достигнуто снижение себестоимости выполнения данной операции на 43,8%. А во вторых, интегральный экономический эффект от изменений, согласно расчетам, составил 29351,14 руб., что подтвер-

ждает эффективность работы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- разработан новый технологический процесс изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- разработана заготовка, полученная методом горячей объемной штамповки с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применено высокопроизводительное оборудование - станки с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы;
- применена высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом;
- применен высокопроизводительный инструмент с износостойкими покрытиями;
- спроектирован патрон цанговый с пневмоприводом для круглошлифовальной операции;
- спроектировано сверло ступенчатое, позволяющее одновременно обработать отверстие под резьбу с фаской.

Изменения, внесенные в техпроцесс изготовления детали позволили достичь основных целей работы, обеспечить заданный объем выпуска деталей, снизить себестоимость ее изготовления и повысить качество изготовления по сравнению с базовым вариантом технологического процесса.

Экономический эффект от внедрения данных мероприятий составит 29351,14 рубля.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш.школа, 1980, 240 с
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 4 Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 5 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2000, 68 с.
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.
- 9 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 151001 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2013, 46 с.
- 11 Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 151001 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТТК,

2008. - 75 с.

12 Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

13 Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

14 Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / А.А. Панов [и др.]; под общ. ред. А.А. Панова, 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2005 – 784 с.

15 Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев [и др.], под общ. ред. И.А. Ординарцева –Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1987. – 846 с.

16 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

17 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

18 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

19 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20 Ткачук, К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Маршрутная карта технологического процесса







ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Операционные карты

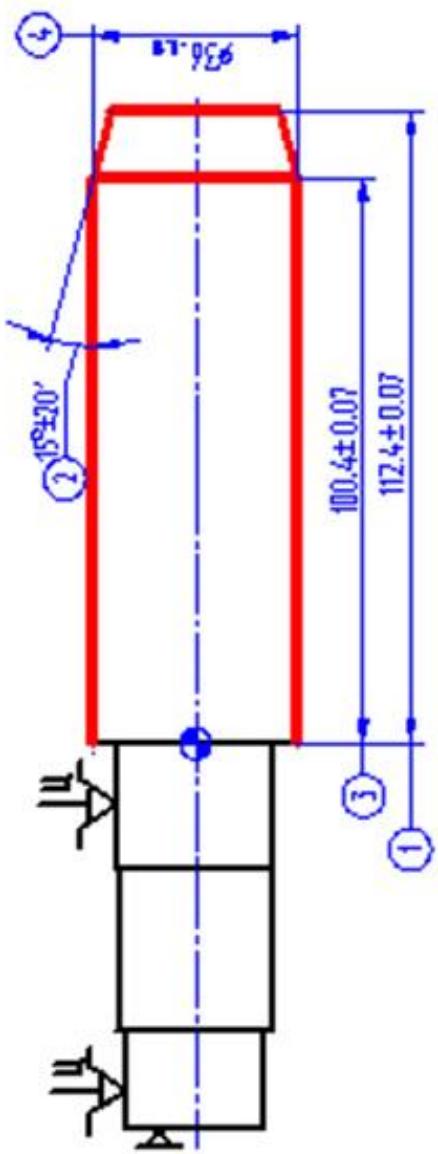
Дубл.																													
Взам.																													
Подп.																													
Разраб.	Рассолов																												
Пров.	Бобровский																												
Н. Контр.	Виткалов																												
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		М3		КОМД															
4110 Токарная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		180 НВ		166		1,0		Ø39x183		1,45		1															
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То		Тв		Тпз		Тит		СОЖ																	
16Б16Т1		XXXXXX		0,171		0,444		17		0,652		Укринол- 1																	
Р		ПИ		Диаметр в		L		t		i		S		n															
01		мм		мм		мм		мм		мм/об		об/мин		мин															
02О 1. Установить и снять заготовку																													
03Т 39611XXX- патрон цанговый самоцентрирующий																													
04О 2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-4																													
05Т 392195XXX- резец-вставка 25x25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84;																													
06Т 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																													
07Р																													
08																													
09																													
10																													
11																													
12																													
ОКП																													

## Форма 7

ГОСТ 3.1105-84

Фамил. Имя. Отч. Прил.	Род.д.	Род.д.	ТГУ	Корпус	Лев   Чн. РМ   020.

Ra 6,3



К3

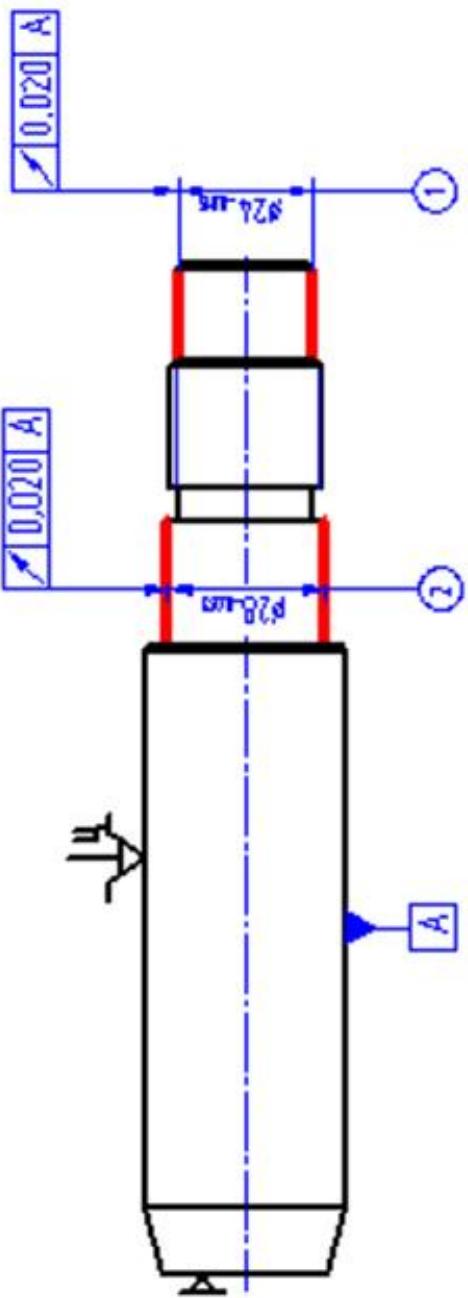


## Форма 7

ГОСТ 3.4605-84

Л/дн.						
В/дн.						
Подп.						
Разраб.	Россолов	ГГУ			01101242051	1
Провер.	Бобровский				XXXXXX	
Н.контр.	Витковский	Корпус			2014100003	

Ra1.6



КЭ

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация к чертежу станочного приспособления

Форм.	Зона	Глоз.	Обозначение		Наименование	Кол.	Примеч.
					<u>Документация</u>		
A1			16.07.TM.575.60.000.CБ		Сборочный чертеж		
					<u>Сборочные единицы</u>		
	1		16.07.TM.575.60.100		Цанга		
					<u>Детали</u>		
	2		16.07.TM.575.60.002		Втулка	1	
	3		16.07.TM.575.60.003		Демпфер	2	
	4		16.07.TM.575.60.004		Корпус	1	
	5		16.07.TM.575.60.005		Корпус	1	
	6		16.07.TM.575.60.006		Корпус муфты	1	
	7		16.07.TM.575.60.007		Крышка	1	
	8		16.07.TM.575.60.008		Крышка муфты	1	
	9		16.07.TM.575.60.009		Опора	1	
	10		16.07.TM.575.60.010		Поршень	1	
	11		16.07.TM.575.60.011		Пробка	3	
	12		16.07.TM.575.60.012		Прокладка	1	
	13		16.07.TM.575.60.013		Тяга	1	
	14		16.07.TM.575.60.014		Фланец	1	
	15		16.07.TM.575.60.015		Шток	1	
			16.07.TM.575.60.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Рассолов				Патрон цанговый		
Прое.	Бобровский						
н. Контр.	Виткалов						
Утв.	Бобровский						
					Лит.	Лист	Листов
						1	2
					ТГУ, гр. ТМбз-1131		

Форм.	Эона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Стандартные изделия</u>		
		16		Болт M6-6gx12.66.029		
				ГОСТ 7805-70	4	
				Винты ГОСТ 11738-84		
		17		M5-6gx12.68	4	
		18		M6-6gx15.68	4	
		19		M8-6gx30.68	6	
		20		Винт M10x15.48		
				ГОСТ 1477-75	1	
		21		Гайка M16x1,5-6H.5.029		
				ГОСТ 5927-70	2	
		22		Гайка M16.6.05		
				ГОСТ 6393-73	1	
		23		Гайка M12-8		
				ГОСТ 12593-93	3	
				Кольца ГОСТ 9833-73		
		24		018-024-25-2-4	1	
		25		024-030-25-2-4	2	
		26		036-042-25-2-4	1	
		27		100-090-46-2-4	3	
		28		Кольцо А24 65Г кд 15хр		
				ГОСТ 13941-80	1	
		29		Палец M12-8		
				ГОСТ 12593-93	3	
		30		Подшипник 104		
				ГОСТ 8338-75	2	
				Шайбы ГОСТ 6402-70		
		31		5.65Г.029	4	

