

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

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления полумуфты коробки скоростей  
сверлильного станка

Студент(ка)	<u>Черемисин А.С.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Гуляев В.А.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Виткалов В.Г.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Степаненко А.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Краснопевцева И.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой

к.т.н, доцент

\_\_\_\_\_ Н.Ю. Логинов

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Тольятти 2017

# АННОТАЦИЯ

## Технологический процесс изготовления полумуфты коробки скоростей сверлильного станка

Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2017.

В бакалаврской работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления детали «полумуфта коробки скоростей сверлильного станка» при годовой программе выпуска 5000 шт.

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, режущий инструмент, технологическая оснастка, станок, режимы резания, нормы времени, экономический эффект.

Данная работа содержит пять разделов. Во введении содержится цель работы, в заключении – результаты выполнения данной работы

В первом разделе работы выполнен анализ служебного назначения нашей детали, анализ технологичности, проанализирован базовый техпроцесс и определены пути совершенствования техпроцесса.

Во втором разделе выполнена технологическая часть работы, где выполнена разработка проектного технологического процесса, который включает в себя: выбор типа производства, расчет заготовки, определение схем базирования, проектирование технологического маршрута, выбор средств технического оснащения, а также необходимые расчеты – припусков, режимов резания, норм времени.

В третьем разделе выполнены конструкторские расчеты приспособления станочного и приспособления контрольного.

Четвертый и пятый раздел бакалаврской работы посвящены вопросам безопасности, экологичности и экономической эффективности работы.

Объем работы составляет: 78 страниц, 19 таблиц, 9 рисунков и графической части, содержащей 7,5 листов.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 Описание исходных данных .....	5
2 Технологическая часть работы .....	13
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений .....	36
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	45
5 Экономическая эффективность работы .....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ....	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ. ....	58
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	60

## ВВЕДЕНИЕ

При сегодняшней экономической ситуации и то тяжелейшее положение, в котором оказалась вся машиностроительная отрасль в целом, необходимо максимально эффективно расходовать имеющиеся средства, снижать все возможные издержки, как производственного, так и не производственного характера, уменьшив, таким образом, себестоимость изделия, не снижая при этом его качества, а наоборот, повышая его, что даст предприятию конкурентное преимущество на рынке.

При этом на предприятии ведутся постоянные работы по повышению качества и снижению себестоимости изготовления продукции, для чего применяется высокопроизводительное оборудование, оснастка, режущий инструмент, роботизированные комплексы, труд работников частично заменяется промышленными роботами.

Целью бакалаврской работы является разработка совершенно нового технологического процесса изготовления детали в условиях среднесерийного типа производства при годовой программе выпуска 5000 шт., повышение качества обработки, снижение себестоимости изготовления, применение новых разработок в области технологии машиностроения.

# 1 Описание исходных данных

## 1.1 Анализ служебного назначения детали

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

Деталь, разрабатываемая в данной бакалаврской работе, является полумуфтой предохранительной, устанавливается в узле коробки скоростей сверлильного станка и предназначена для установки сопрягаемых деталей и передачи крутящего момента.

Узел, в состав которого входит данная деталь, приводится на рисунке 1.1

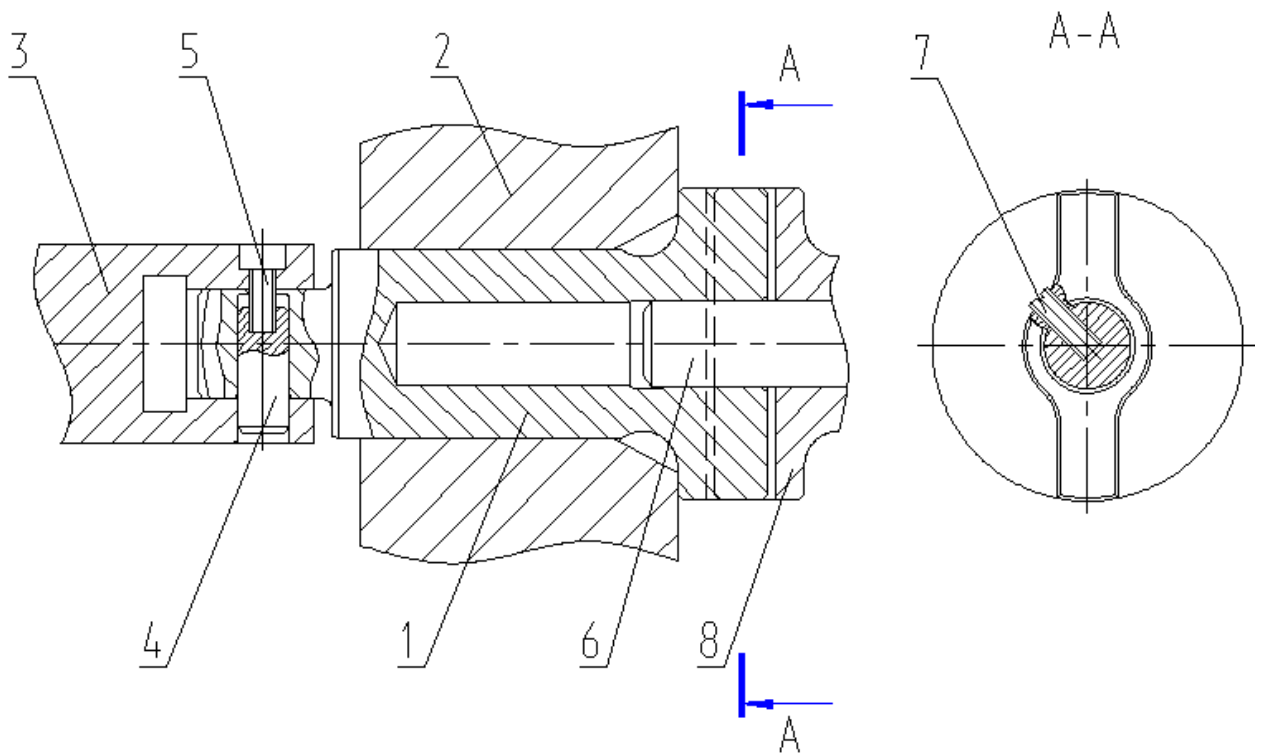


Рисунок 1.1 - Узел, в состав которого входит деталь

Полумуфта 1 (рисунок 1.1) устанавливается в корпусе 2 специального приспособления. На левом конце полумуфты 1 установлен вал 3 с помощью штифта 4 с винтом 5. В отверстие полумуфты 1 с правого конца входит вал 6, который фиксируется винтом 7. В зацепление с полумуфтой 1 входит сопрягаемая полумуфта 8.

### 1.1.2 Анализ материала детали

Материал полумуфты: сталь 20X2H4A ГОСТ 4543-71

Проанализируем хим состав и механические свойства рассматриваемой стали 20X2H4A ГОСТ 4543-71, результаты записываем в таблицы 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 20X2H4A ГОСТ 4543-71

Химический элемент	Процент
Углерод (С)	0,16-0,22
Сера (S), не более	0,025
Фосфор (Р), не более	0,025
Хром (Cr)	1,25-1,65
Марганец (Mn)	0,3-0,6
Никель (Ni)	3,25-3,65
Кремний (Si)	0,17-0,37
Медь (Cu) , не более	0,3

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 20X2H4A ГОСТ 4543-71

Показатель	Обозначение	Единица изменения	Значение
Твердость по Бринеллю	НВ	-	269
Относительное удлинение при разрыве	$\delta_5$	%	9
Относительное сужение	$\psi$	%	45
Ударная вязкость	КСУ	Дж/см <sup>2</sup>	78
Кратковременный предел прочности	$\sigma_b$	МПа	1270
Предел текучести, определяемый при остаточной деформации	$\sigma_T$	МПа	1080

### 1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Пронумеруем все поверхности детали, рисунок 1.2.

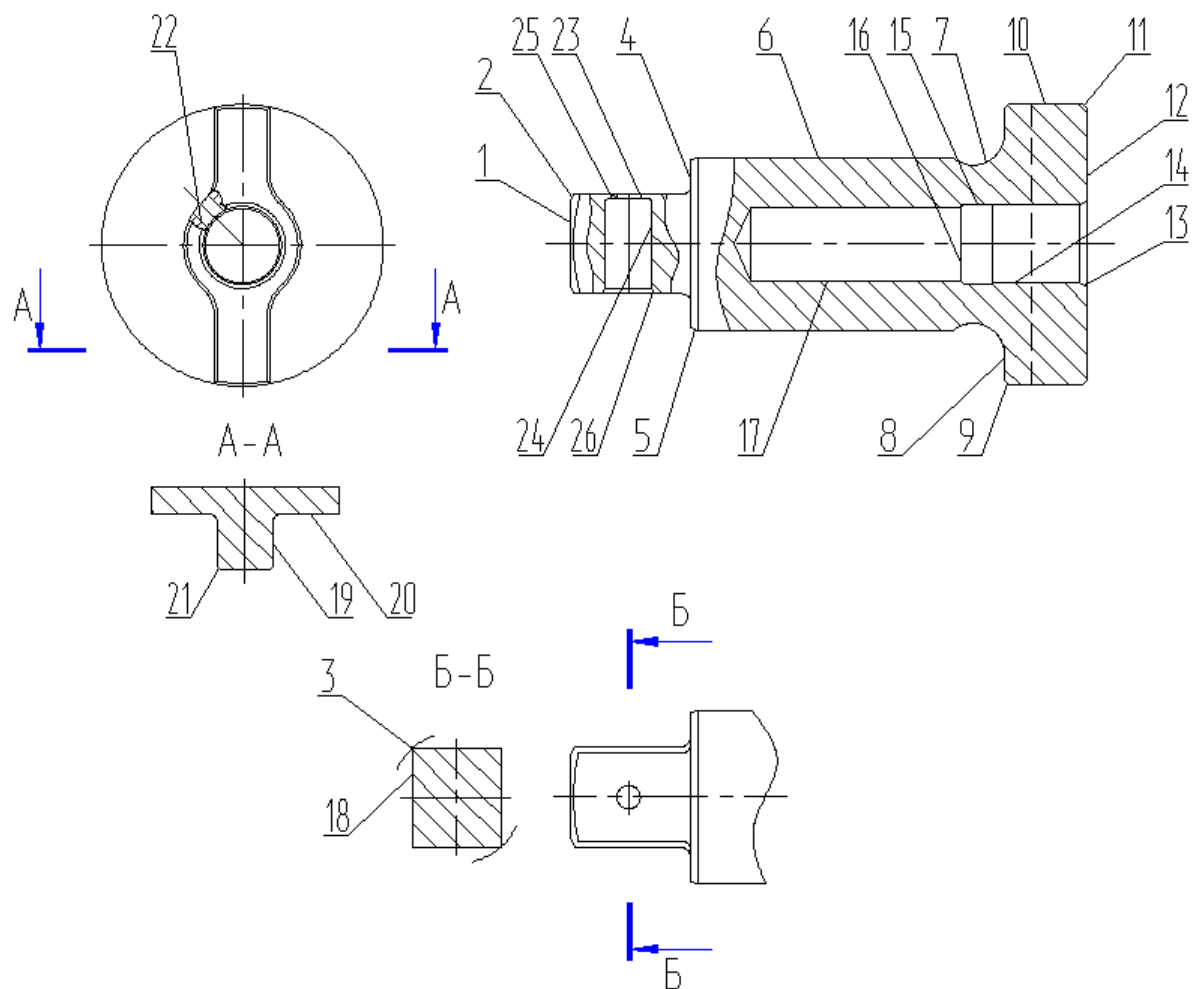


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей

Классифицируем поверхности детали:

- исполнительные поверхности выполняют служебное назначение детали – поверхности 18,19;
- основные конструкторские базы, поверхности ориентирующие данную деталь в узле – поверхности 6,8;
- вспомогательные конструкторские базы определяют положение других деталей присоединяемых к рассматриваемым - поверхности 22,23,24,14;
- свободные поверхности – остальные.

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

### 1.2.1 Анализ количественных показателей технологичности

#### 1.2.1.1 Коэффициент, анализирующий унификацию поверхностей

$$K_{\text{ун.}} = n_{\text{ун.}} / \Sigma n, \quad (1.1)$$

где  $n_{\text{ун.}}$  - сумма поверхностей, которые унифицированы;

$\Sigma n$  - число всех поверхностей детали.

$K_{\text{ун.}} = 1$ , технологичность выполнена.

#### 1.2.1.2 Коэффициент, анализирующий шероховатости поверхностей

$$K_{\text{шр.}} = \frac{1}{B_{\text{ср.}}}, \quad (1.2)$$

где  $B_{\text{ср.}}$  - усредненное значение шероховатости, которое определяется по формуле:

$$B_{\text{ср.}} = \frac{B_{ni}}{\Sigma n_i}, \quad (1.3)$$

где  $B_{ni}$  – число конкретной шероховатости;

$\Sigma n_i$  – число поверхностей с конкретной шероховатостью.

$$B_{\text{ср.}} = (2 \cdot 0,4 + 3 \cdot 6,3 + 21 \cdot 3,2) / 26 = 3,34 \text{ мкм},$$

$$K_{\text{шр.}} = 1 / 3,34 = 0,30$$

$K_{\text{шр.}} < 0,32$ , технологичность выполнена.

#### 1.2.1.3 Коэффициент, анализирующий точность

$$K_{\text{тч.}} = 1 - \frac{1}{A_{\text{ср.}}}, \quad (1.4)$$

где  $A_{\text{ср.}}$  - усредненная точность выполнения детали, она определяется по формуле:



$$A_{\text{ср.}} = \frac{A_{ni}}{\Sigma ni}, \quad (1.5)$$

где  $A_{ni}$  – конкретный квалитет точности;

$\Sigma ni$  – число поверхностей с конкретной точностью.

$$A_{\text{ср.}} = (1 \cdot 7 + 3 \cdot 8 + 1 \cdot 10 + 2 \cdot 11 + 5 \cdot 12 + 14 \cdot 14) / 26 = 12,2$$

$$K_{\text{Тч}} = 1 - 1/12,2 = 0,92$$

$K_{\text{Тч}} > 0,85$ , технологичность выполнена.

### 1.2.2 Качественный анализ технологичности

Исходя из конструкции рассматриваемой детали и ее материала, в качестве заготовки возможно применение нескольких вариантов:

- методом горячей объемной штамповки;
- из круглого проката нормальной точности.

Выбор производится далее на основании экономического расчета. Конфигурация наружного контура детали не вызывает трудностей при получении заготовки.

Чертеж детали выполнен по всем стандартам, все данные для ее изготовления есть.

На чертеже детали «Полумуфта» присутствует вся необходимая для ее изготовления информация.

Деталь может быть обработана по типовому техпроцессу. Все поверхности имеют удобный доступ для обработки.

Параметры точности и шероховатости детали нормально обеспечиваются на обычном оборудовании и соответствуют назначению детали.

Доступ к местам обработки и контроля свободный.

Анализируя эти данные, делаем вывод, что конструкция детали является технологичной.

### 1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Целью данного анализа является выявление недостатков заводского техпроцесса (ТП), устранение этих недостатков будет содействовать достижению основных целей данной работы.

#### 1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Рассмотрим базовый техпроцесс, выполним его анализ для выявления основных его недостатков.

Основные характеристики заводского техпроцесса приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технологическая характеристика заводского техпроцесса

Операция	Средства технического оснащения			Тшт, час
	Станок	Приспособление	Инструмент	
1	2	3	4	5
005 Заготовительная				0,20
010 Токарная	16К20	Патрон 3-х кулачковый Центр вращающий	Резец проходной Т5К10 Резец подрезной Т5К10	0,24
015 Токарная	16К20	Патрон поводковый Центр вращающий	Резец проходной Т15К6 Резец подрезной Т15К6 Резец канавочный Т15К6	0,38
020 Круглошлифоваль ная	3М151	Патрон поводковый Центр упор.	Шлиф круг	0,18
025 Фрезерная	ИР800МФ4	Приспособление специальное	Фреза концевая Р6М5 Фреза пазовая Р6М6 Фреза торцовая Т5К10	0,42
030 Сверлильная	2Р135	Тиски	Сверло спиральное Р6М5 Сверло центровочное Р6М5	0,06
035 Сверлильная	2Р135	Тиски	Сверло спиральное Р6М5 Сверло центровочное Р6М5 Цековка Р6М5 Пластина расточная Т15К6	0,16
040 Расточная	ИР800МФ4	Приспособление спец.	Сверло спиральное Р6М5 Сверло центровочное Р6М5 Зенкер Р6М5 Развертка Р6М5 Резец расточной Т15К6	0,32

### Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5
045 Слесарная				0,20
050 Термическая (цементация, закалка)				
055 Дробеструйная				0,12
060 Круглошлифоваль ная	3М151	Патрон цанговый	Шлиф круг	0,18
065 Внутришлифоваль ная	3К227В	Патрон цанговый	Шлиф круг	0,09
070 Моечная				0,04
075 Контрольная				0,08

#### 1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

##### 1.4.1 Недостатки базового ТП

Опишем основными недостатками базового техпроцесса.

1. Оборудование соответствует единичному и мелкосерийному производству - универсальные станки с низкой производительностью.
2. Так как заготовка – пруток, то большое время тратится на ее обработку на токарной черновой операции.
3. Неоптимальная структура операций – отверстие 22 обрабатывается на отдельной сверлильной операции, центральное отверстие, поверхность 14 обрабатывается на отдельной расточной операции;
4. На слесарной операции удаляются заусенцы вручную по всему контуру детали, что приводит к большому штучному времени. Также на этой операции происходит снятие фасок, поверхность 21;
5. Низкопроизводительный универсальный инструмент;
6. Применяемая технологическая оснастка преимущественно с ручным зажимом, что увеличивает вспомогательное время на установку и закрепление заготовки.
7. Применяемые контрольно-измерительные средства не оптимальны, что

увеличивает вспомогательное время на приемы контроля.

#### 1.4.2 Пути совершенствования техпроцесса, задачи бакалаврской работы

Опишем задачи выпускной квалификационной работы и пути совершенствования ТП.

1. Использовать оптимальные высокопроизводительные станки - с ЧПУ, полуавтоматы.

2. Выбрать оптимальный метод получения заготовки, припуски на обработку рассчитать аналитическим методом;

3. Отверстие 22 с поверхностями 19,20 обработать на горизонтально-фрезерной операции при установке заготовки в поворотном приспособлении. На этой же операции снимать фаски 21;

4. Отверстие 14 обрабатывать на токарной программной операции, что приведет к существенному сокращению штучного времени и высвобождению одного станка;

5. Для удаления заусенцев применим электрохимический метод на станке 4407, что позволит уменьшить штучное время на слесарную операцию.

6. Подобрать наиболее оптимальный высокопроизводительный режущий инструмент.

7. Применить специальную и специализированную высокопроизводительную оснастку.

8. Применить высокопроизводительные контрольные приспособления, исходя из выбранного типа производства.

9. Спроектировать патрон токарный с механизированным приводом.

10. Спроектировать контрольное приспособление для контроля биения;

11. Выполнить анализ техпроцесса принимая во внимание безопасность и экологичность, уменьшить воздействие опасных и вредных факторов.

12. Выполнить экономический расчет эффективности применяемых технологических операций.

## 2 Технологическая часть проекта

### 2.1 Выбор типа производства

Для разных типов производства существуют разные подходы к дальнейшей разработке техпроцесса.

Согласно рекомендаций [9, с. 24] исходя из массы детали 0,7 кг, принимая во внимание годовую программу выпуска  $N_r = 5000$  шт./год, при этом тип производства принимаем как среднесерийный.

### 2.2 Выбор и проектирование заготовки

#### 2.2.1 Выбор вариантов проектирования исходной заготовки

Заготовкой для детали «полумуфта», учитывая ее конфигурацию и физико-технологические свойства стали (сталь 20Х2Н4А) может служить:

- а) штамповка;
- б) прокат.

Определим параметры исходных заготовок:

Масса штампованной заготовки  $M_{шт.}$ , кг, приблизительно равна:

$$M_{шт.} = M_{дет.} \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где  $M_{дет.}$  – масса готовой детали, кг;

$K_p$  – коэффициент формы детали, устанавливается по [11, с. 23],  $K_p = 2.8$ .

$$M_{шт.} = 0.123 \cdot 2.8 = 0.344 \text{ кг}$$

Параметры заготовки будем принимать по ГОСТ 7505-89 [8]:

Оборудование для штамповки - КГШП, нагревать заготовку будем с помощью индукционных нагревателей, принимаем класс точности заготовки Т3 [8, с.28], принимаем группу стали как М2 [8, с.8], принимаем степень сложности заготовки как С2 [8, с. 29].

Массу заготовки из проката  $M_{пр.}$  будем определять согласно формуле:

$$M_{\text{пр.}} = V_{\text{пр.}} \cdot \rho, \quad (2.2)$$

где  $V_{\text{пр.}}$  – объем данного проката,  $\text{мм}^3$ ;

$\rho$  - плотность материала заготовки из проката,  $\text{кг}/\text{мм}^3$ .

Так как форма заготовки, принимаемая для изготовления из сортового проката для детали типа тела вращения - цилиндр, у него диаметр  $d_{\text{пр.}}$ , мм и его длина  $l_{\text{пр.}}$ , мм будет равна:

$$d_{\text{пр.}} = d_{\text{д.}}^{\text{max}} \cdot 1,05, \quad (2.3)$$

$$l_{\text{пр.}} = l_{\text{д.}}^{\text{max}} \cdot 1,05, \quad (2.4)$$

где  $d_{\text{д.}}^{\text{max}}$  – диаметр детали, мм;

$l_{\text{д.}}^{\text{max}}$  – длина детали, мм.

$$d_{\text{пр.}} = 36 \cdot 1,05 = 37,8 \text{ мм}$$

$$l_{\text{пр.}} = 66 \cdot 1,05 = 69,3 \text{ мм}$$

По этим данным по ГОСТ стандарт. значение будет равно:  $d_{\text{пр.}} = 38 \text{ мм}$ .

$$l_{\text{пр.}} = 69,3 \text{ мм}.$$

Произведем определение объема элементов заготовок  $V$ ,  $\text{мм}^3$  формы цилиндра как:

$$V_{\text{ц.}} = \pi \cdot d_{\text{пр.}}^2 \cdot l_{\text{пр.}} / 4 \quad (2.5)$$

$$V_{\text{ц.}} = 3,14 \cdot 38^2 \cdot 69,3 / 4 = 78554 \text{ мм}^3$$

$$M_{\text{пр.}} = 78554 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,617 \text{ кг}$$

В результате произведем выбор размер горячекатаного проката по ГОСТ 2590-2006, точность – обычная В1:

$$\text{Круг} \frac{38 - \text{В1} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{20\text{ХН4А} \text{ ГОСТ } 4543 - 71}$$

## 2.2.2 Технико-экономический расчет выбора варианта заготовки

Цену детали, полученной из заготовки будем определять согласно формуле

$$C_{\text{дет.}} = C_{\text{заг.}} + C_{\text{мо.}} - C_{\text{отх.}}, \quad (2.6)$$

где  $C_{\text{заг.}}$  – базовая цена принятого варианта заготовки, руб.;

$C_{\text{мо.}}$  – цена последующей мех обработки, руб.;

$C_{\text{отх.}}$  – цена отходов при мех обработке, руб.

### 2.2.2.1 Расчет варианта горячей штамповки

Цену штампованной заготовки будем определять по формуле:

$$C_{\text{заг.штамп}} = C_{\text{баз.}} \cdot M_{\text{шт.}} \cdot K_{\text{т.}} \cdot K_{\text{сл.}} \cdot K_{\text{в.}} \cdot K_{\text{м.}} \cdot K_{\text{п.}}, \quad (2.7)$$

где  $C_{\text{баз.}}$  – цена 1 т штампа заготовок, принятая за базу, руб./кг,  $C_{\text{б.}} = 11,2$  руб./кг [8, с. 23];

$M_{\text{шт.}}$  – предварительно рассчитанная масса штамповки, кг;

$K_{\text{т.}}$  – данный коэффициент определяется от класса точности штамповки,

$K_{\text{т.}} = 1.0$  [11, с. 24];

$K_{\text{сл.}}$  – данный коэффициент определяется от степени сложности штамповки,

$K_{\text{сл.}} = 0.89$  [11, с. 24];

$K_{\text{в.}}$  – данный коэффициент зависит от диапазона масс, в который входит масса заготовки,  $K_{\text{в.}} = 1.42$  [11, с. 24];

$K_{\text{м.}}$  – данный коэффициент зависит от металла заготовки  $K_{\text{м.}} = 1.98$

[11, с. 24];

$K_{\text{п.}}$  – данный коэффициент определяет выбранный среднесерийный тип производства,  $K_{\text{п.}} = 1.0$  [11, с. 24].

$$C_{\text{заг.штамп}} = 11,2 \cdot 0.344 \cdot 1.0 \cdot 0.89 \cdot 1.42 \cdot 1.98 \cdot 1.0 = 9.65 \text{ руб.}$$

Произведем определение цены мех обработки штампованной заготовки  $C_{\text{м.о.}}$ , руб., по формуле:

$$C_{\text{м.о.}} = (M_{\text{шт.}} - M_{\text{дет.}}) \cdot C_{\text{уд.}}, \quad (2.8)$$

где  $C_{\text{уд.}}$  – удельная стоимость съема 1 кг материала, руб./кг.

Удельная стоимость мех обработки резанием  $C_{\text{уд.}}$ , руб. равна:

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

где  $C_c$  – общие финансовые траты, руб./кг,  $C_c = 14,8$  руб./кг [11, с. 25];

$C_k$  – финансовые траты, руб./кг,  $C_k = 32,5$  руб./кг

$E_n$  – показатель норм эффективности ( $E = 0,1 \dots 0,2$ ). Принимает  $E_n = 0,16$ .

$$C_{мо.} = (0.344 - 0.123) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 4.43 \text{ руб.}$$

Цену отходов  $C_{отх.}$ , руб., будем определять как

$$C_{отх.} = (M_{шт.} - M_{дет.}) \cdot C_{отх.}, \quad (2.10)$$

где  $C_{отх.}$  – продажная возвратная цена отходов, руб./кг.

Принимаем эту цену  $C_{отх.} = 0.4$  руб./кг [11, с. 25]

$$C_{отх.} = (0.344 - 0.123) \cdot 0.4 = 0.09 \text{ руб.}$$

$$C_{дет.} = 9.65 + 4.43 - 0.09 = 13.99 \text{ руб.}$$

#### 2.2.2.2 Расчет варианта заготовки, полученной из проката

Цену заготовки, которая получается из сортового проката будем определять по формуле [11, с. 26]

$$C_{пр.} = C_{м.пр.} \cdot M_{пр.} + C_{отрз.}, \quad (2.11)$$

где  $C_{м.пр.}$  – стоимость металла 1 кг проката в руб./кг;  $C_{м.пр.} = 14$  руб./кг

$C_{отрз.}$  – стоимость реза проката на мерные заготовки, руб.

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

где  $C_{пз.}$  – затраты для отрезного станка, руб./ч;  $C_{пз.} = 30,2$  руб./ч [11, с. 26];

Выполним расчет  $T_{штуч.}$ , мин:

$$T_{штуч.} = T_o \cdot \varphi_k, \quad (2.13)$$



где  $T_o$  – время обработки основное (машинное), мин;

$\varphi_k$  – параметр, учитывающий вид оборудования, принимается  $\varphi_k = 1,5$ .

Основное машинное время для отрезных станков  $T_o$ , мин:

$$T_{\text{осн.}} = 0,19 \cdot d_{\text{пр.}}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.14)$$

где  $d_{\text{пр.}}$  – размер прутка, мм.

$$T_{\text{осн.}} = 0,19 \cdot 38^2 \cdot 10^{-3} = 0.27 \text{ мин}$$

$$T_{\text{штуч.}} = 0.27 \cdot 1,5 = 0.41 \text{ мин}$$

$$C_{\text{отрз.}} = 30,2 \cdot 0.41 / 60 = 0.21 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пр.}} = C_{\text{м.пр.}} \cdot M_{\text{пр.}} + C_{\text{оз.}} = 20 \cdot 0.62 + 0.21 = 12.54 \text{ руб.}$$

Цена механической обработки при этом будет равна:

$$C_{\text{мо.}} = (M_{\text{пр.}} - M_{\text{дет.}}) \cdot C_{\text{уд.}} = (0.617 - 0.123) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 9.87 \text{ руб.}$$

Цена отходов при этом будет составлять:

$$C_{\text{отх.}} = (0.617 - 0.123) \cdot 0.40 = 0.20 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{дет.}} = C_{\text{пр.}} + C_{\text{мо.}} - C_{\text{отх.}} = 12.54 + 9.87 - 0.20 = 22.22 \text{ руб.}$$

### 2.2.3 Сопоставление двух вариантов заготовок

Произведем расчет параметра коэффициента использования металла  $K_{\text{и.м.}}$ , который будет равен [11, с. 28]:

$$K_{\text{и.м.}} = M_{\text{дет.}} / M_{\text{зав.}} \quad (2.15)$$

Тогда при заготовке штамповки:  $K_{\text{и.м.}} = 0.123 / 0.344 = 0.36$

При заготовке из проката:  $K_{\text{и.м.}} = 0.123 / 0.617 = 0.20$

Сравнив себестоимости заготовок и  $K_{\text{и.м.}}$ , делаем вывод о том, что оптимальный вариант получения заготовки – штамповка.

Экономический эффект,  $\mathcal{E}_{\text{год.}}$  руб., приведенный к годовой программе выпуска, будет равен:

$$\mathcal{E}_{\text{год.}} = (C_{\text{д.про}} - C_{\text{д.што}}) \cdot N_{\text{год.}} \quad (2.16)$$

где  $N_{\text{год}} = 5000$  шт./год - программа производства детали в год.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (22.22 - 13.99) \cdot 5000 = 41121 \text{ руб.}$$

#### 2.2.4 Проектирование и расчет исходной заготовки

Выполненные расчеты позволяют спроектировать заготовку.

Проектирование выполнено в соответствии с ГОСТ 7505-89.

Принимаем оборудование: КГШП, принимаем индукционный способ нагрев заготовки.

Принимаем класс точности штампованной заготовки – Т3, принимаем группу стали – М2, принимаем степень сложности – С2, конфигурация разъема штампа - П (плоская), исход. индекс 9.

Допуски заготовки принимаем по [8, с. 17].

Примем штампов. уклон на поверхностях заготовки - не более  $5^\circ$

Радиусы скруглений наружных углов – 2,5 мм, величина облоя – 0,8 мм, смещение разъема штампов – 0,6 мм, заусенец по контуру – 3 мм, шероховатость – Ra 40 мкм

Эскиз штампов. заготовки приводим на рисунке 2.1

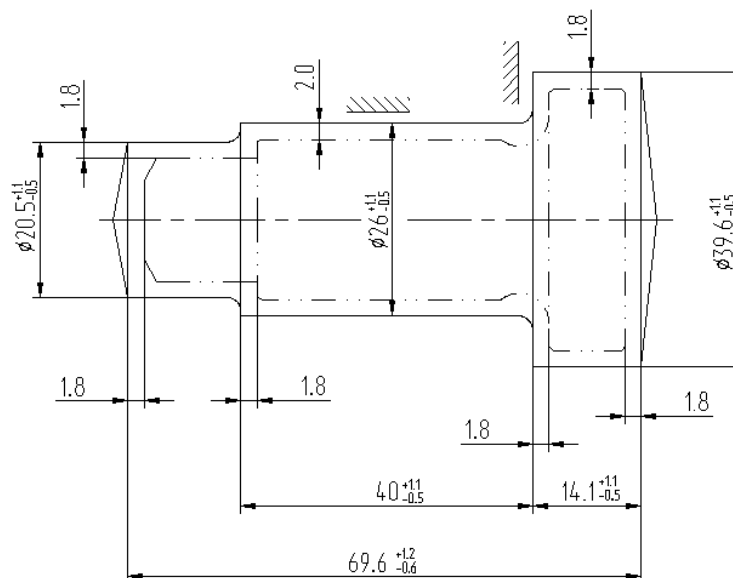


Рисунок 2.1 – Эскиз штамповки

При расчете объема цилиндрические элементы штамповки будем определять по формуле (2.5).

$$V = 3,14/4 \cdot (20,5^2 \cdot 15,5 + 26^2 \cdot 40 + 39,6^2 \cdot 14,1) = 43696 \text{ мм}^3$$

Произведем определение массы штампованной заготовки  $M_{\text{зш.}}$ , кг по формуле (2.2)

$$M_{\text{зш.}} = V \cdot \gamma = 43696 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,343 \text{ кг}$$

При этом уточняем коэффициент использования материала на рассчитанную заготовку согласно (2.15)

$$\text{КИМ} = M_{\text{д}} / M_{\text{зш.}} = 0,123 / 0,343 = 0,36$$

## 2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки

### 2.3.1 Выбор технологических баз

Произведем выбор поверхностей для установки заготовки в процессе ее обработки.

Данные выбора приводим в таблице 2.2

Условные обозначения баз приведены в плане обработки.

### 2.3.2 Выбор методов обработки поверхностей

Анализируя конструкцию детали, ее точность и шероховатость, произведем определение маршрута обработки ее поверхностей.

Произведем определение способа и вида технологической обработки по каждой из поверхностей детали согласно источникам [5] и [11, с. 32-34].

Произведем назначение промежуточные способов обработки - технологических переходов. Произведем определение показателя трудоемкости на основании [8, с. 32-34].

По результатам выбора заполним таблицу 2.1:

Таблица 2.1 - Последовательность обработки поверхностей

Поверхности обработки	Точность IT	Шероховатость Ra, мкм	Твердость HRC	Обработка	Коэффициент трудоемкости
№ 2,3,4,5,9,11	14	3,2	59	Порядок: Т, Тч, ТО	2,2
№ 1	14	6,3	59	Порядок: Т, Тч, ТО	2,2
№ 10	11	6,3	59	Порядок: Т, Тч, ТО	2,2
№ 7,8,12	12	3,2	59	Порядок: Т, Тч, ТО	2,2
№ 6	8	0,4	59	Порядок: Т, Тч, Ш, ТО, Шч	4,3
№ 17	13	6,3	59	Порядок: С, ТО	1,2
№ 15,16,13	13	3,2	59	Порядок: С, Раст, ТО	2,2
№ 14	8	0,4	59	Порядок: С, З, Разв, ТО, Шч	6,6
№ 18	10	3,2	59	Порядок: Ф, ТО	1,5
№ 19,20	11	3,2	59	Порядок: Ф, ТО	1,5
№ 4	13	3,2	59	Порядок: Ф, ТО	1,5
№ 22	12	3,2	59	Порядок: С, З, ТО	2,0
№ 23,24	8	3,2	59	Порядок: С, З, Р, ТО	2,6
№ 25,26	13	3,2	59	Порядок: С, З, ТО	2,0

Т- обтачивание черновое, Тч- обтачивание чистовое, Ш- шлифование черновое, Шч- шлифование чистовое, Раст- растачивание, С-сверление, З- зенкерование, Раз- развертывание, Ф- фрезерование, То- термообработка.

Данные методы обработки поверхностей полумуфты обеспечивает выполнение требований чертежа детали по точности и качеству поверхностей.

### 2.3.3 Технологический маршрут обработки детали

Результаты выбора технологического маршрута изготовления детали представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Технологический маршрут обработки детали.

Операция	Базы	Поверхност и обработки	IT	Ra, мкм	Оборудование
1	2	3	4	5	6
000 Заготовительная			16	40	КГШП
005 Токарная (черновая)	6,8	10,12,17	13	6,3	RAIS T500/1000
010 Токарная (черновая)	10,12	1,3,4,6,7,8	13	6,3	RAIS T500/1000
015 Токарная (чистовая)	6,8	10-13,15,16 14	10 10	3,2 1,6	RAIS T500/1000
020 Токарная (чистовая)	10,12	1-9	10	3,2	RAIS T500/1000
025 Круглошлифовальная (черновая)	10,12	6	8	1,25	КШ-3М
030 Фрезерная	6,8	19,20,21,22	11	3,2	500Н
035 Фрезерная	6,8	18 4,25,26 23,24	10 13 8	3,2 3,2 3,2	500Н
040 Слесарная					4407
045 Моечная					КММ
050 Контрольная					
055 Термическая					
060 Дробеструйная					
065 Внутришлифовальная	6,8	14	8	0,4	3К227В
070 Круглошлифовальная (чистовая)	12,14	6	7	0,4	КШ-3М
075 Моечная					КММ
080 Контрольная					

#### 2.3.4 План обработки детали

На основании предыдущих расчетов произведем разработку плана обработки детали, где указывается основная информация, полученная в результате расчетов: перечень операций, эскиз обработки, промежуточные допуски размеров на обработку по операциям.

## 2.4 Выбор средств технологического оснащения

### 2.4.1 Выбор оборудования

Произведем выбор оборудования. Результаты выбора станков представлены в таблице 2.3

Таблица 2.3 - Выбор станков

Операция	Станок
005, 010 Токарная (черновая)	Токарно-винторезный станок с ЧПУ RAIS T500/1000
015, 020 Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный станок с ЧПУ RAIS T500/1000
025 Круглошлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный п/а КШ-3М
030, 035 Фрезерная	Горизонт. фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н
040 Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407
045, 075 Моечная	Камерная моечная машина
065 Внутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В
070 Круглошлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный п/а КШ-3М

### 2.4.2 Выбор средств технологического оснащения

Произведем выбор технологической оснастки – приспособлений, режущего инструмента и средств изменения. Результаты выбора технологической оснастки приведены в таблицах 2.4-2.5.

Таблица 2.4 - Выбор приспособлений

Операция	Приспособление
1	2
005, 010 Токарная (черновая)	3-х кулачковый клиновый патрон ГОСТ 2675-80. Люнет гидравлический самоцентрирующий
015, 020 Токарная (чистовая)	3-х кулачковый клиновый патрон ГОСТ 2675-80. Люнет гидравлический самоцентрирующий

Продолжение таблицы 2.4

1	2
025 Круглошлифовальная (черновая)	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71 Люнет гидравлический самоцентрирующий
030 Фрезерная	СНП с призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66
035 Фрезерная	СНП с призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66
065 Внутришлифовальная	Патрон мембранный ОСТ 3-3443-76
070 Круглошлифовальная (чистовая)	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71 Люнет гидравлический самоцентрирующий

Таблица 2.5 - Выбор режущего и мерительного инструмента

Операция	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3
005, 010 Токарная (черновая)	Резец токарный проходной сборный. Пластина 3хгранная, Т5К10, покрытие (Ti,Si)CN, $\varphi=97^\circ$ , $\varphi_1=8^\circ$ , $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ ОСТ 2И.101-83 Сверло центровочное $\varnothing 3,15$ тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C. Сверло $\varnothing 9,5$ Р6М5К5 ГОСТ 10902-77, покрытие (Ti, Cr)C.	Калибр-скоба Калибр-пробка Шаблон
015, 020 Токарная (чистовая)	Резец токарный проходной сборный. Пластина 3хгранная, Т15К6, покрытие (Ti,Si)CN, $\varphi=97^\circ$ , $\varphi_1=8^\circ$ , $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ ОСТ 2И.101-83 Резец токарный канавочный сборный Пластина Т15К6, покрытие (Ti,Si)CN, $B=4$ , $h=8$ $b=8$ $L=100$ ОСТ 2И.101-83 Зенкер цельный $\varnothing 9,9$ Р6М5К5 ГОСТ 12489-71, покрытие (Ti, Cr)C.	Калибр-скоба Калибр-пробка Шаблон
025 Круглошлифовальная (черновая)	Круг шлифовальный 1 450x20x203 91А F46 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-пробка Шаблон Приспособление мерительное с индикатором

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3
030 Фрезерная	Фреза концевая Ø14 P6M5K5 ГОСТ 18372-73, покрытие (Ti, Cr)C. Зенковка Ø20 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C. Сверло спиральное комбинированное Ø 3 ОСТ 2И21-1-76 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C.	Шаблон
035 Фрезерная	Фреза концевая Ø20 T5K10 ГОСТ 18372-73, покрытие (Ti,Si)CN. Сверло центровочное Ø2 тип А ГОСТ 14952-75 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C. Сверло спиральное Ø5,6, Ø2,8 ГОСТ 10903-77 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C. Резец расточной, пластина T5K10 Ø5,9, покрытие (Ti,Si)CN Резец расточной, пластина T15K6 Ø6, покрытие (Ti,Si)CN Зенкер цельный Ø3 P6M5K5 ГОСТ 12489-71, покрытие (Ti, Cr)C. Развертка машинная Ø3 P6M5K5 ГОСТ 1672-80, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон Калибр-пробка
065 Внутришлиф овальная	Круг шлифовальный 5 8x15x4 91A F110 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-пробка Шаблон Приспособление мерительное с индикатором Микроинтерферометр МИИ-6
070 Круглошлиф овальная (чистовая)	Круг шлифовальный 1 450x20x203 91A F90 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба Шаблон Приспособление мерительное с индикатором Микроинтерферометр МИИ-6



## 2.5 Разработка технологических операций

### 2.5.1 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров

#### 2.5.1.1 Расчет промежуточных припусков аналитическим методом

Выполним расчетно-аналитический расчет на одну из поверхностей - поверхность  $\varnothing 22f7(-0.020_{-0.041})$

Последовательность обработки данной поверхности:

- 1 заготовительный переход - штамповка
- 2 переход точения черного, установка в патроне кулачковом
- 3 переход точения чистового, установка в патроне кулачковом
- 4 переход шлифования предварительного, установка в патроне цанговом
- 5 переход шлифования окончательного, установка в патроне мембранном

Расчет выполним по методике, представленной в [5, с. 65] и [9, с. 67]

По таблицам [5, с. 66] и [9, с. 69] назначим для переходов исходные данные - величину микронеровностей – Rz,мм, глубину дефектного слоя - h,мм.

Суммарные отклонения расположения  $\rho_o$ , мм заготовки штамповки типа "втулка" определяется по формуле

$$\rho_o = \sqrt{\rho_{CM}^2 + \rho_{КОР}^2 + \rho_{Ц}^2}, \quad (2.17)$$

где  $\rho_{ом} = 0.6$  мм – погрешность смещения разъема штампов

Погрешность коробления  $\rho_{кор}$ , мм, определяется по формуле

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot L = 0.001 \cdot 69 = 0.069 \text{ мм}, \quad (2.18)$$

где L- расстояние от торца заготовки до сечения, в котором определяется погрешность коробления, мм;

$\Delta_k$  – величина удельного коробления, мкм/мм.

Погрешность центровки  $\rho_{ц}$ , мкм, для установки заготовки определяется в зависимости от точности заготовки по формуле:

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.19)$$

где  $\delta_3$  – допуск установочных поверхностей,  $\delta_3 = 1.6$  мм

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{1.6^2 + 1} = 0.472 \text{ мм}$$

Суммарное отклонение расположения

$$\rho_o = \sqrt{0,6^2 + 0,069^2 + 0,472^2} = 0.766 \text{ мм}$$

Теперь определим погрешность установки заготовки  $\varepsilon_{уст}$ , мм:

2 переход -  $\varepsilon_{уст} = 0,27$  мм, 3 переход -  $\varepsilon_{уст} = 0,1$  мм, 4 переход -  $\varepsilon_{уст} = 0,04$  мм, 5 переход -  $\varepsilon_{уст} = 0,02$  мм.

Отклонения  $\rho_{ост}$ , мм, для последующих операций равны:

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_o, \quad (2.20)$$

где  $K_y$ - коэффициент, уточняющий переход обработки.  $K_{y2} = 0,06$ ,  $K_{y3} = 0,04$ ,  $K_{y4} = 0,02$ ,  $K_{y5} = 0,01$

Аналогично определяется погрешность установки.

Выполним расчет, результаты приводим в таблице 2.6

Минимальный припуск  $2Z_{min}$ , мм равен:

$$2Z_{min} = 2(Rz+h+\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (2.21)$$

Выполним расчеты, результаты приводим в таблице 2.6

Промежуточные расчетные размеры по обрабатываемым поверхностям определяется по формулам

$$d_{min}^{i-1} = d_{min}^i + 2Z_{min} \quad (2.22)$$

$$d_{max}^i = d_{min}^i + Td^i \quad (2.23)$$

Максимальные припуски  $2Z_{max}$ , мм, будут равны:

$$2Z_{max} = d_{max}^{i-1} - d_{max}^i \quad (2.24)$$

Минимальные припуски  $2Z_{min}$ , мм, будут равны:

$$2Z_{\min} = d_{\min}^{i-1} - d_{\min}^i \quad (2.25)$$

Выполним расчет, результаты приводим в таблице 2.6

Таблица 2.6- Расчет припуска

Размеры в миллиметрах

Тех.переход	Элементы припуска				2Z <sub>min</sub>	Допуск Td/IT	Предельные размеры		Предельные припуски	
	Rz <sup>i-1</sup>	h <sup>i-1</sup>	ρ <sup>i-1</sup>	ε <sub>вер</sub> <sup>i-1</sup>			d <sup>i</sup> max	d <sup>i</sup> min	2Z max	2Z min
1 Заготовительный переход	0.160	0.200	0.766	-	-	1.6 T3	26.474	24.874	-	-
2 Переход черного точения	0.025	0.025	0.046	0.270	2.344	0.330 I3	22.860	22.530	3.614	2.344
3 Переход чистового точения	0.010	0.020	0.031	0.100	0.320	0.084 h10	22.294	22.210	0.566	0.320
4 Переход предварительного шлифования	0.005	0.015	0.015	0.040	0.161	0.033 h7	22.082	22.049	0.212	0.161
5 Переход окончательного шлифования	0.002	0.005	0.008	0.020	0.090	0.021 f7	21.980	21.959	0.102	0.090

По результатам расчетов строим схему, на которой указываем расположение припусков, допусков, операционных размеров. Данные представлены на рисунке 2.2.

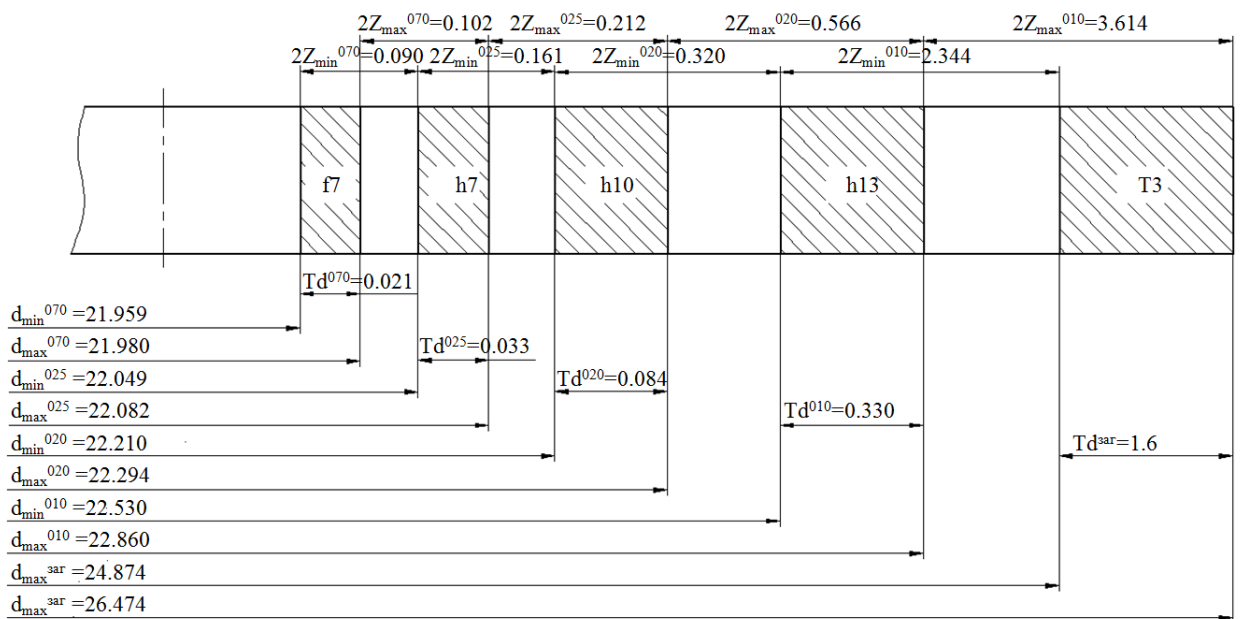


Рисунок 2.2 – Схема припусков

### 2.5.1.2 Расчет промежуточных припусков табличным методом

Произведем расчет и определение припусков на все поверхности детали табличным методом по источнику [16, с. 191]. Сведем результаты в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Припуски на обработку поверхностей полумуфты

Операция, номера поверхностей обработки	Припуск в мм
005 Токарная (черновая) – поверхности 10,12	1,45
010 Токарная (черновая) – поверхности 1,3,4,6,7,8	1,45
015 Токарная (чистовая) – поверхности 10,11,12	0,35
020 Токарная (чистовая) – поверхности 1-9	0,35
025 Круглошлифовальная (черновая) – поверхность 6	0,15
065 Внутришлифовальная – поверхность 14	0,05
070 Круглошлифовальная (чистовая) – поверхность 6	0,05

### 2.5.2 Определение режимов резания с помощью аналитического расчета

Произведем расчет режимов резания на 010 токарную операцию по эмпирическим формулам, т. е. аналитическим методом.

#### 2.5.2.1 Содержание операции

010 Токарная

Состав операции: Точить  $\varnothing 17,6_{-0,27}$ ,  $\varnothing 23,1_{-0,33}$  мм с подрезкой торцев

#### 2.5.2.2 Применяемый режущий инструмент

Резец-вставка сборный с креплением пластин. Пластина 3хгранная, Т5К10  
 $\varphi=97^\circ$ ,  $\varphi_1=8^\circ$ ,  $\lambda=0$   $\alpha=11^\circ$

#### 2.5.2.3 Применяемое оборудование

Принимается токарный станок с ЧПУ RAIS T500/1000

#### 2.5.2.4 Определение режимов резания

Припуск на обработку:

$$t=1,45 \text{ мм.}$$

Подача на оборот заготовки  $S$ , мм/об:

$$S = 0,4 \text{ мм}$$

Произведем определение расчётной скорости резания  $V$ , м/мин:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.26)$$

где  $C_U$  – параметр зависимости от условий точения;  $C_U = 350$  [15, с.270];

$T$  – норматив времени работы инструментального материала между перетачиванием, мин;  $T = 60$  мин;

$t$  – припуск на обработку, мм;

$m, x, y$  – показатели степеней зависимостей:  $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.35$ , [15, с.270];

$K_U$  – параметр фактической обработки [15, с.282], определяется по формуле;

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.27)$$

где  $K_{MU}$  – коэффициент, который определяется в зависимости от качества обрабатываемого материала [15, с.261], определяем по формуле (2.29);

$K_{ПУ}$  – коэффициент, который определяется в зависимости от состояние поверхностей обрабатываемой заготовки;  $K_{ПУ} = 1.0$  [15, с.263];

$K_{ИУ}$  – коэффициент, который определяется в зависимости от инструментального материала;  $K_{ИУ} = 1,0$  [15, с.263];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.28)$$

где  $K_{\Gamma}$  – показатель характеристики материала по его обрабатываемости;  $K_{\Gamma} = 1.0$  [15, с.262];

$\sigma_B$  – значение предела прочности у стали;

$n_U$  – коэффициент,  $n_U = 1.0$  [15,с.262].

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{1270}\right)^{1.0} = 0.59.$$

$$K_U = 0,59 \cdot 1.0 \cdot 0,65 = 0,38.$$

$$V = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1,45^{0.15} \cdot 0,4^{0.35}} \cdot 0,38 = 76,4 \text{ м/мин.}$$

Произведем определение частоты вращения шпинделя станка,  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$ :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.29)$$

где  $V$  - рассчитанная скорость резания, м/мин

$$\text{Ø } 17,6: n_1 = \frac{1000 \cdot 76,4}{3,14 \cdot 17,6} = 1382 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Ø } 23,1: n_2 = \frac{1000 \cdot 76,4}{3,14 \cdot 23,1} = 1053 \text{ мин}^{-1}.$$

Произведем корректирование частоты вращения шпинделя, исходя из паспортных данных станка:  $n_1 = 1250 \text{ мин}^{-1}$ ;  $n_2 = 1000 \text{ мин}^{-1}$

Тогда корректируем скорость резания:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 17,6 \cdot 1250}{1000} = 69,1 \text{ м/мин};$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 23,1 \cdot 1000}{1000} = 72,5 \text{ м/мин}$$

Расчёт сил резания

Произведем определение главной составляющей силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.30)$$

где  $C_p$  - коэффициент зависимости параметров обработки на силы резания;  $C_p = 300$  [15,с.273];

$x, y, n$  - коэффициенты показателей степени;  $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$  [15,с.273];

$K_p$  - коэффициент зависимости от обрабатываемой стали и характеристик инструмента, рассчитывается по формуле:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (2.31)$$

$K_{MP}$  - коэффициент, который определяется в зависимости от качества обрабатываемого материала [15, с.264], определяем по формуле:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.32)$$

где  $\sigma_B$  - значение предела прочности материала;

$n$  - коэффициент;  $n = 0.75$  [15, с.264].

$$K_{MP} = \left( \frac{1270}{750} \right)^{0.75} = 1.48;$$

$K_{\phi p}$ ,  $K_{\gamma p}$ ,  $K_{\lambda p}$ ,  $K_{rp}$  - коэффициенты, который определяется в зависимости от геометрических параметров режущей части инструмента.

Определим эти коэффициенты по [16, с.275]:  $K_{\phi p} = 0,89$ ;  $K_{\gamma p} = 1,0$ ;  $K_{\lambda p} = 1,0$ ;  $K_{rp} = 0,93$ .

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,45^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 72,5^{-0,15} \cdot 1,48 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1410 \text{ Н.}$$

Мощность резания  $N$ , кВт вычисляем по следующей формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.33)$$

$$N = \frac{1410 \cdot 72,5}{1020 \cdot 60} = 1,67 \text{ кВт} < N_{шт} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт.}$$

### 2.5.3 Расчет режимов резания табличным методом

Произведем определение режимы резания на все другие операции технологического процесса, пользуясь источником [1]. Полученные данные занесем таблицу 2.8

Таблица 2.8 - Сводная таблица режимов резания

Операция	Обработка	t,	S <sub>таблич.</sub>	V <sub>таблич.</sub>	n <sub>таблич.</sub>	n <sub>принят.</sub>	V <sub>принят.</sub>
		мм	мм/об	м/мин	об/мин	об/мин	м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8
005 Токарная (черновая)	Точ.Ø36,7	1,45	0,4	76,4	662	630	72,6
	Центр.Ø3,15	1,57	0,08	11	1112	1000	9,9
	Сверл. отв.Ø9,5	4,75	0,15	18	603	630	18,8
010 Токарная (черновая)	Точ.Ø17,6	1,45	0,4	76,4	1382	1250	69,1
	Точ.Ø23,1	1,45	0,4	76,4	1053	1000	72,5
015 Токарная (чистовая)	Точ.Ø36	0,35	0,2	150	1326	1250	141,3
	Расточ.Ø10,1	0,3	0,10	125	3941	2000	63,4
	Зенкер.Ø9,9	0,2	0,3	11	353	315	9,8
020 Токарная (чистовая)	Точ.Ø16,9	0,35	0,2	150	2826	2000	106,1
	Точ.Ø22,4	0,35	0,2	150	2132	2000	140,6
025 Круглошлифовальная (черновая)	Шлиф.Ø 22,1	0,15	0,007* 6	35	504	504	35
030 Фрезерная	Фрез. контур фр. Ø 14	3,5-2	0,03-4	70	1592	1600	70,3
	Зенковать фаску	0,4	0,04-10	55	1251	1250	54,9
	Сверл.Ø3	1,5	0,06	16	1698	1600	15,1
035 Фрезерная	Фрез. Ø20	2,1	0,20	75	1194	1250	78,5
	Центров.Ø2	1,0	0,06	8	1273	1250	7,9
	Сверл.Ø5,6	2,8	0,08	18	1023	1000	17,6
	Сверл.Ø2,8	1,4	0,06	15	1706	1600	14,1
	Расточ.Ø5,9	0,15	0,10	50	2698	2500	46,3
	Расточ.Ø6	0,05	0,05	80	4246	2500	47,1
	Зенкер.Ø3	0,100	0,20	10	1061	1000	9,4
Развер.Ø3,1	,05	0,30	7	719	630	6,1	
065 Внутришлифовальная	Шлиф.Ø10	0,05	1800** 0,003***	35	1114	1114	35
070 Круглошлифовальная (чистовая)	Шлиф.Ø 22	0,05	0,004* 5	35	504	504	35
<p>*- поперечная подача круга, мм/ход                  **- продольная подача круга, мм/мин                  ***- поперечная подача круга, мм/двойной ход</p>							



## 2.5.4 Определение норм времени на все операции

Произведем определение норм штучно-калькуляционного времени  $T_{штуч-кальк}$ , мин согласно формулы [5, с.101]

$$T_{штуч-кальк} = T_{под-заг}/n_{прогр.} + T_{штуч.} \quad (2.34)$$

где  $T_{под-заг}$  – табличные нормативы времени подготовительно-заключительных работ, мин;

$n_{прогр.}$  – величина настроечной партии заготовок, шт., она равна:

$$n_{прогр.} = N \cdot a / D_{раб}, \quad (2.35)$$

где  $N$ - программа выпуска деталей, в год;

$a$ - период запуска партии деталей в днях,  $a = 12$ ;

$D_{раб}$ - рабочие дни

$$n_{прогр} = 5000 \cdot 12 / 254 = 236 \text{ шт.}$$

Произведем расчет норматива штучного времени  $T_{шт.}$ :

Для операций лезвийной обработки, кроме операций абразивной обработки  $T_{шт.}$ , мин будет равно [5, с.101]:

$$T_{штуч} = T_{осн} + T_{вспом} \cdot k + T_{об.от} \quad (2.36)$$

где  $T_{осн}$  – время основной обработки заготовки, мин;

$T_{вспом}$  – время вспомогательных работ, мин.;

$k$  – серийный показатель.

$T_{об.от}$  - норматив времени, связанный с обслуживанием рабочего места, а также отдыха и личных надобностей, мин.

Для операции абразивной обработки (шлифовальной)  $T_{шт.}$ , мин будет равно:

$$T_{штуч} = T_{осн} + T_{вспом} \cdot k + T_{технич.} + T_{организац.} + T_{отдых.} \quad (2.37)$$

где  $T_{технич.}$  - норматив времени, связанный с техническим обслуживанием

рабочего места станочника, мин, который определяется по формуле (2.38);

$T_{\text{организац}}$  - норматив времени, связанный с организационным обслуживанием, мин;

$T_{\text{отдых}}$  - норматив времени, связанный с перерывами рабочего для отдыха и личных надобностей, мин.

$$T_{\text{технич}} = T_{\text{осн}} \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.38)$$

где  $t_{\text{п}}$  - норматив времени, связанный с правкой шлифовального круга роликом или алмазом, мин;

$T$  - стойкость шлифовального круга, мин.

Определим норматив времени вспомогательного  $T_{\text{вспом.}}$ , мин:

$$T_{\text{вспом}} = T_{\text{устан.}} + T_{\text{закреп.}} + T_{\text{управл.}} + T_{\text{измер.}}, \quad (2.39)$$

где  $T_{\text{устан.}}$  – норматив времени, связанный с установкой и снятием детали, мин;

$T_{\text{закреп.}}$  - норматив времени, связанный с закреплением и откреплением детали, мин;

$T_{\text{управл.}}$  - норматив времени, связанный с приемами управления станком, мин;

$T_{\text{измер.}}$  - норматив времени, связанный с измерением детали, мин.

$$T_{\text{тех}} = T_{\text{о}} \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.40)$$

где  $t_{\text{п}}$  - норматив времени, связанный с правкой шлифовального круга роликом или алмазом, мин;

$T$  - стойкость шлифовального круга, мин.

Расчет времени по приведенной методике оформим в виде таблицы 2.9.

Таблица 2.9 - Нормы времени

Операция	T <sub>осн.</sub>	T <sub>вспом.</sub>	T <sub>операт.</sub>	T <sub>об.от.</sub>	T <sub>под-заг.</sub>	T <sub>штуч.</sub>	n прогр	T <sub>штуч- кальк.</sub>
	минут	минут	минут	минут	минут	минут		минут
005 Токарная (черновая)	0.675	0.644	1.319	0.079	21	1.398	236	1.487
010 Токарная (черновая)	0.179	0.688	0.867	0.052	17	0.919	236	0.991
015 Токарная (чистовая)	0.281	0.821	1.102	0.066	24	1.168	236	1.27
020 Токарная (чистовая)	0.195	0.94	1.135	0.068	17	1.203	236	1.275
025 Круглошлифовальная (черновая)	0.195	0.588	0.783	0.07	20	0.853	236	0.938
030 Фрезерная	1.207	0.881	2.088	0.125	32	2.213	236	2.349
035 Фрезерная	1.420	0.851	2.271	0.136	36	2.407	236	2.56
065 Внутришлифовальная	0.489	0.633	1.122	0.111	19	1.233	236	1.314
070 Круглошлифовальная (чистовая)	0.142	0.633	0.775	0.067	20	0.842	236	0.927

## 3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

### 3.1 Проектирование станочного приспособления

В технологическом процессе для базирования и закрепления заготовки на 010 токарной операции используется клиновый патрон. Проведем расчет патрона под конкретные условия обработки и описание его конструкции.

#### 3.1.1 Расчет усилия резания

Чтобы определить основные характеристика патрона, в качестве исходных данных принимаем главную составляющую силы резания  $P_z$ , которая была определена ранее:  $P_z = 1410 \text{ Н}$ .

#### 3.1.2 Расчет усилия зажима

Система сил воздействующих на заготовку в процессе токарной операции: с одной стороны действует сила резания, которая стремится вырвать заготовку из приспособления, препятствует этому сила зажима. Условие равенства моментов сил и с учетом коэффициента запаса определим требуемое усилие зажима.

Схема сил возникающих в процессе резания и сил зажима представлена на рисунке 3.1.

Сила зажима 3-мя кулачками:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}, \quad (3.1)$$

где  $K$  – гарантированный параметр запаса;

$P_z$  – касательная сила резания, Н;

$d_1$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

$f$  – показатель, препятствующий подвижности кулачка и поверхности

заготовки;  $f = 0,16$  (кулачки гладкие);

$d_2$  – диаметр зажимаемой поверхности, мм.

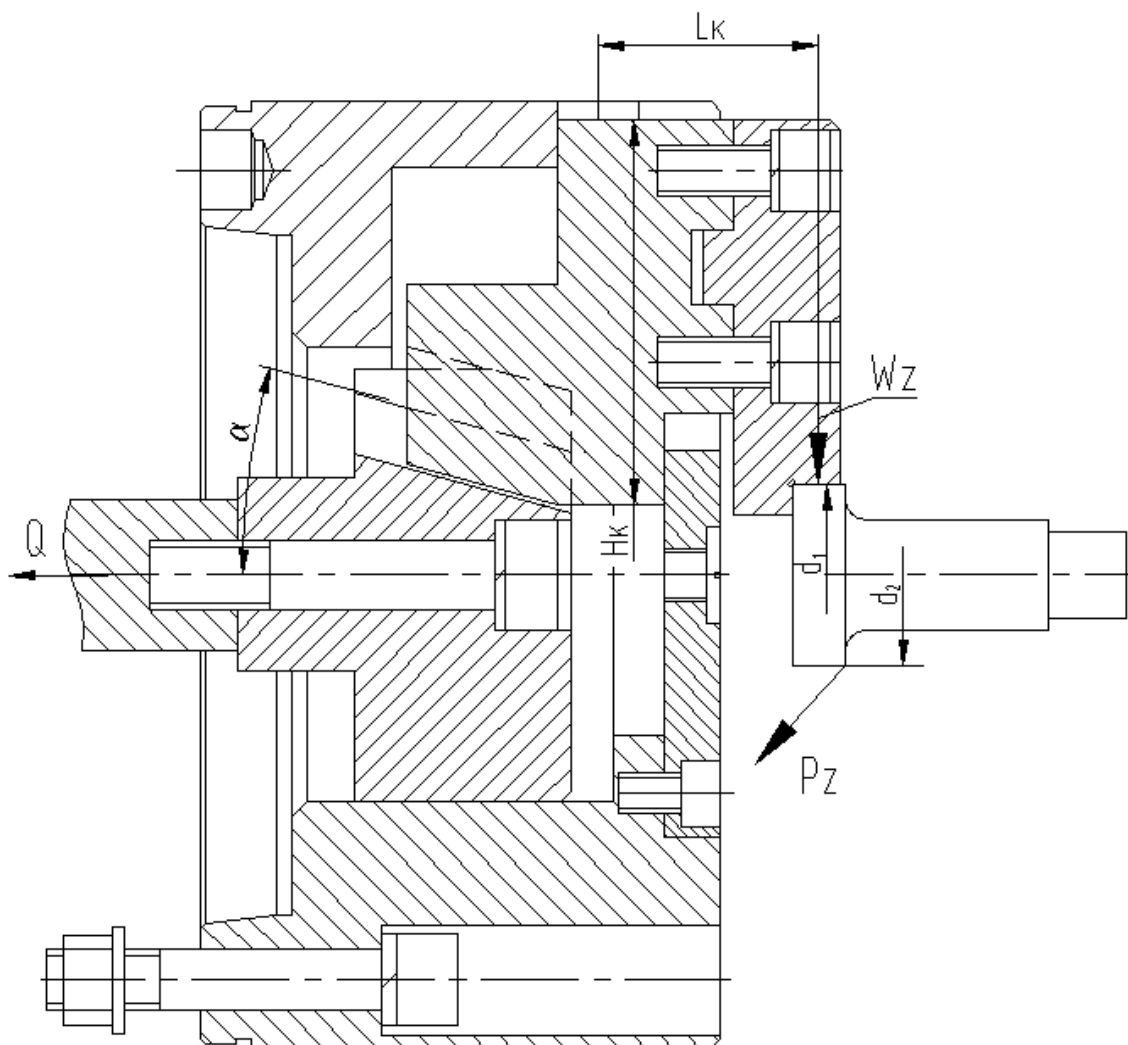


Рисунок 3.1 - Схема действий усилий резания и зажима

Произведем расчет коэффициента запаса  $K$ :

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.2)$$

где  $K_0$  - коэффициент гарантированного запаса.  $K_0 = 1,5$  [16, с.382];

$K_1$  – данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при случайных неровностях на обрабатываемых поверхностях заготовки.  $K_1 = 1,2$  [16, с.382];

$K_2$  – данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при

затуплении режущего инструмента.  $K_2 = 1,0$  [16, с.383];

$K_3$  – данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании.  $K_3 = 1,2$  [16, с.383];

$K_4$  – данный коэффициент характеризует постоянство сил, которые развивает зажимной механизм приспособления  $K_4 = 1,0$  [16, с.383];

$K_5$  – данный коэффициент характеризует эргономику при немеханизированном зажиме  $K_5 = 1,0$  [16, с.383].

$K_6$  – данный коэффициент учитывается при наличии моментов резания, которые стремящихся повернуть заготовку, которая установлена плоской поверхностью.  $K_6 = 1,0$  [16, с.384].

$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16$ , тогда т.к.  $K < 2,5$ , принимаем  $K = 2,5$ .

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 1410 \cdot 36,7}{0,3 \cdot 36,7} = 11750 \text{ Н.}$$

### 3.1.3 Расчет зажимного механизма

На основании схемы зажим. механизма (рисунок 3.1) определим величину усилия зажима  $W_1$ , прикладываемой к постоянным кулачкам:

$$W_1 = K_1 \cdot \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot \frac{L}{H}}, \quad (3.3)$$

где  $K_1 = (1,05 \div 1,1)$  – коэффициент, сил трения в патроне. Принимаем  $K_1 = 1,05$  [2, с.153]

$f_1$  – показатель трения, между корпусом патрона и кулачком,  $f_1 = 0,1$ ;

$L$  – длина, мм;  $L = 43$  мм;

$H$  – размер поверхности, мм;  $H = 76$  мм.

$$W_1 = 1,05 \cdot \frac{11750}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{43}{76}} = 14859 \text{ Н.}$$

Определяем усилие  $Q$ :

$$Q = W_1 \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi), \quad (3.4)$$

где  $\alpha$ - угол скоса направляющих;

$\varphi$ - угол трения.

$$Q = 14859 \cdot \operatorname{tg}(15 + 5^{\circ}43') = 5620 \text{ Н.}$$

### 3.1.4 Расчет силового привода

Диаметр поршня цилиндра при рабочем давлении 1,0МПа равен:

$$D = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (3.5)$$

где  $p$ - давление воздуха, МПа;

$\eta=0,95$ -КПД привода

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{5620}{1,0 \cdot 0,95}} = 89,9 \text{ мм.}$$

Принимаем  $D = 100 \text{ мм.}$

Длина хода кулачков:  $S = 2 \text{ мм}$

Длина хода поршня:  $S_{\text{п}} = S \cdot \operatorname{ctg}\alpha = 2 \cdot \operatorname{ctg}15^{\circ} = 8 \text{ мм}$

### 3.1.5 Расчет погрешности базирования

Для самоцентрирующего патрона и при доработке кулачков после сборке и для упрощения расчетов в учебной работе можно принять погрешность базирования  $\varepsilon_6 = 0$ .

### 3.1.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

На основе расчета начертим чертеж приспособления, который представлен в графической части данной бакалаврской работы.

В конструкции приспособления присутствует силовой привод и непосредственно приспособление - патрон.

Патрон устанавливается на конец шпинделя и крепится винтами, позиция

22 с гайками, позиция 24 и шайбами, позиция 35,37. Патрон состоит из корпуса, позиция 7, в направляющие которого установлены подкулачники, позиция 13. К подкулачникам винтами, позиция 21 с шайбами, позиция 34 крепятся сменные кулачки, позиция 11. В центральном отверстии корпуса патрона установлен клин, позиция 5. В Т-образный паз кулачка входит подкулачник, позиция 13. Отверстие корпуса закрывает крышка, позиция 10 с пробкой, позиция 15.

Винт, позиция 23, установленный в отверстии клина, позиция 5, соединен с тягой, позиция 16, которая, в свою очередь соединена со штоком, позиция 17 пневматического цилиндра.

Пневматический цилиндр содержит корпус, позиция 8, в котором с помощью болтов, позиция 19 с шайбами, позиция 33 установлена крышка, позиция 9. В пневматическом цилиндре установлен поршень, позиция 14, который с помощью гайки, позиция 25 с шайбой, позиция 31 крепится к штоку, позиция 17. В штоке установлена втулка, позиция 3 с кольцом, позиция 6. В отверстие втулки, позиция 3 входит трубка муфты, позиция 1 для подвода воздуха

Муфта, позиция 1 установлена в корпусе, позиция 8 с помощью болтов, позиция 18 с шайбами, позиция 32.

В пневматическом цилиндре установлены кольца, позиция 26,27,28,29,30. Для предотвращения ударов поршня в стенках крышки, позиция 9 и корпуса, позиция 8 установлены демпферы, позиция 4.

Патрон работает так:

Заготовка крепится в кулачках, позиция 11 с упором в торец. При подаче воздуха в штоковую полость пневматического цилиндра поршень, позиция 14 через шток, позиция 17, тягу, позиция 16, винт, позиция 23 тянет клин, позиция 5 влево, подкулачника 13 с закрепленными на них сменными кулачками, позиция 11 отходят вниз и зажимают заготовку. При подаче воздуха в поршневую полость пневматического цилиндра поршень, позиция 14 отходит вправо, описанный выше цикл происходит в обратном направлении и заготовка разжимается



## 3.2 Проектирование контрольного приспособления

### 3.2.1 Конструкции базового приспособления. Цели проектирования

После шлиф. операции происходит контроль биения торца относительно отверстия. В базовом варианте контроль биения осуществляется при посадке детали на гладкую оправку с зазором. Контроль осуществляется механическим индикатором с ценой деления 0,05 мм.

В проектном варианте контроль будем осуществлять при установке заготовки в призмы, что обеспечит большую точность контроля. В отличии от базового варианта применим цифровую измерительную головку фирмы Mitutoyo, Япония

### 3.2.2 Описание сущности усовершенствований

В проектном варианте контроль будем осуществлять с помощью цифровой измерительной головки MITUTOYO "ABSOLUTE" DIGIMATIC ID-H.

Функции:

ON/OFF вкл./выкл.

Режимы:

Фиксация Макс.

Фиксация Мин.

Значения TIR

Выбор разрешения

Переключение на аналоговый диапазон измерений

Установка нуля INC/ABS

PRESET (предварительная установка значений)

Ввод пределов допуска

Переключатель направления отсчета

Блокировка клавиатуры

Вывод данных RS-232C/ DIGIMATIC

Ввод данных RS-232C (ASCII установка команд)



Рисунок 3.2 - Цифровая измерительная головка ID-N

Измерительная головка дополнительно комплектуется пультом дистанционного управления (дополнительные принадлежности по выбору) с возможностью внешнего управления и передачи данных.



Рисунок 3.3 - Пульт дистанционного управления 21EZA099

Функции дистанционного управления

Передача данных

Переустановка после измерения макс./мин. TIR

Измерение макс./мин. TIR

Вызов предустановленного значения

PRESET (предварительная установка значений)

Установка на нуль

Характеристики:

Точность: стандарт предприятия

Разрешение: переключаемое 0,001/0,0005 мм

Источник питания: Сетевой адаптер

У измерительной головки есть активированная функция допуска, дисплей меняет цвет с зеленого на красный при превышении верхнего или нижнего предела допуска



Рисунок 3.4 - Цветовая индикация превышения пределов допуска

### 3.2.2 Описание конструкции приспособления

Описание конструкции приспособления.

Приспособление содержит плиту, позиция 5, к которой с помощью винтов, позиция 3 со шпонками, позиция 10 крепятся призма, позиция 6 и стойки, позиция 7 и 8.

К стойке, позиция 7 с помощью гайки, позиция 13 крепится винт, позиция 11.

К стойке, позиция 8 с помощью винта, позиция 2 крепится измерительная головка, позиция 1, служащая для контроля биения.

С помощью двух индикаторных блоков, позиция 1 и 2 производится контроль биения отверстий (поверхности 19, 29).

Индикаторный блок, позиция 3 служит для контроля торцевого биения поверхности б.

К плите, позиция 5 винтами, позиция 12 крепится табличка, позиция 9 с маркировкой приспособления.

Приспособление работает следующим образом.

Контролируемую деталь устанавливают в призме, позиция 3 и упирают торцем в винт, позиция 11. Стойку, позиция 8 продвигают по плите, позиция 5 вперед до тех пор, вставка измерительной головки 1 не упрется в стенку контролируемого отверстия.

Деталь проворачивают на  $360^\circ$  и по цветовой индикации измерительной головки определяют величину биения отверстия относительно наружной поверхности. Если контролируемые размеры находятся в пределах допуска, дисплей индикатора будет зеленого цвета, если нет – красного.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Произведем описание технологического объекта данной бакалаврской работы, которое характеризуется паспортом объекта, в котором описываются этапы техпроцесса, виды работ, применяемое технологическое оборудование и перечень различных расходных материалов и веществ, которые участвуют в данном этапе техпроцесса. Внесем данные в таблицу 4.1

Таблица 4.1 – Результаты заполнения технологического паспорта объекта

Наименование перехода технологического процесса, выполняемые работы, должность работника	Модель технологического оборудования	Применяемые материалы и вещества
1) Пер.: Штамповка, Оп: Заготовительная, Рабочий: Кузнец-штамповщик	КГПП	Металл
2) Пер: Точение, Оп: Токарная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	RAIS T500/1000	Металл, СОЖ
3) Пер: Фрезерование, Оп: Фрезерная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	500H	Металл, СОЖ
4) Пер: Внутреннее шлифование, Оп: Внутришлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	3K227B	Металл, СОЖ
5) Пер: Круглое шлифование, Оп: Круглошлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	КШ-3М	Металл, СОЖ

### 4.2 Определение производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Произведем определение основных производственных, технологических, эксплуатационных профессиональных рисков, которые согласно ГОСТ 12.0.003-74, именуются как опасные и вредные производственные факторы.

Опишем эти факторы для основных технологических операций с наименованием операций и переходов, перечнем произв. факторов и

источником этих факторов. Результаты приводим в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Определение профессиональных рисков

Переход техпроцесса, операция, Источник возникновения произв. фактора	Перечень опасных и вредных произв. фактор
Оп: Заготовительная Источник: КГШП	Высокая или низкая температура на поверхностях технологического оборудования, применяемых материалов, большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке
Оп: Токарная Источник: RAIS T500/1000 Оп: Фрезерная, Источник: 500Н	Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы
Оп: Внутришлифовальная, Источник: 3К227В Оп: Круглошлифовальная, Источник: КШ-3М	Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы

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

Анализируя действующие опасные и вредные произв. факторы, опишем организационно-технические методы, а также технические средства для защиты от них. Результаты приводим в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Перечень средства и методов устранения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный, вредный произв. фактор	Организационные методы, технические средства, средства индивидуальной защиты (СИЗ) для защиты, снижения и устранения опасного, вредного произв. фактора
1) Высокая или низкая температура на поверхностях технологического оборудования, применяемых материалов	Орг.методы: Ограждение оборудования СИЗ: Краги для металлурга
2) Перемещающиеся машины и части механизмов	Орг.методы: Необходимо соблюдать правила безопасности выполняемых работ СИЗ: Каска защитная, очки защитные
3) Перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки	Орг.методы: Защитное огораживание технологического оборудования СИЗ: Каска защитная, очки защитные
4) Воздействие пыли, загазованности, стружки приводит к фиброгенному воздействию	Орг.методы: Необходимо применение вентиляции, в частности приточно-вытяжной СИЗ: Респиратор
5) При применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы	Орг.методы: Необходимо применение вентиляции, в частности приточно-вытяжной, огораживать технологическое оборудование, на станках применять защитные экраны СИЗ: Респиратор, перчатки
6) Большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке;	Орг.методы: Подналадка технологического оборудования для исключения его шума, при увеличении жесткости технологических систем уменьшаются резонансные колебания, применение специальных материалов, которые поглощают шум, колебания и вибрации СИЗ: беруши, наушники

#### 4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта

##### 4.4.1 Определение опасных факторов пожара

Произведем выявление возможных опасных факторов, которые могут

привести к пожару. Определим класс пожара (А...F) в зависимости от горения различных веществ, материалов и газов.

А также, наряду с опасными факторами пожара, непосредственно воздействующими на людей и материальное имущество опишем также сопутствующие проявления опасных факторов пожара.

Все полученные данные заносим в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Определение классов и опасных факторов пожара

Технологический участок, применяемое оборудование	Наименование класса пожара	Возникающие факторы пожара: опасные и сопутствующие
Участок: Кузнечный. Оборудование: КГШП	Класс D – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно металлов	Опасные: Пламя и искры; тепловой поток Сопутствующие: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.
Участок: Лезвийная обработка Оборудование: RAIS T500/1000, 500H	Класс B – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно различных горючих жидкостей, в также плавящихся твердых веществ и материалов	Опасные: Пламя и искры Сопутствующие: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.
Участок: абразивная шлифовальная обработка Оборудование: 3K227B, КШ-3М	Класс B – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно различных горючих жидкостей, в также плавящихся твердых веществ и материалов	Опасные: Пламя и искры Сопутствующие: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.

4.4.2 Определение организационных мероприятий и подбор технических средств для обеспечения пожарной безопасности разрабатываемого технического объекта



Подберем организационно-технические методы и технические средства, необходимые для защиты от пожаров.

1) Первичные средства пожаротушения. К ним относятся огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком

2) Мобильные средства пожаротушения. К ним относятся пожарные автомобили, пожарные лестницы.

3) Автоматические пожарные средства. К ним относятся различные приемно-контрольные пожарные приборы, а также технологические средства, применяемые для оповещения и управления эвакуацией.

4) Пожарное оборудование. К нему относятся различные напорные пожарные рукава, а также рукавные разветвления.

5) Средства для индивидуальной защиты, а также спасения людей при пожарах. К ним относятся пожарные веревки, различные карабины, а также респираторы и противогазы.

6) Пожарный инструмент. К нему относится как механизированный, так и немеханизированный инструмент: пожарные багры, ломы, лопаты и т.д.

7) Пожарные сигнализация. К ним относятся автоматизированные извещатели для связи и оповещения.

#### 4.4.3 Определение организационных и организационно-технических мероприятий, направленных на предотвращение пожара

Произведем разработку организационных и организационно-технических мероприятия, необходимых для предотвращения возникновения пожара, а также опасных факторов, которые способствуют возникновению пожара на одну из операций.

Операция: Фрезерная, оборудование: 500Н

Произведем описание видов реализуемых организационных и организационно-технических мероприятий:

- необходимо контролировать правильную эксплуатацию производственного оборудования, содержать его в технически исправном состоянии;

- своевременно проводить пожарный инструктаж по пожарной безопасности;

- повсеместно применять различные автоматические устройства, предназначенные для тушения пожаров, устройства обнаружения возгораний и устройства оповещения при пожаре.

Произведем описание требования, которые необходимо предъявить для обеспечения пожарной безопасности:

- своевременно проводить противопожарное инструктирование работников,
- запрещать курение в не отведенных для этого местах, запрещать применение открытых очагов огня вне производственных мест,
- при проведении работ, связанных с возгоранием необходимо строго соблюдать меры пожарной безопасности,
- необходимо применять средства для тушения пожаров,
- необходимо применять средства сигнализации и извещения о возгорании.

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Произведем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, которые возникают при технологическом процессе.

##### 4.5.1 Идентификация экологических факторов технического объекта

В зависимости от вида предлагаемого технологического процесса проведем идентификацию негативных экологических факторов применимо к одной из операций.

Операция: Фрезерная, оборудование: 500Н

1) Структурные составляющие рассматриваемого технического объекта или технологического процесса:

- оборудование: 500Н

2) Фактор негативного воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу:

- пыль стальная.

3) Фактор негативного воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу:

- различные вещества, находящиеся во взвешенном состоянии;
- различные нефтяные продукты;
- применяемая в производстве СОЖ

4) Фактор негативного воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу:

- получаемые в процессе производства отходы, основная их часть хранится в металлических контейнерах в 1,0 м<sup>3</sup>

4.5.2 Определение организационно-технических мероприятий, направленных на снижение негативных антропогенных воздействий разрабатываемого технического объекта на окружающую среду.

Произведем описание разработанных организационно-технических мероприятий, которые направлены на уменьшение вредного антропогенного воздействия разрабатываемого технического объекта на окружающую среду, применимо к одной из операций.

Результат занесем в таблицу 4.3

Таблица 4.8 - Организационно-технические мероприятия уменьшения вредного антропогенного воздействия разрабатываемого технического объекта на окружающую среду.

Операция, оборудование	Наименование технического объекта. Мероприятия, направленные на снижение вредного антропогенного воздействия на:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
Фрезерная, оборудование: 500Н	Применение «сухих» механических пылеуловителей	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

#### 4.6 Заключение по разделу

В результате выполнения данного раздела были получены следующие результаты:

- произведено описание техпроцесса изготовления детали, выбранного оборудования, должностей работников, применяемых в техпроцессе веществ и материалов;

- определены профессиональные риски по операциям техпроцесса, описаны возникающие опасные и вредные производственные факторы. Для защиты от воздействия этих факторов определены организационные методы, технические средства и средства индивидуальной защиты;

- рассмотрено обеспечение пожарной и техногенной безопасности, разработаны технические средства и организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности;

- рассмотрены экологические факторы с разработкой мероприятий 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 описание изменений технологического процесса изготовления детали, по вариантам, чтобы обосновать экономическую эффективность, внедряемых мероприятий. Основные отличия по сравниваемым вариантам представлены в качестве таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p><u>Операции 025 – Токарная тонкая.</u></p> <p>Чистовая обработка шейки производится тонким точением.  <math>T_o = 0,675</math> мин., <math>T_{шт} = 1,436</math> мин.  <u>Оборудование</u> – Токарный станок с ЧПУ, модель 16А20Ф3С15.  <u>Оснастка</u> – цанговый патрон, люнет.  <u>Инструмент</u> – резец-вставка токарный для контурного точения, пластина 3-хгранная, Т30К4.</p>	<p><u>Операции 025 – Круглошлифовальная черновая.</u></p> <p>Чистовая обработка шейки производится шлифованием.  <math>T_o = 0,195</math> мин., <math>T_{шт} = 0,938</math> мин.  <u>Оборудование</u> – Круглошлифовальный п/а КШ-3М.  <u>Оснастка</u> – цанговый патрон, люнет.  <u>Инструмент</u> – круг шлифовальный 1 450x20x203 91А F46 Р 4 V А 35 м/с 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007.</p>

Описанные, в таблице 5.1., условия являются исходными данными для определения цены на оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения экономических расчетов, с целью обоснованности внедрения предложенных изменений. Однако, представленной информации для правильного выполнения раздела будет не достаточно, так как необходимо

знание следующих величин:

- программа выпуска изделия, равная 5000 шт.;
- материал изделия, масса детали и заготовки, а также способ получения заготовки, которые влияют на величину расходов основного материала. Однако, если проектным вариантом ТП не предусмотрено изменение параметров заготовки или детали, то определять данную статью не целесообразно, так как не зависимо от варианта, величина будет одинаковой и на разницу между сравниваемыми процессами оказывать влияние не будут;
- нормативные и тарифные значения, используемые для определения расходов на воду, электроэнергию, сжатый воздух и т.д.;
- часовые тарифные ставки, применяемые при определении заработной платы основных производственных рабочих.

Для упрощения расчетов, связанных с проведением экономического обоснования, совершенствования технологического процесса предлагается использовать пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Совокупное использование данных и соответствующей программы позволит определить основные экономические величины, рассчитываемые в рамках поставленных задач и целей. Согласно алгоритму расчета, применяемой методики [10], первоначально следует определить величину технологической себестоимости, которая является основой для дальнейших расчетов. Структура технологической себестоимости, по вариантам, представлена в виде диаграммы на рисунке 5.1.

Анализируя представленный рисунок, можно наблюдать уменьшающую тенденцию по затратам, входящим в технологическую себестоимость, что дает право сделать предварительное заключение об эффективности предложений. Однако, для вынесения окончательного вывода, необходимо еще провести ряд соответствующих расчетов.

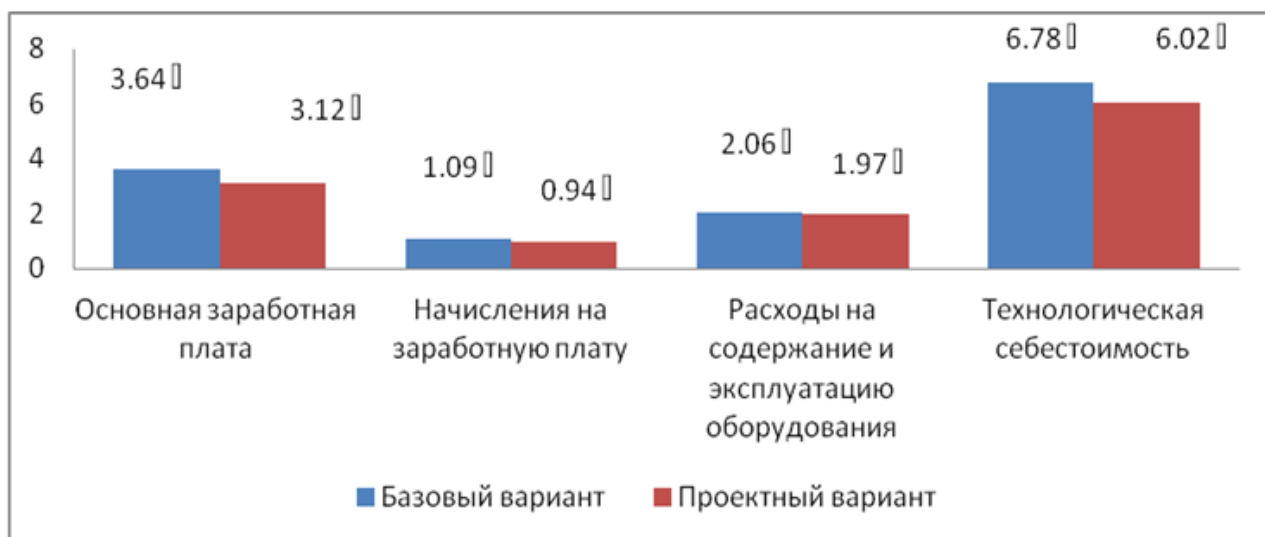


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [10], данная величина составила 19983,14 руб., в состав которой входят затраты на приобретение нового оборудования, инструмента, проектирование технологического процесса и т.д.

Далее выполним экономические расчеты по определению эффективности предложенных внедрений. Применяемая методика расчета [10], позволяет определить необходимые величины, такие как: чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект. Анализ описанных значений позволит сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Срок окупаемости инвестиций	$T_{OK}$ , лет	3
2	Общий дисконтированный доход	$D_{OBSL.DISK}$ , руб.	22323,6
3	Интегральный экономический эффект	$E_{INT} = ЧДД$ , руб.	2340,46
4	Индекс доходности	$ID$ , руб.	1,12

При анализе представленных значений, особенно внимание необходимо уделять сроку окупаемости, величине чистого дисконтированного дохода и индекса доходности. Все описанные параметры имеют значения, которые подтверждают эффективность внедрения описанного технологического проекта. А именно:

- получена положительная величина интегрального экономического эффекта – 2340,46 руб.;

- рассчитано значение срока окупаемости – 3 года который можно считать оптимальной величиной для машиностроительного предприятия;

- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,12 руб./руб., что относится к рекомендуемому интервалу значений этого параметра.

Данные значение позволяют сделать окончательное заключение о том, что внедряемый проект можно считать эффективным.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении бакалаврской работы были решены задачи сформулированные в начале работы и достигнуты цели поставленные во введении данной работы:

- разработан новый технологический процесс изготовления полумуфты коробки передач сверлильного станка для условий среднесерийного типа производства;

- снизилась себестоимость готовой детали;
- повысилось качество обработки;
- обеспечен заданный объем выпуска  $N_T=5000$  шт.

Также в процессе выполнения работы были получены следующие результаты:

- выбрана заготовка, полученная из штамповки с минимальными припусками на обработку;

- применено высокопроизводительное современное оборудование, например, станки RAIS T500/1000, 500H, КШ-3;

- применена современная технологическая оснастка;
- применен современный режущий инструмент;
- спроектирован патрон трехкулачковый самоцентрирующий клиновый с пневмоприводом для токарной операции;

- спроектировано контрольное приспособление для контроля биения с электронным индикатором Mitutoyo DIGIMATIC ID-H.

По итогам проведенных изменений, подсчитан экономический эффект, который составляет 2340,46 рублей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в трех томах. Том 1. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.
- 2 Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 736 с.
- 3 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
- 4 Гусев, А.А. Проектирование технологической оснастки. [Электронный ресурс] / А.А. Гусев, И.А. Гусева. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 416 с.
- 5 Григорьев, С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: Справочник. [Электронный ресурс] / С.Н. Григорьев, М.В. Кохомский, А.Р. Маслов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 544 с.
- 6 Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.
- 7 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учебное пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введение 1990-01-07. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 83 с.
- 9 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. – 364 с.
- 10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с..
- 11 Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

12 Кожевников, Д.В. Режущий инструмент. [Электронный ресурс] / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

13 Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

14 Справочник технолога - машиностроителя. В двух книгах. Книга 1/ А.Г. Косилова [и другие]; под редакцией А.М. Дальского [и другие]; - пятое издание, переработанное и дополненное. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

15 Справочник технолога - машиностроителя. В двух книгах. Книга 2/ А.Г. Косилова [и другие]; под ред. А.М. Дальского [и другие]; - пятое издание, переработанное и дополненное - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

16 Станочные приспособления: Справочник. В двух книгах. Книга 1./ Б.Н. Вардашкин; под редакцией Б.Н. Вардашкина [и других]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Стратиевский, И. Х. Абразивная обработка [Электронный ресурс] : справочник / И. Х. Стратиевский, В. Г. Юрьев, Ю. М. Зубарев. - Москва : Машиностроение, 2012. - 352 с.

18 Тарабарин, О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении. [Электронный ресурс] / О.И. Тарабарин, А.П. Абызов, В.Б. Ступко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 304 с.

19 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

20 Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

21 Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: Справочник. / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 м., ил.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта представленного технологического процесса.





Д.б.б.		В.в.в.		Г.г.г.																	
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование операции	СМ	Проф.	С.	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Конт	Тра.	Дит.				
01А	XXXXXX	065	4132	Внутр	ИОНИЗИРУЮЩАЯ	ИОНИЗИРУЮЩАЯ	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	19	1,233				
02Б	38132XXX			3К227В																	
03																					
04А	XXXXXX	070	4131	Кр	ИОНИЗИРУЮЩАЯ	ИОНИЗИРУЮЩАЯ	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	20	0,842				
05Б	38132XXX			КШ-3М																	
06																					
07А	XXXXXX	075	0130	М	М																
08Б	375698XXX			К	М																
09																					
10А	XXXXXX	080	0200	К	К																
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
МК																					





		ГОСТ 3.1404-88 Форма 3									
Объём											
Форм.											
Мат.											
		1									
Свойств.	Черезлив										
Обоз.	Гуфель	ТГУ									
Н. Контр.		Полумуфта									
Наименование операции		Материал	Теробозн	ЕВ	МД	Профиль и размеры		Цех	№	РМ	Опер
4132 Внутришлфвальная		Сталь 20Х2Н4А	200 НВ	166	0,123	239,6x69,6					КОИД
Оборудование, употреблео ЧПУ		Облагодное программы	To	Ca	Ca	СООЖ					1
3К227В		XXXXXX	0,489	0,633	19	Уборноде 1					
В.		ПН	Д или В	L	i	i	s	n	V		
01			мм	мм	мм	мм/ход		об/мин	мм/мин		
002	1. Установить и снять заготовку										
T03	396111XXX патрон мембранный ОСТ 3-3443-76										
004	2. Шлфовать ота., выдрож. драм 1										
T05	391810XXX- шлфвальный круз 5 8x15x4 91A F90 L 9 V.A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;										
T06	391124XXX; приспособление мерительное синдикатором 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84;										
P07	393120XXX; микроинтерферометр МИИ-6										
08		XX	10	12	0,05	1	0,003	1114			35
09											
10											
11											
12											
ОКП											





## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Операционные карты технологических эскизов.







## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация, применительно к чертежу станочного приспособления.



Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			17.07.ТМ.093.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	17.07.ТМ.093.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	17.07.ТМ.093.60.002	Винт	1	
		3	17.07.ТМ.093.60.003	Втулка	1	
		4	17.07.ТМ.093.60.004	Демпфер	2	
		5	17.07.ТМ.093.60.005	Клин	1	
		6	17.07.ТМ.093.60.006	Кольцо	1	
		7	17.07.ТМ.093.60.007	Корпус патрона	1	
		8	17.07.ТМ.093.60.008	Корпус	1	
		9	17.07.ТМ.093.60.009	Крышка	1	
		10	17.07.ТМ.093.60.010	Крышка	1	
		11	17.07.ТМ.093.60.011	Кулачок	3	
		12	17.07.ТМ.093.60.012	Манжета	1	
		13	17.07.ТМ.093.60.013	Подкулачник	3	
		14	17.07.ТМ.093.60.015	Поршень	1	
		15	17.07.ТМ.093.60.015	Пробка	1	
				17.07.ТМ.093.60.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Евдок.		Черемшан			Лист	Листов
Дав.		Гулеев			1	3
					ТГУ, гр. ТМбэ-1233	
И. Клинт		Витков				
Утв.		Ложное				





## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация, применительно к чертежу мерительного приспособления.

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			17.07.ТМ.093.6 1.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	17.07.ТМ.093.6 1.100	Индикатор	1	
				<u>Детали</u>		
		2	17.07.ТМ.093.6 1.002	Винт	1	
		3	17.07.ТМ.093.6 1.003	Винт	2	
		4	17.07.ТМ.093.6 1.004	Ножка	4	
		5	17.07.ТМ.093.6 1.005	Плита	1	
		6	17.07.ТМ.093.6 1.006	Призма	1	
		7	17.07.ТМ.093.6 1.007	Стойка	1	
		8	17.07.ТМ.093.6 1.008	Стойка	1	
		9	17.07.ТМ.093.6 1.009	Табличка	1	
		10	17.07.ТМ.093.6 1.010	Шпонка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		11		Винт М6х20.48		
				ГОСТ 1476-75	1	
			17.07.ТМ.093.6 1.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дат		
В.Я.А.В.Б.		Черемшан			Лит.	Листов
Д.А.В.		Гулеев				1 2
И.К.И.П.		Васильев			ТГУ, гр. ТМбз-1233	
Утв.		Ложное				
Приспособление контрольное						

