

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 корпуса хонинговальной головки

Студент(ка)	<u>Журавлев В.В.</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 корпуса хонинговальной головки

Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2017.

В бакалаврской работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления детали «корпус хонинговальной головки» 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 двух приспособлений - станочного и контрольного.

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

Объем работы составляет: 76 страниц, 19 таблиц, 4 рисунка и графической части, содержащей 9 листов.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Описание исходных данных .....	6
2 Технологическая часть работы .....	13
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений .....	36
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	43
5 Экономическая эффективность работы.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	56
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	58

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из ведущих отраслей промышленности нашей страны является машиностроение.

Основное значение для технического перевооружения и совершенствования отраслей народного хозяйства имеет развитие машиностроения, всемерное форсирование производства автоматических линий и машин, средств автоматизации, механики, электроники, точных приборов.

При совершенствовании промышленного производства деталей машин и механизмов необходимо использовать различные технологические средства, которые обеспечат выпуск продукции необходимого качества, в заданном количестве и в максимально короткие сроки.

Данная бакалаврская работа посвящается разработке технологического процесса изготовления детали корпус хонинговальной головки» при годовой программе выпуска 5000 шт, что соответствует среднесерийному типу производства.

Цель данной работы – получение детали с наименьшими затратами, в заданном объеме и лучшим качеством. Приобретение практического опыта в разработке и совершенствовании технологического процесса изготовления детали, в конструировании и расчете станочных и контрольных приспособлений, разработке комплекта технологической документации.

# 1 Описание исходных данных

## 1.1 Анализ служебного назначения детали

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

Данная деталь является корпусом хонинговальной головки и предназначена для установки сопрягаемых деталей.

Деталь устанавливается в направляющей втулке по поверхности  $\varnothing 42f7$  и фиксируется штифтом по отверстию  $\varnothing 10M7$ .

По торцовому пазу H7 устанавливается выступ штанги, передающей вращающий момент.

По шести пазам 10H7 устанавливаются колодки с напаянными хонинговальными брусками. Колодки пригнаны к пазам с зазором  $0,01_{-0,02}$  мм, причем каждая колодка соответствует одному пазу (они заранее отмечены одинаковыми номерами) и в процессе эксплуатации головки их нельзя переустанавливать. Если зазор становится больше 0,04 мм, то колодки заменяют новыми (при этом корпус подвергается восстановительному ремонту, так как при осевом смещении колодок нарушается круглость рабочих поверхностей хона, которая влияет на точность обрабатываемого отверстия). По шести пазам  $10^{+0,2}_{+0,1}$  устанавливаются направляющие планки. Колодки и направляющие планки стянуты пружинным кольцом, которое проходит по пазу 5 мм.

Колодки разжимаются с помощью конуса, который приводится в движение механизмом разжима брусков станка через регулируемый удлинитель и штангу. Конус установлен по центральному отверстию  $\varnothing 34H7$ .

Отверстия  $\varnothing 4$  и  $\varnothing 5M7$  служат для смазки.

### 1.1.2 Анализ материала детали

Материал корпуса: сталь 40ХГНМ ГОСТ 1414-75

Химический состав и механические свойства стали 40ХГНМ ГОСТ 1414-

75 представлены в таблицах 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40ХГНМ ГОСТ 1414-75

Химический элемент	Процент
Углерод (С)	0,37-0,43
Хром (Cr)	0,6-0,9
Марганец (Mn)	0,5-0,8
Кремний (Si)	0,17-0,37
Никель (Ni)	0,7-1,1
Молибден (Mo)	0,5-0,8
Сера (S), не более	0,035
Фосфор (P), не более	0,035

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 40ХГНМ ГОСТ 1414-75

Показатель	Обозначение	Единица изменения	Значение
Твердость по Бринеллю	НВ	-	217
Относительное удлинение при разрыве	$\delta_5$	%	12
Относительное сужение	$\psi$	%	60
Ударная вязкость	КСУ	Дж/см <sup>2</sup>	88
Кратковременный предел прочности	$\sigma_b$	МПа	980
Предел текучести, определяемый при остаточной деформации	$\sigma_T$	МПа	835

### 1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Классификация поверхностей призвана систематизировать требования к поверхностям детали.

Для этого пронумеруем все поверхности детали, рисунок 1.1. Исполнительными поверхностями является поверхность 27; основными конструкторскими базами - поверхности 9,11; вспомогательными конструкторскими базами - поверхности 6,7,20,23,21,32,25,26; свободные поверхности – все остальные.

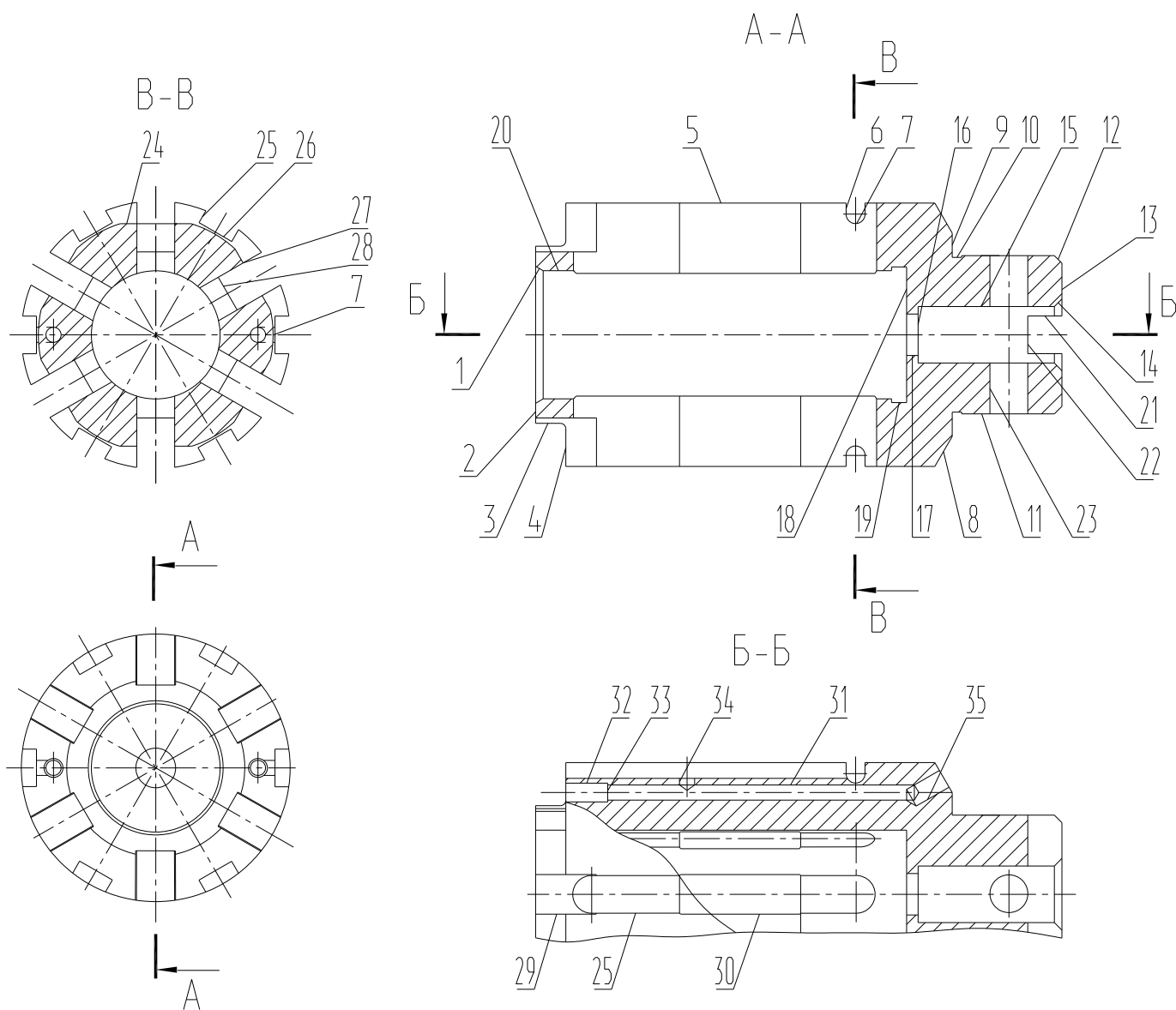


Рисунок 1.1 - Систематизация поверхностей

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Исходя из конструкции рассматриваемой детали и ее материала, в качестве заготовки возможно применение проката или штамповки, выбирается далее на основании экономического расчета. Деталь такая, что получается данными методами без существенных проблем.

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

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



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

Приведем максимальные параметры основных характеристик детали: IT7 – поверхности 20,21,11,23,32,27; Ra 0,8 на поверхности 11,20; биение 0,008 поверхность 11 относительно оси поверхность 1,14

Данные параметр детали нормально обеспечиваются на обычном оборудовании и соответствуют назначению детали.

Доступ к местам обработки и контроля свободный.

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

### 1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Целью данного анализа является выявление недостатков заводского техпроцесса.

#### 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	Оборудование	Приспособление	Инструмент
1	2	3	4
000 Заготовительная			
005 Токарная черновая	16K20	Патрон 3-х кулачковый	Резец проходной T5K10 Резец подрезной T5K10 Сверло спиральное P6M5 Резец расточной T5K10

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4
010 Токарная чистовая	16K20	Патрон 3-х кулачковый	Резец проходной Т15К6 Резец подрезной Т15К6 Резец расточной Т15К6 Резец канавочный Т15К6
015 Слесарная (разметочная)			
020 Фрезерная	6P11	Тиски	Фреза концевая Р6М5 Фреза шпоночная Р6М5
025 Сверлильная	2P135	Тиски	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5 Зенкер Р6М5
030 Фрезерная	6P11	Тиски	Фреза концевая радиусная Р6М5 Фреза шпоночная Р6М5 Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5
035 Слесарная			Напильник, шлиф шкурка
040 Моечная	КММ		
045 Контрольная			
050 Термическая			
055 Центрошлифоваль ная	3925	Приспособление спец.	Шлиф круг
060 Круглорифлифова льная	3М151	Патрон поводковый	Шлиф круг
065 Внутришлифоваль ная	3К227В	Патрон мембранный	Шлиф круг
070 Координатно- шлифовальная	3Б282	Приспособление специальное	Шлиф круг
075 Координатно- шлифовальная	3Б282	Приспособление специальное	Шлиф круг
080 Моечная	КММ		
085 Контрольная			

## 1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

### 1.4.1 Недостатки базового ТП

Опишем основными недостатками базового техпроцесса:

- оборудование соответствует единичному и мелкосерийному производству - универсальные станки с низкой производительностью;
- сама последовательность операций выбрана не оптимально, она соответствует единичному типу производства;
- ручная переустановка заготовки с точной выверкой при обработке пазов;
- на слесарной операции удаляются заусенцы вручную, что приводит к большому штучному времени;
- низкопроизводительный универсальный инструмент;
- применяемая технологическая оснастка преимущественно с ручным зажимом, что увеличивает вспомогательное время на установку и закрепление заготовки;
- 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:

- выбрать оптимальный метод получения заготовки, припуски на обработку рассчитать аналитическим методом;
- использовать оптимальные высокопроизводительные станки - с ЧПУ, полуавтоматы. Рассмотрим высокопроизводительные импортные станки, которые зачастую стоят дешевле, чем отечественные, но более производительные.
- спроектировать более оптимальный техпроцесс исходя из условий выбранного типа производства;
- при обработке пазов, поверхности 25,26,29,27,30 закреплять заготовку в приспособлении, установленном на наклонно-поворотном столе современного

вертикально-фрезерного станка с ЧПУ, что позволит обработать все пазы в автоматическом режиме без переустановки;

- для обработки отверстий 34,35, 23 и поверхность 22 применить горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ с наклонно-поворотным столом, что позволит обработать все эти поверхности в автоматическом режиме без переустановки.

- для удаления заусенцев применим электрохимический метод на станке 4407, что позволит уменьшить штучное время на слесарную операцию;

- подобрать наиболее оптимальный режущий инструмент;

- применить современную оснастку;

- применить современные контрольные приспособления, исходя из выбранного типа производства;

- спроектировать патрон клиновый для токарной операции.

- спроектировать контрольное приспособление;

- выполнить анализ техпроцесса, принимая во внимание безопасность и экологичность, уменьшить воздействие опасных и вредных факторов;

- выполнить экономический расчет эффективности применяемых технологических операций.

## 2 Технологическая часть проекта

### 2.1 Выбор типа производства

Для существующих типов производства применяют разные подходы к дальнейшей разработке техпроцесса.

Согласно рекомендациям [9], исходя из массы детали 2,0 кг, принимая во внимание годовую программу выпуска  $N_f = 5000$  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 «корпус», учитывая ее конфигурацию и физико-технологические свойства стали (сталь 40ХГНМ) может служить поковка (штамповка) или 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],  $K_p = 2.2$ .

$$M_{шт.} = 2 \cdot 2.2 = 4.40 \text{ кг}$$

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 С1 [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.

$$d_{\text{пр.}} = 71 \cdot 1,05 = 74,6 \text{ мм}$$

$$l_{\text{пр.}} = 139 \cdot 1,05 = 143,2 \text{ мм}$$

По этим данным по ГОСТ стандарт. значение будет равно:  $d_{\text{пр.}} = 75 \text{ мм}$ .

$$l_{\text{пр.}} = 143 \text{ мм}.$$

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

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

$$V_{\text{ц.}} = 3,14 \cdot 75^2 \cdot 143 / 4 = 631434 \text{ мм}^3$$

$$M_{\text{пр.}} = 631434 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 4,96 \text{ кг}$$

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

$$\text{Круг} \frac{75 \text{ В} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{40\text{ХГНМ ГОСТ } 1414 - 75}$$

## 2.2.2 Техничко-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,

$K_{\text{т.}} = 1.05$  [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,  $K_{\text{в.}} = 1.0$  [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].

$$C_{\text{заг.штамп}} = 11,2 \cdot 4.40 \cdot 1.05 \cdot 0.89 \cdot 1.0 \cdot 1.98 \cdot 1.0 = 91.18 \text{ руб.}$$

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  $E_n = 0,16$ .

$$C_{мо.} = (4.40-2) \cdot (14,8+0,16 \cdot 32,5) = 48.00 \text{ руб.}$$

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]

$$C_{отх.} = (4.40-2) \cdot 0.4 = 0.96 \text{ руб.}$$

$$C_{дет.} = 91.18+48.00-0.96 = 138.22 \text{ руб.}$$

#### 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.

$$T_{\text{осн.}} = 0,19 \cdot 75^2 \cdot 10^{-3} = 1.07 \text{ мин}$$

$$T_{\text{штуч.}} = 1.07 \cdot 1,5 = 1.60 \text{ мин}$$

$$C_{\text{отрз.}} = 30,2 \cdot 1.60 / 60 = 0.81 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пр.}} = C_{\text{м.пр.}} \cdot M_{\text{пр.}} + C_{\text{оз.}} = 12 \cdot 4.96 + 0.81 = 60.29 \text{ руб.}$$

Цена мех обработки при этом будет равна:

$$C_{\text{мо.}} = (M_{\text{пр.}} - M_{\text{дет.}}) \cdot C_{\text{уд.}} = (4.96 - 2) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 59.14 \text{ руб.}$$

Цена отходов при этом будет составлять:

$$C_{\text{отх.}} = (4.96 - 2) \cdot 0.40 = 1.18 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{дет.}} = C_{\text{пр.}} + C_{\text{мо.}} - C_{\text{отх.}} = 60.29 + 59.14 - 1.18 = 118.24 \text{ руб.}$$

### 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:  $K_{\text{и.м.}} = 2.00 / 4.40 = 0.45$

При заготовке из проката:  $K_{\text{и.м.}} = 2.00 / 4.96 = 0.40$

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

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

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

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (138.22 - 118.24) \cdot 5000 = 99914 \text{ руб.}$$

#### 2.2.4 Проектирование и расчет исходной заготовки

Найдем максимальный диаметр заготовки из проката

На прокат примем припуски: на черновое точение припуск составляет 3,0 мм, на чистовое 1,0 мм.

Тогда диаметр заготовки

$$D = 71 + 3 + 1 = 74 \text{ мм}$$

Принимаем прокат по ГОСТ 2590-2006

$$\text{Круг} \frac{75 \text{ В1 ГОСТ } 2590 - 2006}{40\text{ХГНМ ГОСТ } 1414 - 75}$$

Припуск на подрезку каждого торца по 3 мм на черновое точение, 1 мм на чистовое.

Тогда длина заготовки

$$L_3 = 139 + 3 + 1 = 143 \text{ мм, принимаем } 143 \text{ мм.}$$

При расчете объема цилиндрические элементы проката будем определять по формуле (2.5) по плюсовым допускам  $\varnothing 75^{+0,5}_{-1,1}$

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4 = 3,14/4 \cdot (75,5^2 \cdot 143) = 639881 \text{ мм}^3$$

Произведем определение массы проката  $M_{\text{прок.}}$ , кг по формуле (2.2)

$$M_{\text{прок.}} = V \cdot \gamma = 639881 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 5,0 \text{ кг}$$

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

$$\text{КИМ} = M_d / M_{\text{прок.}} = 2,0/5,0 = 0,40$$

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

### 2.3.1 Выбор технологических баз

Анализируя конструкцию детали, выясняем, что в качестве черновых баз, используемых при установке заготовки на первой операции необходимо использовать поверхность 5 с торцем 2.

При следующей токарной обработке левого конца в качестве баз возможно использовать поверхность 5 и торец поверхность 2, правого – поверхность 11 и торец 13.

При фрезеровании и шлифовании пазов в качестве баз используется отверстие 20 и торец 2.

При сверлильной, центровшлифовальной и внутришлифовальной обработке в качестве баз используется поверхность 11 и торец 13.

При торцекруглошлифовальной обработке в качестве баз используются центровые фаски 1,14

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 маршрутов обработки заполним таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Последовательность обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Точность	Шероховатость	Технологический маршрут
	IT	Ra, мкм	
№ 3,4,5,8,10,12	14	2,5	T, Tч, TO
№ 2,13	11	2,5	T, Tч, TO
№ 6,7	12	2,5	T, Tч, TO
№ 11	7	0,63	T, Tч, TO, Ш
№ 9	10	2,5	T, Tч, TO, Ш
№ 18,19,17,16,15	14	2,5	P, Pч, TO
№ 1,14	8	1,25	P, Pч, TO, Ш
№ 20	7	0,63	P, Pч, TO, Ш
№ 25,26	11	2,5	Ф, TO
№ 27,21	7	1,25	Ф, TO, Ш
№ 22,28,29,30,24	13	2,5	Ф, TO
№ 34,33,31	14	6,3	C, TO
№ 35	12	3,2	C, З, TO
№ 32,23	7	1,25	C, З, TO, Ш

T- обтачивание черновое, Tч- обтачивание чистовое, C- сверление, P- растачивание черновое, Pч- растачивание чистовое, Ф-фрезерование, З- зенкерование, Ш-шлифование, TO-термообработка

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

### 2.3.3 Технологический маршрут обработки детали

Результаты выбора технологического маршрута для всех поверхностей детали представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Технологический маршрут обработки детали.

Операция	Базы	Поверхности обработки	IT	Ra, мкм
000 Заготовительная	5	2,13	16	40
005 Токарная черновая	5,13	2,3,4,5,20,18	13	6,3
010 Токарная черновая	5,2	8,9,11,13,17,16,15	13	6,3
015 Токарная чистовая	11,13	1,2,3,4,5,6,7,20,19,18	10	2,5
020 Токарная чистовая	5,2	8,9,10,11,12,13, 14,15,16,17	10	2,5
025 Фрезерная	2,20	29,30,28 25,26 27	12 11 9	2,5 2,5 2,5
030 Сверлильная	11,13	31,33 32	13 9	6,3 2,5
035 Фрезерная	11,9	34,35,24 23	13 9	2,5 2,5
040 Слесарная				
045 Моечная				
050 Контрольная				
055 Термическая				
060 Центрошлифовальная	9,11	1,14	7	1,25
065 Торцевкруглошлифовальная	1,14	11 9	7 9	0,63 2,5
070 Внутришлифовальная	9,11	20	7	0,63
075 Координатно-шлифовальная	9,11	23,32	7	1,25
080 Координатно-шлифовальная	2,20	27	7	1,25
085 Моечная				
090 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 оборудования

Операция	Станок
000 Заготовительная	Ленточнопильный двухстоечный станок с ЧПУ Cosen C-320NC
005,010 Токарная черновая	Токарный станок с ЧПУ ZMM LT580/1000
015,020 Токарная чистовая	Токарный станок с ЧПУ ZMM LT580/1000
025 Фрезерная	Вертикальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500VS, с наклонно-поворотным столом
030 Сверлильная	Вертикальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ S500
035 Фрезерная	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500HS, с наклонно-поворотным столом
040 Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407
045,085 Моечная	Моечная машина Simplex BIG 1200
060 Центрошлифовальная	Горизонтальный двухсторонний станок для шлифовки центров с ЧПУ HENNINGER ZS 2000
065 Торцекруглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный врезной полуавтомат 3Т153F1
070 Внутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В
075,080 Координатно-шлифовальная	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ КШ-320

## 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
005,010 Токарная черновая	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80
015,020 Токарная чистовая	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80
025 Фрезерная	Приспособление специальное ОСТ 3-2913-75
030 Сверлильная	Приспособление специальное ОСТ 3-2913-75
035 Фрезерная	Приспособление специальное ОСТ 3-2913-75
060 Центрошлифовальная	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ОСТ 3-2913-75
065 Торцекруглошлифовальная	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71 Центр упорный ГОСТ 13214-79
070 Внутришлифовальная	Мембранный патрон ОСТ 3-3443-76 Люнет гидравлический ОСТ 3-2913-75
075,080 Координатно-шлифовальная	Приспособление специальное ОСТ 3-2913-75

Таблица 2.5 - Выбор инструмента

Операция	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3
005,010 Токарная черновая	Резец-вставка проходной. Пластина 3-х гранная, Т5К10. $\varphi=107^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83 Сверло спиральное комбинированное $\varnothing 9,4/\varnothing 11,5$ ОСТ 2И21-1-76 Р6М5К5 Резец-вставка расточная. Пластина 3х гранная, Т5К10 $\varphi=97^\circ$ h=20 b=20 L=140 ОСТ 2И.101-83 Сверло спиральное $\varnothing 33$ ГОСТ 10902-77 Р6М5К5 Сверло спиральное комбинированное $\varnothing 10,3/14,3$ ГОСТ 10902-77 Р6М5К5,	Калибр-скоба Калибр-пробка Шаблон
015,020 Токарная чистовая	Резец-вставка проходной. Пластина 3х гранная, Т15К6 $\varphi=97^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83 Резец-вставка. Пластина канавочная, Т15К6	Калибр-скоба Калибр-пробка Шаблон

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3
	<p>V=5 h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83                      Резец-вставка расточная. Пластина 3х гранная,                      Т15К6 φ=110°, λ=0 α=11° h=20 b=20 L=140 ОСТ                      2И.101-83</p>	
025 Фрезерная	Фреза шпоночная Ø 10,5, Ø 9,8 Ø 10 ГОСТ 6396-78 Т5К10	Шаблон
030 Сверлильная	<p>Сверло центровочное Ø 3,15 Тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5.                      Сверло спиральное Ø4 ГОСТ 10902-77 Р6М5К5                      Зенкер цельный Ø4,7 ГОСТ 12489-71 Р6М5К5</p>	<p>Шаблон                      Калибр-пробка</p>
035 Фрезерная	<p>Сверло центровочное Ø 3,15 Тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5                      Сверло спиральное Ø4, Ø5, Ø9,2 ГОСТ 10902-77 Р6М5К5                      Фреза дисковая сферическая Ø50 В=5 Р6М5К5                      Зенкер цельный Ø9,7 ГОСТ 12489-71 Р6М5К5                      Фреза шпоночная Ø 9,7 ГОСТ 9140-78 Р6М5К5</p>	<p>Шаблон                      Калибр-пробка</p>
060 Центрошлифовальная	Шлиф-головка EW10x15 91А F60 L 9 V А ГОСТ 8027-86	<p>Шаблон                      Приспособление мерительное с индикатором</p>
065 Торцекруглошлифовальная	<p>Круг шлиф 3 500x50x203                      91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл.                      ГОСТ Р 52781-2007</p>	<p>Калибр-скоба                      Шаблон                      Приспособление мерительное с индикатором                      Микроинтерферометр МИИ-6</p>
070 Внутришлифовальная	<p>Круг шлиф 5 25x50x10                      91А F60 М 7 V А 35 м/с 2                      ГОСТ Р 52781-2007</p>	<p>Калибр-пробка                      Приспособление мерительное с индикатором                      Микроинтерферометр МИИ-6</p>
075, 080 Координатно-шлифовальная	<p>Круг шлиф 5 9x20x5, 5 4x10x2,                      91А F60 М 7 V А 35 м/с 2                      ГОСТ Р 52781-2007</p>	<p>Калибр-пробка                      Шаблон                      Приспособление мерительное с индикатором                      Микроинтерферометр МИИ-6</p>



## 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  $\varnothing 42f7(-0,025_{-0,050})$

Последовательность обработки данной поверхности:

1 заготовительный переход - прокат

2 переход точения черного, установка в патроне 3-х кулачковом

3 переход точения чистового, установка в патроне 3-х кулачковом

4 переход шлифования, установка в центрах

Расчет выполним по методике, представленной в [3, с. 65] и [6, с. 67]

По таблицам [3, с. 66] и [6, с. 69] назначим для переходов исходные данные - величину микронеровностей – Rz, мм, глубину дефектного слоя - h, мм.

Суммарные отклонения расположения  $\rho_o$ , мм заготовки проката типа "вал" определяется по формуле

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

где  $\rho_{OM}$ - величина отклонения проката, мм;

$\rho_{Ц}$  - величина отклонения при центровке, мм

Погрешность  $\rho_{OM}$ , мм, определяется как:

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot L, \quad (2.18)$$

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

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

$$\rho_{кор} = 0.001 \cdot 139 = 0.139 \text{ мм},$$

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

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{1,6^2 + 1} = 0,472 \text{ мм}$$

Тогда по формуле (2.17) определим  $\rho_0$ , мм

$$\rho_0 = \sqrt{0,139^2 + 0,472^2} = 0,492 \text{ мм}$$

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

2 переход -  $\varepsilon_{уст} = 0,32$  мм, 3 переход -  $\varepsilon_{уст} = 0,08$  мм, 4 переход -  $\varepsilon_{уст} = 0,02$

мм

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

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_0, \quad (2.20)$$

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

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 размеры поверхностей 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

Данные исходных значений допусков, элементов припуска и расчетов припуска приведены в таблице 2.6

Таблица 2.6- Расчет припуска

Размеры в миллиметрах

Тех.переход	Составные элементы припуска				2Z min	Допуск Td/IT	Предельные размеры		Предельные припуски	
	Rz <sup>i-1</sup>	h <sup>i-1</sup>	ρ <sup>i-1</sup>	ε <sub>уст</sub> <sup>i-1</sup>			d <sup>i</sup> max	d <sup>i</sup> min	2Z max	2Z min
1 Заготовительный переход	0.150	0.250	0.492	-	-	1.60 T3	45.912	44.312	-	-
2 Переход черногого точения	0.025	0.030	0.030	0.320	1.974	0.390 h13	42.728	42.338	3.184	1.974
3 Переход чистового точения	0.010	0.015	0.020	0.080	0.281	0.100 h10	42.157	42.057	0.571	0.281
4 Переход шлифования	0.005	0.010	0.010	0.020	0.107	0.025 f7	41.975	41.950	0.182	0.107

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

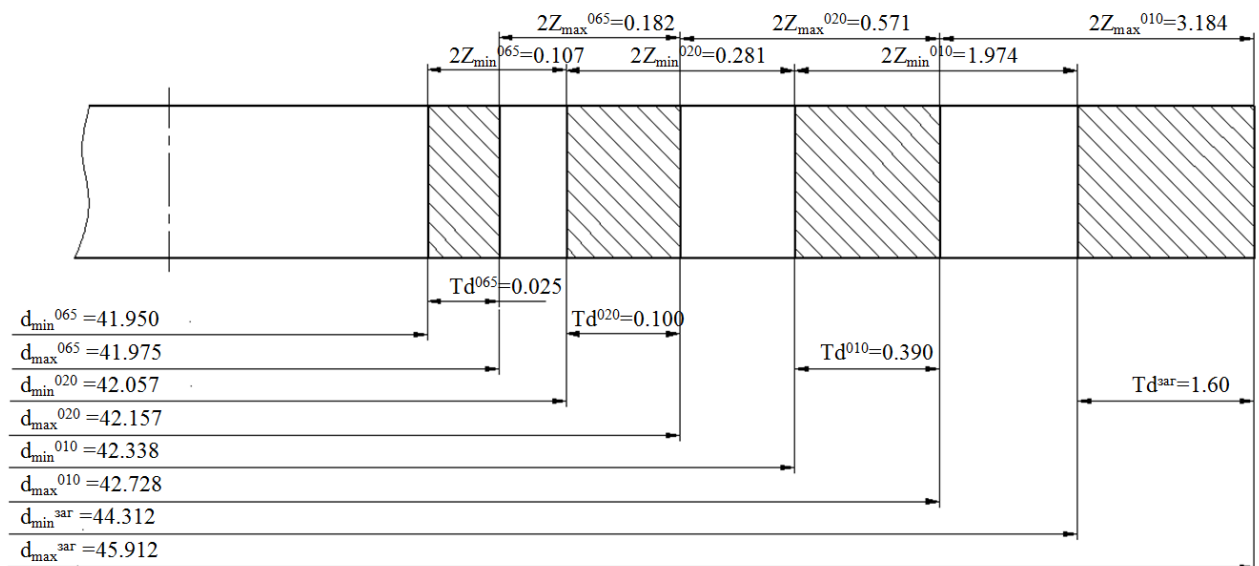


Рисунок 2.2 – Схема припусков

### 2.5.1.2 Расчет промежуточных припусков табличным методом

Выполним расчет и определение промежуточных припусков на промежуточную обработку всех поверхностей детали табличным методом по источнику [16, с. 191]. Сведем результаты в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Припуски на обработку поверхностей корпуса

Операция	Поверхности обработки	Припуск, мм
005 Токарная черновая	2,3,4,5,20,18	2,0max
010 Токарная черновая	8,9,11,13,17,16,15	2,0max
015 Токарная чистовая	1,2,3,4,5,6,7,20,19,18	0,35
020 Токарная чистовая	8,9,10,11,12,13,14,15,16,17	0,35
065 Торцекруглошлифовальная	11,9	0,1
070 Внутришлифовальная	20	0,1
075 Координатно-шлифовальная	23,32	0,1
080 Координатно-шлифовальная	27	0,1

### 2.5.2 Расчет режимов резания аналитическим методом

Выполним расчет режимов резания на 020 токарную операцию по эмпирическим формулам, т. е. аналитическим методом.

#### 2.5.2.1 Содержание операции

020 Токарная (чистовая).

Переход1: Точение с размерами  $\varnothing 42_{-0,10}$ ;  $\varnothing 54_{-0,12}$ ;  $2,1 \times 45^\circ$ ;  $30^\circ$ ;  $110,1 \pm 0,08$ ;  $139_{-0,16}$ ;  $R0.5; 2,6$ ;  $\varnothing 41,6$

Переход2: Растачивание с размерами  $\varnothing 15^{+0,07}$ ;  $30^\circ$ ;  $\varnothing 11^{+0,07}$ ;  $101 \pm 0,07$ ;  $137 \pm 0,07$

#### 2.5.2.2 Применяемый режущий инструмент

Переход1: Резец-вставка проход. Пластина 3хгранная, T15K6  $\varphi=97^\circ$   $h=25$

b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83

Пер.2: Резец-вставка расточной. Пластина 3х гранная, Т15К6  $\varphi=110^\circ$ ,  $\lambda=0$   
 $\alpha=11^\circ$  h=20 b=20 L=140 ОСТ 2И.101-83

### 2.5.2.3 Применяемое оборудование

Принимается токарный станок с ЧПУ ZMM LT580/1000

### 2.5.2.4 Определение режимов резания

Припуск на обработку:

Пер.1,2:  $t = 0,35$  мм

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

Пер.1,2:  $S = 0.15$  мм/об [16, с.268].

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;  $C_U = 420$  [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:  $m = 0.2$ ,  $x = 0.15$ ,  $y = 0.20$ , [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].

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{980}\right)^{1,0} = 0,76.$$

$$K_U = 0,76 \cdot 1.0 \cdot 1,2 = 0,92.$$

$$V_T = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,35^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 0,92 = 291,4 \text{ м/мин.}$$

$$V_{\text{раст}} = V_T \cdot 0,9 = 291,4 \cdot 0,9 = 262,3 \text{ м/мин.}$$

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

Подставим значения в формулу (2.30), получим:

$$\text{Ø}42,2: n_1 = \frac{1000 \cdot 291,4}{3,14 \cdot 42,2} = 2199 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Ø}71: n_{2\text{max}} = \frac{1000 \cdot 291,4}{3,14 \cdot 71} = 1307 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Ø}15: n_3 = \frac{1000 \cdot 262,3}{3,14 \cdot 15} = 5569 \text{ мин}^{-1}.$$

Произведем корректирование частоты вращения шпинделя, исходя из паспортных данных станка.

По паспорту станка принимаем:

$$n_1 = 2000 \text{ мин}^{-1}; n_1 = 1250 \text{ мин}^{-1}$$

$$2: n_3 = 2000 \text{ мин}^{-1}.$$

Тогда корректируем скорость резания:

$$\varnothing 42,2: V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 42,2 \cdot 2000}{1000} = 265,0 \text{ м/мин};$$

$$\varnothing 71: V_2 = \frac{3.14 \cdot 71 \cdot 125}{1000} = 278,6 \text{ м/мин};$$

$$\varnothing 15: V_3 = \frac{3.14 \cdot 15 \cdot 2000}{1000} = 94,2 \text{ м/мин};$$

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:

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

$K_{MP}$  - 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].

$$K_{MP} = \left( \frac{980}{750} \right)^{0.75} = 1,22;$$

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

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

$$K_{rp} = 0,87.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,35^{1,0} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 278,6^{-0,15} \cdot 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 103 \text{ Н.}$$

Мощность резания N, кВт вычисляем по следующей формуле:

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

$$N = \frac{103 \cdot 278,6}{1020 \cdot 60} = 0,47 \text{ кВт} < N_{\text{штп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

### 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 – режимы резания

Операция	Обработка	t,	S <sub>таблич.</sub>	V <sub>таблич.</sub>	n <sub>таблич.</sub>	P <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.Ø71,4	1,8	0,3	120	535	500	112,1
	Сверл. Ø 33	16,5	0,4	40	386	400	41,4
010 Токарная черновая	Точ.Ø42,9	2,0	0,3	120	890	630	84,8
	Сверл. Ø 10,3/14,3	7,15	0,20	28	623	630	28,2
015 Токарная чистовая	Точ.Ø71	0,35	0,15	291	1307	1250	278,6
	Точить канавку Ø 62	4,5	0,10	200	1027	1000	194,7
	Расточ.Ø33,8	0,4	0,15	262	2471	2000	212,2
020 Токарная чистовая	Точ.Ø42,2	0,35	0,15	291	2199	2000	265,0
	Подрез. торец Ø 71	0,35	0,15	291	1307	1250	278,6
	Расточ.Ø15	0,35	0,15	262	5569	2000	94,2
025 Фрезерная	Фрезер. паз 10	8/3	0,2	80	2547	2500	78,5
	Фрезер. паз 10,5	13,5/3	0,2	80	2426	2500	82,4
	Фрезер. паз 9,8	18,5/3	0,2	80	2599	2500	76,9
030 Сверлильная	Центр. Ø 3,15	1,57	0,10	24	2426	2000	19,8
	Сверл. отв. Ø 4	2	0,12	24	1910	2000	25,1
	Зенкер. Ø 4,8	0,4	0,20	16	1061	1000	15,1



Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8
035 Фрезерная	Фрезер. паз 9,8	9/3	0,2	80	2599	2500	76,9
	Центров. Ø 3,15	1,57	0,10	24	2426	2000	19,8
	Сверл. отв. Ø 4	2,0	0,10	24	1910	2000	25,1
	Сверл. отв. Ø 5	2,5	0,12	25	1592	1600	25,1
	Сверл. отв. Ø 9,3	4,65	0,15	27	924	1000	29,2
	Зенкер. Ø 9,8	0,25	0,20	16	519	500	15,4
	Фрезер. канавку В=5	1,5	1,0	55	350	315	49,4
065 Торцекруглошлифовальная	Шлиф. отв. Ø42	0,10	1,3/0,4*	35	265	265	35
070 Внутришлифовальная	Шлиф. отв. Ø 34	0,10	2000* <sup>2</sup> 0,006* <sup>3</sup>	35	327	327	35
075 Кординатно-шлифовальная	Шлиф. отв. Ø 5	0,10	0,008* <sup>3</sup>	15 м/с	-	-	15
	Шлиф. отв. Ø 10	0,10	1000* <sup>2</sup>	15 м/с	-	-	15
080 Кординатно-шлифовальная	Шлиф. паз. 10	0,10	0,010* <sup>3</sup> 2000* <sup>2</sup>	15 м/с	-	-	15
* - подача черновая/чистовая в мм/мин, * <sup>2</sup> -подача в мм/мин * <sup>3</sup> -подача в мм/двойной ход стола,							

#### 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 настроенной партии заготовок, шт., она равна:

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

где N- программа выпуска деталей, в год;

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

$D_{\text{раб}}$ - рабочие дни

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

Произведем расчет норматива штучного времени  $T_{\text{шт}}$ :

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

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

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

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

$k$  – серийный показатель.

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

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

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

где  $T_{\text{технич.}}$  - 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;  
 $T_{\text{закрепл.}}$  - 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.

$$T_{\text{тех}} = T_0 \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.40)$$

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	$T_{\text{осн.}}$	$T_{\text{вспом.}}$	$T_{\text{операт.}}$	$T_{\text{об.от.}}$	$T_{\text{под-заг.}}$	$T_{\text{штуч.}}$	$n_{\text{прогр}}$	$T_{\text{штуч-кальк.}}$
	минут	минут	минут	минут	минут	минут		минут
005 Токарная черновая	2.069	1.018	3.087	0.185	19	3.272	236	3.353
010 Токарная черновая	1.831	1.018	2.849	0.171	21	3.02	236	3.109
015 Токарная чистовая	1.124	1.277	2.401	0.144	21	2.545	236	2.634
020 Токарная чистовая	0.389	1.250	1.639	0.098	19	1.737	236	1.817
025 Фрезерная	4.788	1.117	5.905	0.354	29	6.259	236	6.382
030 Сверлильная	0.953	0.962	1.915	0.115	28	2.03	236	2.149
035 Фрезерная	1.557	1.092	2.649	0.159	32	2.808	236	2.944
060 Центрошлифовальная	0.210	0.966	1.176	0.101	19	1.277	236	1.358
065 Торцевкруглошлифовальная	0.295	1.099	1.394	0.122	21	1.516	236	1.605
070 Внутришлифовальная	1.341	0.966	2.307	0.245	19	2.552	236	2.633
075 Кординатно-шлифовальная	0.495	1.143	1.638	0.151	21	1.789	236	1.878
080 Кординатно-шлифовальная	2.980	1.188	4.168	0.47	21	4.638	236	4.727

### 3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

В техпроцессе для базирования и закрепления заготовки на 020 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:  $P_z = 103 \text{ Н}$ .

##### 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 показатель 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.

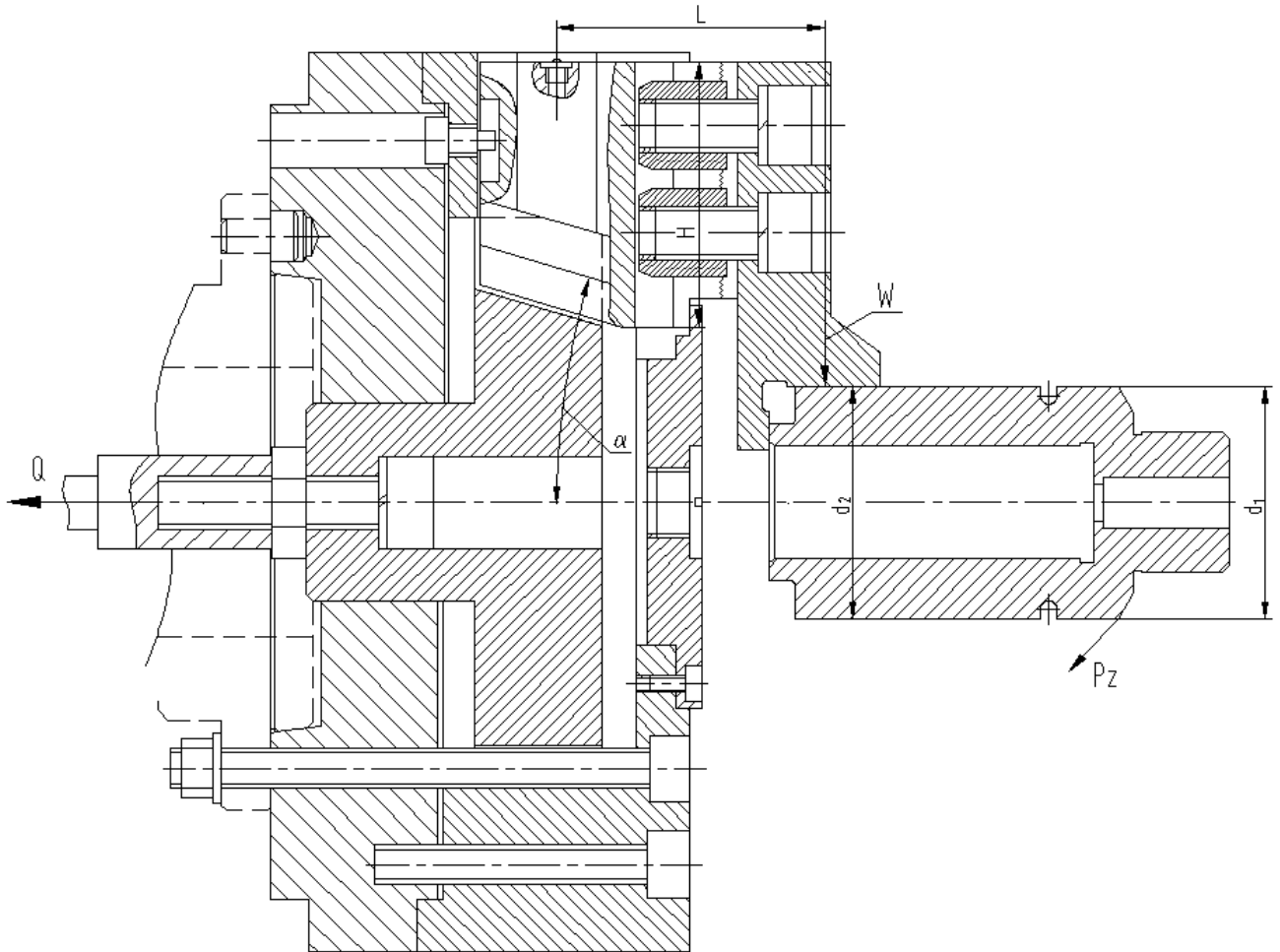


Рисунок 3.1 - Схема действий усилий резания и зажима

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.  $K_0 = 1,5$  [18, с.382];

$K_1$  – данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при случайных неровностях на обрабатываемых поверхностях заготовки.  $K_1 = 1,2$  [18, с.382];

$K_2$  – данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при затуплении режущего инструмента.  $K_2 = 1,0$  [18, с.383];

$K_3$  – данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании.  $K_3 = 1,2$  [18, с.383];

$K_4$  – данный коэффициент характеризует постоянство сил, которые развивает зажимной механизм приспособления  $K_4 = 1,0$  [18, с.383];

$K_5$  – данный коэффициент характеризует эргономику при немеханизированном зажиме  $K_5 = 1,0$  [18, с.383].

$K_6$  – данный коэффициент учитывается при наличии моментов резания, которые стремящихся повернуть заготовку, которая установлена плоской поверхностью.  $K_6 = 1,0$  [18, 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  $K = 2,5$ .

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 103 \cdot 71}{0,16 \cdot 71} = 1609 \text{ Н.}$$

### 3.1.3 Расчет зажимного механизма

На основании схемы зажимного 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 дополнительных сил трения в патроне. Принимаем  $K_1 = 1,1$  [2, с.153]

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

$L$  – длина от точки прилож. силы до кулачка, мм;  $L = 90$  мм;

$H$  – размер поверхности, мм;  $H = 80$  мм.

$$W_1 = 1,1 \cdot \frac{1609}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{90}{80}} = 2672 \text{ Н.}$$

Определяем усилие  $Q$ :

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

где  $\alpha$ - угол скоса направляющих;

$\varphi$ - угол трения.

$$Q = 2672 \cdot \operatorname{tg}(15 + 5^{\circ} 43') = 1010 \text{ Н.}$$

### 3.1.4 Расчет силового привода

Диаметр поршня цилиндра при рабочем давлении 0,4МПа равен:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (3.5)$$

где  $p$ - давление воздуха, МПа;

$\eta=0,9$ -КПД привода

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{1010}{0,4 \cdot 0,9}} = 61,9 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81  $D = 80$  мм.

Длина хода кулачков:  $S = 3$  мм

Длина хода поршня:  $S_{\text{п}} = S \cdot \operatorname{ctg}\alpha = 3 \cdot \operatorname{ctg}15^{\circ} = 11$  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.

Патрон устанавливается на конец шпинделя и крепится винтами, позиция

24 с гайками, позиция 30 и шайбами, позиция 39. Патрон состоит из корпуса, позиция 6, который крепится к фланцу, позиция 20 винтами, позиция 23. В направляющие корпуса, позиция 6 установлены подкулачники, позиция 12. К подкулачникам винтами, позиция 25 с шайбами, позиция 38 с помощью сухарей, позиция 18 крепятся сменные кулачки, позиция 11. В центральном отверстии корпуса патрона установлен клин, позиция 5. В Т-образный паз клина входит подкулачник, позиция 12. Отверстие корпуса закрывает крышка, позиция 9 с пробкой, позиция 14.

К клину 5 с помощью винта, позиция 26 с шайбой, позиция 38 и гайкой, позиция 31 крепится тяга, позиция 19, которая, в свою очередь соединена с помощью гайки, позиция 31 со штоком, позиция 21 пневмоцилиндра.

Пневмопривод содержит корпус, позиция 7, в котором на подшипниках 36, позиция установлена крышка, позиция 10, крепящаяся винтами, позиция 22 с шайбами, позиция 37 к корпусу пневмоцилиндра, позиция 8. На конце штока, позиция 21 установлен поршень, позиция 15, закрепленный гайкой, позиция 29 со стопорным винтом, позиция 27. Для предотвращения ударов поршня о стенки пневмоцилиндра, в поршне, позиция 15 и выточке крышки, позиция 10 установлены демпферы, позиция 4.

Между подшипниками, позиция 36 установлена втулка, позиция 3. Левый подшипник фиксируется кольцом, позиция 35.

Для подачи воздуха в корпусе пневмоцилиндра просверлены каналы, выходные отв. которых закрыты пробками, позиция 13.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнит. кольца, позиция 32,33,34.

Патрон работает так:

Заготовка устанавливается в кулачках, позиция 11 с упором в торец. При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень, позиция 15 через шток, позиция 21, тягу, позиция 19 и винт, позиция 26 тянет клин, позиция 5 влево, подкулачника, позиция 12 с закрепленными на них сменными кулачками, позиция 11 отходят вниз и зажимают заготовку. При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень, позиция 15 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

На 090 (Контрольная) происходит окончательный выборочный контроль параметров корпуса хонинговальной головки.

После шлифовальной операции 065 происходит контроль биения базовых поверхности относительно оси центров. Спроектируем приспособление для контроля биения, взяв за основу аналогичные приспособления.

Вместо механических индикаторов применим блок контрольный Mitutoyo 542-923A с индикаторной головкой с точностью изменения 0,0001 мм.

#### 3.2.2 Описание конструкции приспособления

Описание конструкции приспособления.

Приспособление содержит основание, позиция 8, к которому винтами, позиция 2 с гайками, позиция 5 и шайбами, позиция 20 крепятся стойки, позиция 12 и 13. В стойке, позиция 12 с помощью винта, позиция 17 с шайбой, позиция 20 установлен центр, позиция 14. В стойке, позиция 13 с помощью установлена втулка, позиция 4. Во втулке, позиция 4 установлен центр, позиция 15, подпружиненный с помощью пружины, позиция 18, установленной на центре и упирающейся в пробку, позиция 10. На резьбовом конце центра, позиция 15 установлена рукоятка, позиция 11.

К плите, позиция 8 винтами, позиция 16 с шайбами, позиция 19 крепится плита, позиция 9. На плиту, позиция 9 устанавливается корпуса, позиция 6, к которым винтом, позиция 3 крепится индикаторная головка контрольного блока Mitutoyo 542-923A.

Основание, позиция 8 устанавливается на контрольный стол с помощью ножек, позиция 7.

Приспособление работает так:

Заготовку устанавливают в центрах. К шейке заготовки подводят вставку индикатор. головке, деталь проворачивают на  $360^\circ$  и по показаниям контрольного блока, к которому подключена индикаторная головка, определяют величину биения относительно оси центров.

## 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: Точение, Оп: Токарная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	ZMM LT580/1000	Металл, СОЖ
2) Пер: Фрезерование, Оп: Фрезерная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	500VS	Металл, СОЖ
3) Пер: Сверление, Оп: Сверлильная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	S500	Металл, СОЖ
4) Пер: Фрезерование, Оп: Фрезерная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	500HS	Металл, СОЖ
5) Пер: Шлифование центров, Оп: Центрошлифовальная Рабочий: Шлифовщик	ZS 2000	Металл, СОЖ
6) Пер: Круглое шлифование, Оп: Торцекруглошлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	3T153F1	Металл, СОЖ
7) Пер: Внутреннее шлифование, Оп: Внутришлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	3K227B	Металл, СОЖ
8) Пер: Координатное шлифование, Оп: Координатно-шлифовальная Рабочий: Шлифовщик	КШ-320	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: Токарная Источник: ZMM LT580/1000 Оп: Фрезерная Источник: 500VS, 500HS Оп: Сверлильная Источник: S500	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: Центрошлифовальная Источник: ZS 2000 Оп: Торцекруглошлифовальная Источник: 3T153F1 Оп: Внутришлифовальная, Источник: 3K227B Оп: Координатно-шлифовальная Источник: КШ-320	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 произв. факторов

Опасный, вредный произв. фактор	Организационные методы, технические средства, средства индивидуальной защиты (СИЗ) для защиты, снижения и устранения опасного, вредного произв. фактора
1	2
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
1	2	3
Участок: Лезвийная обработка Оборудование: ZMM LT580/1000, 500VS, 500HS, S500	Класс В – 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: ZS 2000, 3T153F1, 3K227B, КШ-320	Класс В – 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: Сверлильная, оборудование: S500

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 неотведенных 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: Сверлильная, оборудование: S500

1) Структурные составляющие рассматриваемого технического объекта или технологического процесса:



- оборудование: S500

2) Фактор негативного воздействия рассматриваемого технического объекта на атмосферу:

- пыль стальная.

3) Фактор негативного воздействия рассматриваемого технического объекта на гидросферу:

- различные вещества, находящиеся во взвешенном состоянии;

- различные нефтяные продукты;

- применяемая в производстве СОЖ

4) Фактор негативного воздействия 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
Сверлильная, S500	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
<b>Операция 025 – Фрезерная</b>	
<p>Обработка шпоночных пазов осуществляется при маятниковой подаче фрезы. В процессе обработки заготовка поворачивается в ручную.</p> <p>Оборудование – шпоночно-фрезерный п/а, модель 6910.</p> <p>Оснастка – специальное самоцентрирующее приспособление с универсальной делительной головкой.</p> <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Фреза шпоночная Ø10,5 ГОСТ 9140-78, Р6М5 <math>T_o = 1,616</math> мин;</li> <li>- Фреза шпоночная Ø9,8 ГОСТ 9140-78, Р6М5 <math>T_o = 4,186</math> мин;</li> <li>- Фреза шпоночная Ø10 ГОСТ 9140-78, Р6М5 <math>T_o = 2,132</math> мин</li> </ul> <p>Штучное время Тшт = 11,928 мин</p>	<p>Обработка шпоночных пазов осуществляется при маятниковой подаче фрезы. В процессе обработки заготовка поворачивается автоматически.</p> <p>Оборудование – Вертикальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500VS, с наклонно-поворотным столом</p> <p>Оснастка – специальное самоцентрирующее приспособление.</p> <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Фреза шпоночная Ø10,5 ГОСТ 9140-78, Т5К10 <math>T_o = 0,959</math> мин;</li> <li>- Фреза шпоночная Ø9,8 ГОСТ 9140-78, Т5К10 <math>T_o = 2,537</math> мин</li> <li>- Фреза шпоночная Ø10 ГОСТ 9140-78, Т5К10, покрытие (Ti, Si)CN <math>T_o = 1,292</math> мин</li> </ul> <p>Штучное время Тшт = 6,382 мин</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.

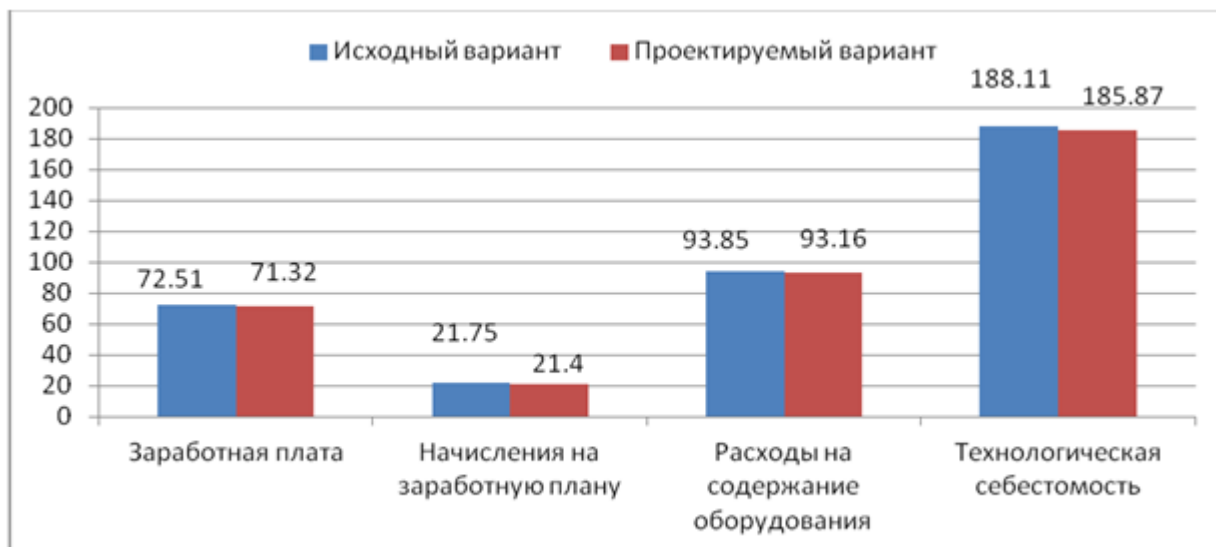


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [10], данная величина составила 45454,67 руб., в состав которой входят затраты на приобретение нового оборудования, инструмента, проектирование технологического процесса, разработку программы для станков с ЧПУ 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.	55514,16
3	Интегральный экономический эффект	$E_{INT} = ЧДД$ , руб.	10059,49
4	Индекс доходности	$ID$ , руб.	1,22

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 – 10059,49 руб.;

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

- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,22 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 корпуса хонинговальной головки 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 проката с минимальными припусками на обработку
- применена современная технологическая оснастка;
- применен современный режущий инструмент;
- спроектирован патрон клиновый с пневмоприводом для токарной операции;
- спроектировано приспособление для контроля радиального биения с помощью контрольного блока Mitutoyo 542-923A.

По итогам проведенных изменений, подсчитан экономический эффект, который составляет 10059,49 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.

												ГОСТ 3.1118-82 Формат 1									
Дир.																					
Бухг.																					
Полп.																					
Вязаль.																					
Дроб.																					
Н. контр.																					
М01	Сталь 40ХНМ	ГОСТ 4543-71																			
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ											
М02	-	166	2,0		0,40	41211XXX	Ø75x143	1	5,0												
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	В	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Конт.	Изм.						
Б					Код, наименование оборудования																
01А	XXXXXX	005	4110	Токарная	ИОТИ 37.101.7034-93																
02Б	391148XXX	ZMMLT580/1000	2	15929	411 1Р	1	1	1	236	1	19	3,272									
03																					
04А	XXXXXX	005	4110	Токарная	ИОТИ 37.101.7034-93																
05Б	391148XXX	ZMMLT580/1000	2	15929	411 1Р	1	1	1	236	1	21	3,020									
06																					
07А	XXXXXX	005	4110	Токарная	ИОТИ 37.101.7034-93																
08Б	391148XXX	ZMMLT580/1000	2	15929	411 1Р	1	1	1	236	1	21	2,545									
09																					
10А	XXXXXX	005	4110	Токарная	ИОТИ 37.101.7034-93																
11Б	391148XXX	ZMMLT580/1000	2	15929	411 1Р	1	1	1	236	1	19	1,737									
12																					
13А	XXXXXX	025	4260	Фрезерная	ИОТИ 37.101.7026-89																
14Б	3816XXX	500VS	2	18632	411 1Р	1	1	1	236	1	29	2,808									
МК																					

ДМП.		ФЭМ.		Лоп.														
А	цех	№	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Гла.	Кшт.	
Б			Код, наименование оборудования															
01А	XXXXXX	030	4121	Сверлильная	ИОТИ 37.101.7111-89													
02Б	391213XXX		S500		2	17335	411	1Р	1	1	1	1	236	1	28	2,030		
03																		
04А	XXXXXX	035	4260	Фрезерная	ИОТИ 37.101.7026-89													
05Б	3816XXX		500HS		2	18632	411	1Р	1	1	1	1	236	1	32	2,808		
06																		
07А	XXXXXX	040	0190	Слесарная														
08Б	XXXXXX		4407															
09																		
10А	XXXXXX	045	0100	Моечная														
11Б	XXXXXXX		КММ															
12																		
13А	XXXXXX	050	0200	Контрольная														
14																		
15А	XXXXXX	055	0511	Термическая														
16																		
17А	XXXXXX	060	4130	Центрошлифовальная	ИОТИ 37.101.7419-85													
18Б	38132XXX		ZS 2000		2	18873	411	1Р	1	1	1	1	236	1	19	1,277		
МК																		

А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа														
						СМ	Проф.	В.	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Конт.	Лист.					
01А	XXXXXX	065	4131	Крулошлифовальная	ИОТИ 37.101.7419-85															
02Б	38132XXX			3Б153Т	2 18873 411 1Р 1	1	1	1	236	1	21	1,516								
03																				
04А	XXXXXX	070	4132	Внутришлифовальная	ИОТИ 37.101.7419-85															
05Б	38132XXX			3К227В	2 18873 411 1Р 1	1	1	1	236	1	19	2,552								
06																				
07А	XXXXXX	075	4134	Координатно-шлифовальная	ИОТИ 37.101.7419-85															
08Б	38132XXX			КШ-320	2 18873 411 1Р 1	1	1	1	236	1	21	1,789								
09																				
10А	XXXXXX	075	4134	Координатно-шлифовальная	ИОТИ 37.101.7419-85															
11Б	38132XXX			КШ-320	2 18873 411 1Р 1	1	1	1	236	1	21	4,638								
12																				
13А	XXXXXX	085	0100	Моечная																
14Б	XXXXXXX			КММ																
15																				
16А	XXXXXX	090	0200	Контрольная																
17																				
18																				
МК																				



ГОСТ 3.1404-88 Формы 3																		
Дробь	Взвеш.	Площ.	Корпус				Цех	№	РМ	Опер								
Резьба	Журнале	Гуляе	Материал	твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД						
Вид резьбы	Наименование операции	Обозначение проформы	Сталь 40ХНМ	200 НВ	166	2,0	Ø72x143				5,0	1						
Оборудование, установка ЧПУ	3Т153F1	XXXXXX	XXXXXX	0,295	1,099	21	1,516	УXXXXX-1										
Р	ПИ	D или B	L	t	l	s	n	V										
01	мм	мм	мм	мм	мм	мм/об	об/мин	мл/мин										
002	1. Установить и снять заготовку																	
T03	396111XXX- патрон по дюймовый с центром ГОСТ 2571-71; 396111XXX- центр упорный ГОСТ 13214-79																	
004	2. Шлифовать по с, выдерж. разм. 1-3																	
T05	391810XXX- шлифовальный круг 3 500x50x203 91A F60 M7 VA, 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																	
T06	393130XXX- приспособление мерительное синдикатором; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 18355-73																	
T07	393120XXX- шаблон ГОСТ 2534-79; 393130XXX- микроинтерферометр МИИ-6																	
P08	XX	42	29	0,10	1	1,3/0,4	265	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.082.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	17.07.ТМ.082.60.001	Винт	1	
		2	17.07.ТМ.082.60.002	Винт	1	
		3	17.07.ТМ.082.60.003	Втулка	1	
		4	17.07.ТМ.082.60.004	Демпфер	1	
		5	17.07.ТМ.082.60.005	Клин	1	
		6	17.07.ТМ.082.60.006	Корпус патрона	1	
		7	17.07.ТМ.082.60.007	Корпус	1	
		8	17.07.ТМ.082.60.008	Корпус	1	
		9	17.07.ТМ.082.60.009	Крышка	1	
		10	17.07.ТМ.082.60.010	Крышка	1	
		11	17.07.ТМ.082.60.011	Кулачок	3	
		12	17.07.ТМ.082.60.012	Подкулачник	1	
		13	17.07.ТМ.082.60.013	Пробка	2	
		14	17.07.ТМ.082.60.014	Пробка	1	
		15	17.07.ТМ.082.60.015	Поршень	1	
		16	17.07.ТМ.082.60.016	Прокладка	1	
		17	17.07.ТМ.082.60.017	Прокладка	1	
		18	17.07.ТМ.082.60.018	Сухарь	6	
			17.07.ТМ.082.60.000			
Ком.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Журавлев			Лист	Листов
Проф.		Гулеев			1	3
Н. Контр.		Владимир			ТГУ, зр. ТМбз-1233	
Утв.		Ложиков				







## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация, применительно к чертежу мерительного приспособления.



