



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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В.Бобровский

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

## ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы  
(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных произ-  
водств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Вербицкий Роман Олегович гр. ТМбз-1132

1. Тема Технологический процесс изготовления корпуса оправки расточной.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «\_\_» \_\_\_\_ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 10000 дет/год; 3. Режим работы – двухсменный.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

*Титульный лист.*

*Задание. Аннотация. Содержание.*

*Введение, цель работы*

*1) Описание исходных данных*

*2) Технологическая часть работы*

*3) Проектирование станочного и контрольного приспособлений*

*4) Безопасность и экологичность технического объекта*

*5) Экономическая эффективность работы*

*Заключение. Список используемой литературы.*

*Приложения: технологическая документация*

# Аннотация

УДК 621.21.01

## Технологический процесс изготовления корпуса расточной оправки

Вербицкий Р. О. Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления корпуса расточной оправки в условиях среднесерийного производства

Предложено:

- применение нового технологического процесса изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- получение заготовки из штамповки;
- применение высокопроизводительного оборудования - станков с ЧПУ, автоматов и полуавтоматов;
- применение высокопроизводительной оснастки с механизированным приводом;
- применение современного инструмента с износостойкими покрытиями;
- применение высокопроизводительной оснастки с механизированным приводом;
- спроектирован патрон поводковый с центром с механизированным приводом для токарной операции;
- спроектировано приспособление для контроля радиального биения с высокоточным электронным индикатором Mitutoyo.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 63 страницы, содержащей 21 таблицу, 9 рисунков, и графической части, содержащей 8 листов.

# Содержание

Введение, цель работы.....	7
1 Описание исходных данных.....	8
1.1 Анализ служебного назначения детали .....	8
1.2 Анализ технологичности конструкции.....	11
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса .....	12
1.4 Цели и задачи работы. Пути совершенствования.....	14
2 Технологическая часть работы .....	15
2.1 Выбор типа производства.....	15
2.2 Техничко-экономическое обоснование выбора метода получения заготовки .....	15
2.3 Техничко-экономическое обоснование выбора методов обработки поверхностей .....	19
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	20
2.5 Разработка технологического маршрута .....	23
2.6 Выбор средств технологического оснащения .....	25
2.7 Проектирование технологических операций .....	28
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений .....	37
3.1 Проектирование станочного приспособления .....	37
3.2 Проектирование контрольного приспособления .....	43
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	47
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	47
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков .....	48
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	49
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).....	50
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	53

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

## Введение, цель работы

Развитие технологической науки обусловило большие задачи, стоящие перед машиностроением.

Унифицированные типовые и групповые технологические процессы, а также их элементы нуждаются в переходе на более высокий этап проектирования – автоматизацию технологической подготовки производства на базе моделирования технологических процессов с учетом современных методов его оптимизации.

Большое внимание должно обращать на повышение точности процессов производства, проблемам надежности и путям повышения производительности.

Не стоит упускать из вида и серийное производство, все перечисленное выше является актуальной задачей снижения себестоимости выпускаемой продукции.

Сегодняшняя экономическая обстановка является удобным моментом для вложения средств в отечественную промышленность, эти вложения позволят получить серьезную прибыль уже в обозримом будущем.

Цель работы – разработка технологического процесса изготовления детали требуемого качества в установленном годовой программе количестве с минимальными затратами.

# 1 Описание исходных данных

## 1.1 Анализ служебного назначения детали

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

Данная деталь является корпусом расточной оправки и предназначена для крепления режущих пластин и передачи крутящего момента при растачивании ступенчатого отверстия.

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

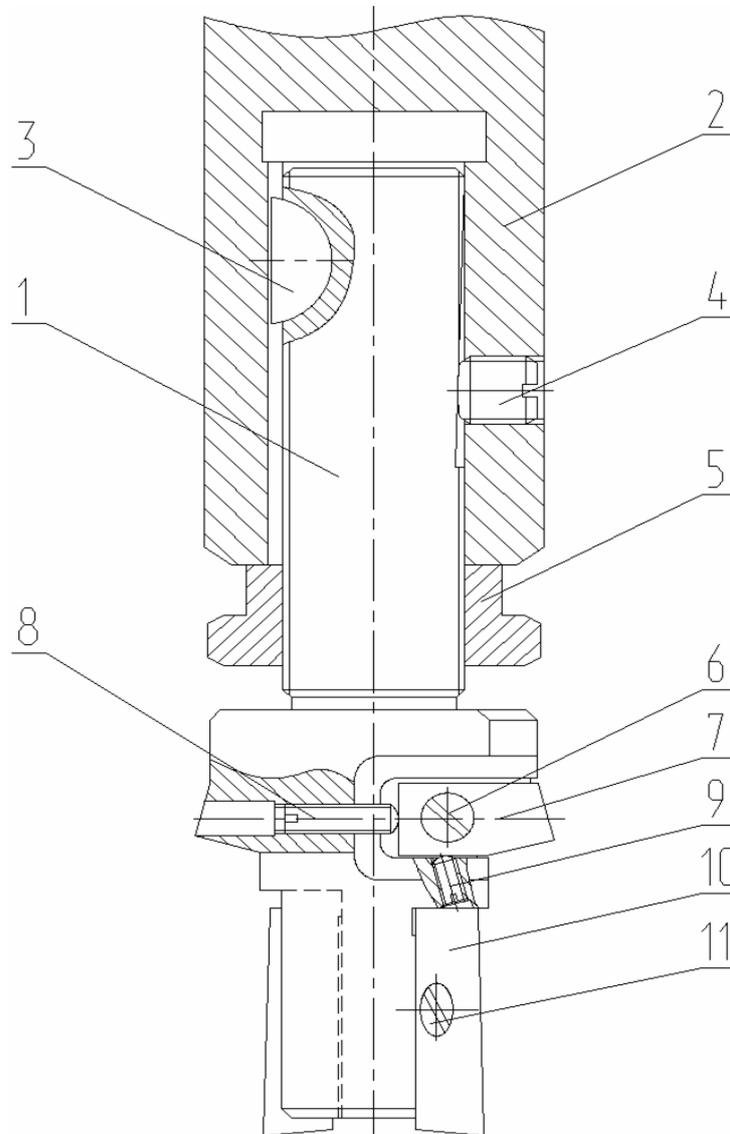


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла

Корпус расточной оправки 1 установлен в оправке 2 на шпонке 3 и фиксируется с помощью винта 4. Для регулировки вылета корпуса 1 служит гайка 5.

К корпусу 1 с помощью винта 6 крепится режущая пластина 7, точное положение которой регулируется с помощью винтов 8 и 9. Также в пазах корпуса оправки 1 установлены две расточные пластины 10, которые крепятся винтами 11.

### 1.1.2 Анализ материала детали

Корпус работает в условиях высоких скоростей и переменных нагрузок, поэтому имеет достаточно высокие требования к материалу и точности изготовления.

Материал корпуса: сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71

Химический состав и механические свойства стали 19ХГН ГОСТ 4543-71 представлены в таблицах 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 19ХГН ГОСТ 4543-71

В процентах

Элемент	углерод	сера	фосфор	хром	марганец	никель	молибден	кремний
		Не более						
Содержание	0.16-0.21	0.035	0.035	0,8-1,1	0,7-1,0	0,8-1,1	До 0,1	0.17-0.37

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 19ХГН ГОСТ 4543-71

$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta_5$	$\psi$	КСУ	НВ
МПа	МПа	%	%	Дж/м <sup>2</sup>	
930	1180	7	60	690	217

### 1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Классификация поверхностей призвана систематизировать требования к поверхностям детали. Для этого пронумеруем все поверхности детали рисунок

1.2.

Исполнительные поверхности выполняют служебное назначение детали – 26, 31, 32, 38, 39;

Вспомогательные конструкторские базы определяют положение других деталей присоединяемых к рассматриваемых;

Основные конструкторские базы, поверхности ориентирующие данную деталь в узле – 3,4;

Свободные поверхности конструктивно оформляют конфигурацию детали - остальные.

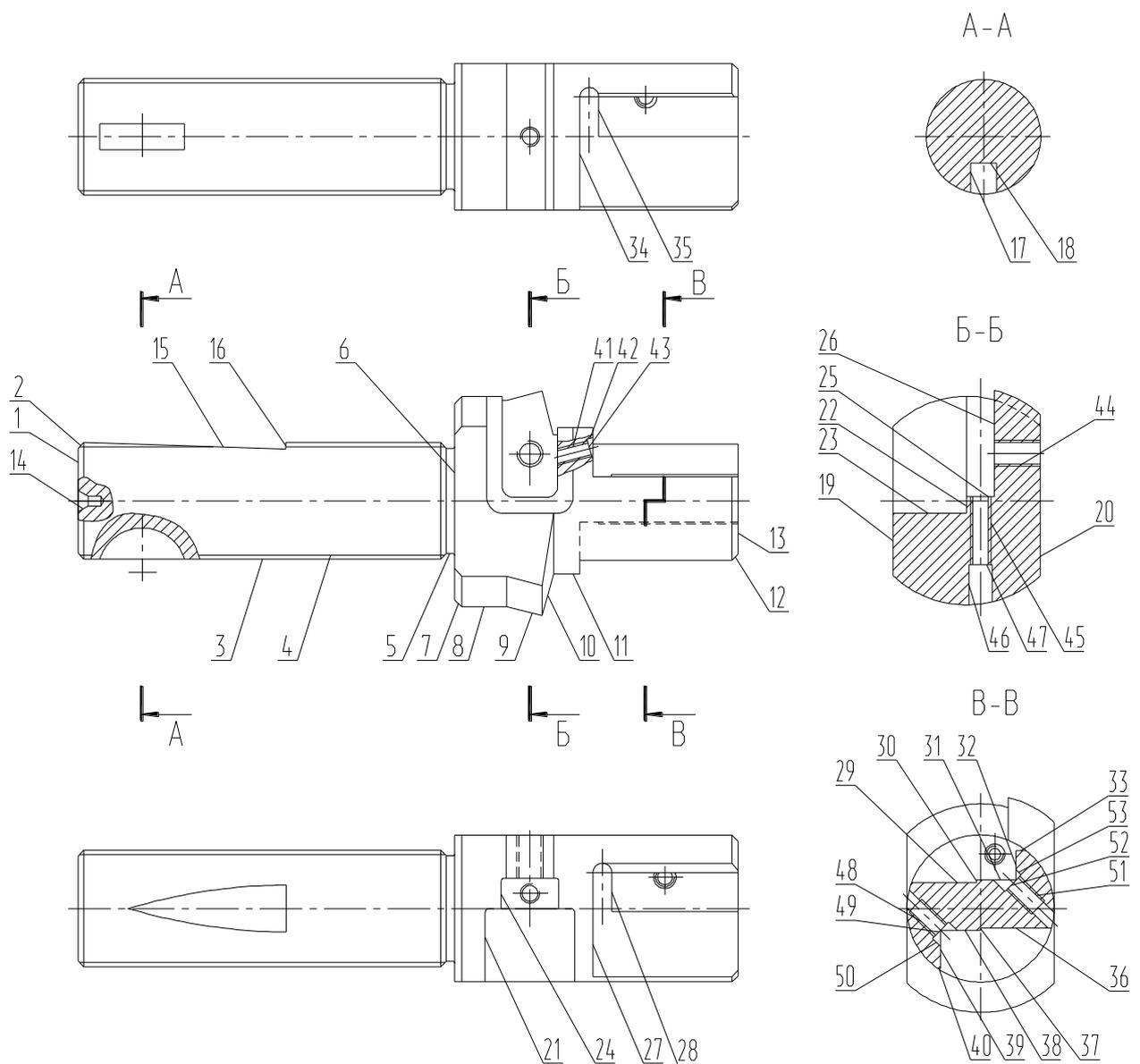


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Основным критерием технологичности заготовки являются технологические и механические свойства материала. Материал детали обладает низкими литейными свойствами. Он не обладает хорошей жидкотекучестью и, следовательно, хуже заполняет форму. Поэтому в качестве метода получения заготовки целесообразно использовать штамповку, а именно горячую штамповку, так как материал имеет низкую пластичность (относительное удлинение  $\delta = 11\%$  [1]) в холодном состоянии [2].

Преимуществом заготовки является простота геометрической формы большей ее части, а также возможность формирования нескольких поверхностей на заготовительной операции без последующей обработки. Для повышения технологичности заготовки необходимо предусмотреть в конструкции наличие радиусов сопряжений и радиусов закруглений, что снижает концентрацию напряжений в местах сопряжений. А также необходимо предусмотреть наличие уклонов и по возможности плоскую поверхность разъема для обеспечения свободного удаления заготовки из формы.

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

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

Фаски расположены на поверхностях простого профиля, обеспечивается свободный вход и выход осевого инструмента под углом  $10^\circ$  к обрабатываемой поверхности, что приводит к необходимости применения дополнительных мер по снижению увода осевого инструмента.

Для обеспечения высокой технологичности базирования необходимо

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

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

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

### 1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Таблица 1.4 - Характеристика базового техпроцесса

№ оп	Наименование оп, номера обраб. пов.	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Тшт, час
005	Штамповка				0,117
010	Токарная	Универсальный 16К20	Патрон самоцентрирующий	Резец подрезной Т5К10 Сверло центровочное Р6М5	0,15
015	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон поводковый с центром. Центр вращающийся	Резец подрезной Т5К10 Резец проходной Т5К10 Резец проходной Т15К6 Резец подрезной Т15К6 Резец канавочный Т15К6	1,10
020	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон поводковый с центром. Центр вращающийся	Резец резьбовой Т15К6	0,30

№ оп	Наименование оп, номера обраб. пов.	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Тшт, час
025	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	0,25
030	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный 6Р83Ш	Тиски	Фреза концевая Р6М5	0,26
				Фреза пазовая Р6М6	
035	Слесарная				0,06
040	Координатно-расточная	Сверлильно-фрезерно-расточной ИР800МФ4	Приспособление специальное	Сверло спиральное Р6М5	1,80
				Сверло центровочное Р6М5	
				Цековка Р6М5	
				Фреза концевая Р6М5	
045	Слесарная			Метчик машинный Р6М5	0,22
050	Термическая (цементация, закалка)				4,2
055	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло центровочное Р6М5	0,06
060	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	0,27
065	Резьбошлифовальная	Резьбошлифовальный станок MATRIX-47	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	0,45
070	Контрольная				
075	Маркировочная				

## 1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

Проанализировав базовый технологический процесс, сформулируем задачи работы:

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

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Выбор типа производства

В машиностроении различают типы производства - единичный, серийный и массовый, которые характеризуются различной величиной коэффициента закрепления операций. Для расчета этого коэффициента необходимо знать трудоемкость изготовления детали, последовательность обработки и количество станков, что неизвестно в начале проектирования. Поэтому тип производства определим по табличным данным [31] с учетом годовой программы, массы детали и качественной оценки трудоемкости ее изготовления.

По [9, с. 24, табл. 31] при массе детали 2,0 кг и годовой программе выпуска  $N_{г} = 10000$  шт производство – среднесерийное.

### 2.2 Техничко-экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

#### 2.2.1 Выбор метода получения заготовки

Исходя из физико-технологических свойств стали 40Х, конфигурации и размеров детали в качестве заготовки может быть использована:

- 1) поковка или штамповка
- 2) прокат

Определим параметры исходных заготовок:

Масса штамповки ориентировочно равна:

$$m_{зШ} = m_{д} \cdot K_{р}, \quad (2.1)$$

где  $m_{д}$  – масса детали

$K_{р}$  – расчетный коэффициент, зависящий от формы детали и устанавливаемый по [6, с. 22]

$$m_{д} = 2,0 \cdot 1,5 = 3 \text{ кг}$$

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

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Точность заготовки определяется классом – Т3 [8, с.28, табл. 19].

Сталь относится к группе – М2 [8, с.8, табл. 1].

Сложность заготовки оценивается степенью – С3 [8, с. 29]

Определим массу проката

$$m_{з\text{ПР}} = V \cdot \gamma, \quad (2.2)$$

Определим габаритные размеры заготовки из проката:

$$d_{\text{пр}} = d_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 = 72 \cdot 1,05 = 75,6 \text{ мм} \quad (2.3)$$

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

Ближайшее стандартное значение  $d_{\text{пр}} = 78 \text{ мм}$

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 = 207 \cdot 1,02 = 211,2 \text{ мм} \quad (2.4)$$

где  $l_{\text{д}}^{\text{max}}$  – максимальный осевой размер

Принимаем  $l_{\text{пр}} = 211,2 \text{ мм}$

Объем цилиндрических элементов заготовок

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4, \quad (2.5)$$

где  $d$ - диаметр, мм;

$l$ -длина, мм

$$V = 3,14 \cdot 78^2 \cdot 211,2 / 4 = 1008678 \text{ мм}^2$$

Тогда масса заготовки из круглого проката

$$m_{з\text{ПР}} = 1008678 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 7,9 \text{ кг}$$

По расчетным данным заготовки выбираем необходимый размер горячекатаного проката обычной точности по ГОСТ 2590-2006

$$\text{Круг} \frac{78 - \text{В} - \text{ГОСТ} 2590 - 2006}{19\text{ХГН} - \text{ГОСТ} 4543 - 71}$$

## 2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

### 2.2.2.1 Стоимость штампованной заготовки

$$S_{\text{заг}} = C_i/1000 \cdot (m_3 \cdot k_T k_c k_B k_M k_P) - (m_3 - m_d) \cdot S_{\text{отх}}/1000 \quad (2.6)$$

где  $C_i$  - базовая цена 1 т заготовок, руб.  $C_i = 373$  руб [5, с. 37]

$m_3$  - вес заготовки, кг;

$m_d$  - вес детали, кг;

$k_T$  - коэффициент оценивает точность,  $k_T = 1.0$  [5, с. 37];

$k_c$  - коэффициент учитывает сложность,  $k_c = 0,88$  [5, с. 38];

$k_B$  - коэффициент веса.  $k_B = 1,0$  [5, с. 38];

$k_M$  - коэффициент марки материала.  $k_M = 1,3$  [5, с. 37];

$k_P$  - коэффициент программы.  $k_P = 1,0$ ;

$S_{\text{отх}}$  - стоимость отходов, руб

$$S_{\text{заг}} = 373/1000 \cdot (3,0 \cdot 1,0 \cdot 0,88 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0) - 24/1000 \cdot (3,0 - 2,0) = 1,256 \text{ руб}$$

Определение стоимости заготовки проводилось в ценах 1985 год, для перевода в сегодняшние цены воспользуемся поправочным коэффициентом.

$$S_{\text{заг Ш}} = S_{\text{заг}} \cdot K = 1,256 \cdot 100 = 125,6 \text{ руб} \quad (2.7)$$

### 2.2.2.2 Стоимость заготовки из проката

$$\begin{aligned} S_{\text{заг П}} &= C_i/1000 \cdot m_3 - (m_{3,П} - m_d) (C_{\text{отх}}/1000) = \\ &= 220/1000 \cdot 7,9 - (7,9 - 2,0)(24/1000) = 1,596 \text{ руб} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Определение стоимости заготовки проводилось в ценах 1985 год, для перевода в сегодняшние цены воспользуемся поправочным коэффициентом.

$$S_{\text{заг П}} = S_{\text{заг}} \cdot K = 1,596 \cdot 100 = 159,6 \text{ руб}$$

Таблица 2.1 - Результаты расчетов заготовки

Показатели	Прокат	Штамповка
Сложности	-	С3
Точности	2	Т3
Группа материала	М2	М2
Масса	7,9 кг	3,0 кг
Стоимость заготовки	159,6 руб.	125,6 руб.

### 2.2.2.3 Экономическое сравнение двух вариантов заготовки

Учтем изменяемую стоимость механической обработки:

$$C_{\text{обр}} = C_{\text{уд}} \cdot (m_3 - m_d) / K_0 \quad (2.9)$$

где  $C_{\text{уд}} = 26$  – стоимость на снятие 1 кг материала на обдирочных и предварительных операциях, руб/кг [8, с. 3]

$$K_0 = 0,8 \text{ [4, с.5]}$$

Штамповка

$$C_{\text{обр ш}} = 26 \cdot (3-2)/0,8 = 32,5 \text{ руб}$$

Прокат

$$C_{\text{обр п}} = 26 \cdot (7,9-2)/0,8 = 191,7 \text{ руб}$$

$$C = S_{\text{заг}} + C_{\text{обр}} \quad (2.10)$$

Штамповка

$$C_{\text{шт}} = 125,6 + 32,5 = 158,1 \text{ руб}$$

Прокат

$$C_{\text{пр}} = 159,6 + 191,7 = 351,3 \text{ руб}$$

Определив стоимость заготовок по принятым методам видно, что выгоднее вариант штампованной заготовки. Определим эффект:

$$\Delta_{\Gamma} = (C_{\text{пр}} - C_{\text{шт}}) \cdot N_{\Gamma} \quad (2.11)$$

где  $N_{\Gamma} = 10000$  шт/год

$$\text{Э}_{\Gamma} = (351,3 - 158,1) \cdot 10000 = 1932000 \text{ руб.}$$

### 2.3 Технико-экономическое обоснование выбора методов обработки поверхностей

В зависимости от точности и шероховатости поверхностей, выбираем маршрут их обработки.

Прежде чем приступить к разработке технологического маршрута, необходимо определить методы получения поверхностей и последовательность их выполнения. Определяют их в зависимости от заданной точности и чистоты обрабатываемой поверхности, по соответствующей методике [8] с учетом коэффициента трудоемкости.

Таблица 2.2- Методы обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Точность IT	Шероховатость Ra, мкм	Твердость HRC	Маршруты обработки	Коэффициент трудоемкости
14	7	1,25	61	Ц, ТО, Шч	4,0
2,5,6,7,12	14	3,2	61	Т, Тч, ТО	2,2
9	11	3,2	61	Т, Тч, ТО	2,2
10,11	13	3,2	61	Т, Тч, ТО	2,2
3	6	0,63	61	Т, Тч, Ш, ТО, Шч	4,2
4	7e	3,2	61	Рз, ТО, Рш	3,0
15,16,18,19,20,21,22,23, 24,27,28,29,30,31,33,34, 35,36,37,40	14	3,2	61	Ф,ТО	1,0
1,13	13	3,2	61	Ф, ТО	1,0

Номер обрабатываемой поверхности	Точность IT	Шероховатость Ra, мкм	Твердость HRC	Маршруты обработки	Коэффициент трудоемкости
32,38,39	12	1,6	61	Ф,Фч,ТО	2,5
17	9	3,2	61	Фч,ТО	1,5
24,26	9	1,6	61	Ф,Фч,ТО	2,5
42,43,46,47,49,50,52,53	14	3,2	61	С,ТО	1,2
41,44,45,48,51	10	3,2	61	С, Рз, ТО	2,4

## 2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

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

Заготовка выполнена штамповкой

Рассчитаем припуски на наиболее точную цилиндрическую поверхность-шейку  $\varnothing 36g6(^{-0,009}_{-0,025})$

Результаты расчета припусков сведем в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Расчет припуска

№ пер	переход	Элементы припуска, мкм			Td/IT	Предельн. размеры мм		Предельн. припуски, мм	
		a	$\rho^{i-1}$	$\varepsilon_{\text{угр}}^{i-1}$		d <sup>i</sup> min	d <sup>i</sup> max	2Z max	2Z min
1	КГШП	360	698	-	1600	38.853	40,453	-	-
					16				
2	Обтачивание предварительное	100	42	400	390	36.524	36,914	3,929	1,939
					13				
3	Обтачивание чистовое	50	28	24	100	36.227	36,327	0,687	0,197
					10				
4	Шлифовать начерно	30	14	16	39	36.063	36,102	0,264	0,125
					8				
5	Шлифовать начисто	20	7	0	16	35,975	35,991	0,127	0,072
					6				

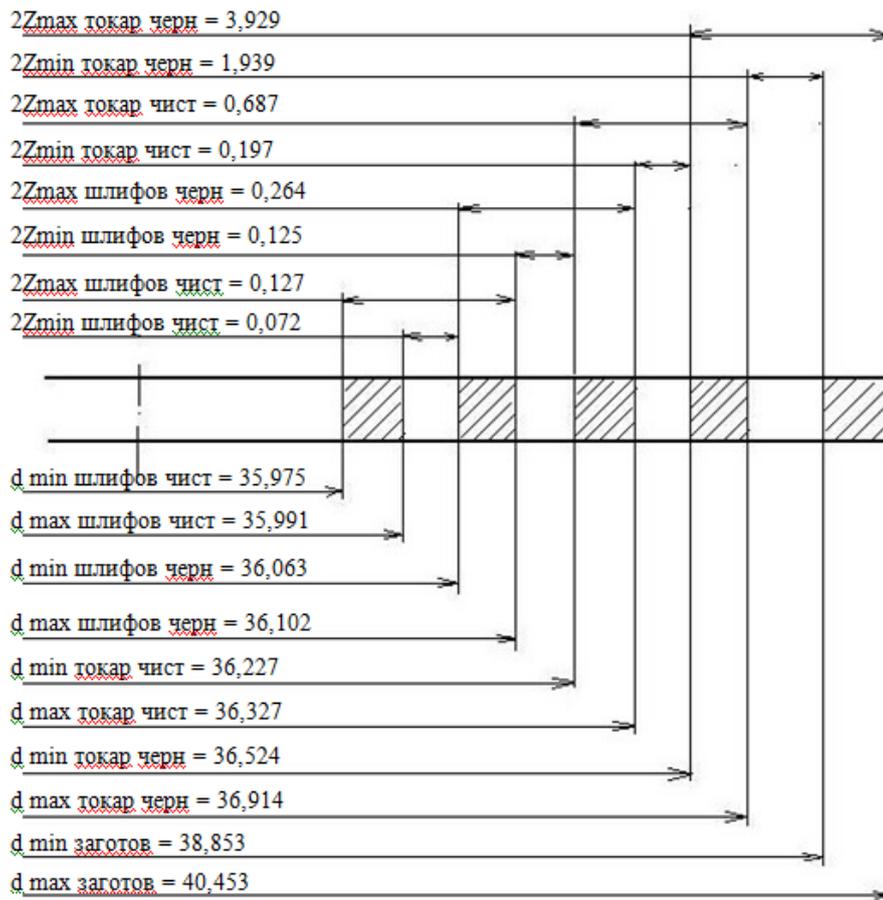


Рисунок 2.1 - Схема припусков

#### 2.4.2 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров табличным методом

Произведем определение промежуточных припусков табличным методом [14, 191]. Все данные оформлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Припуски на обработку поверхностей корпуса

№ оп	Операция (переход)	Обрабатываемые поверхности	Припуск на сторону, мм
010	Обтачивание предварительное	3,6,7,8,9	1,3
015	Обтачивание предварительное	10,11	1,3
020	Обтачивание чистовое	2-9	0,3

№ оп	Операция (переход)	Обрабатываемые поверхности	Припуск на сторону, мм
025	Обтачивание чистовое	10-12	0,3
030	Абразивная предварительная	3	0,14
075	Абразивная получистовая	3	0,06

### 2.4.3 Проектирование и расчет штампованной заготовки

Выполненные расчеты позволяют спроектировать заготовку.

Проектирование выполнено в соответствии с ГОСТ 7505-89. Все технические требования, уклоны, допуски указаны на чертеже заготовки, в графической части работы.

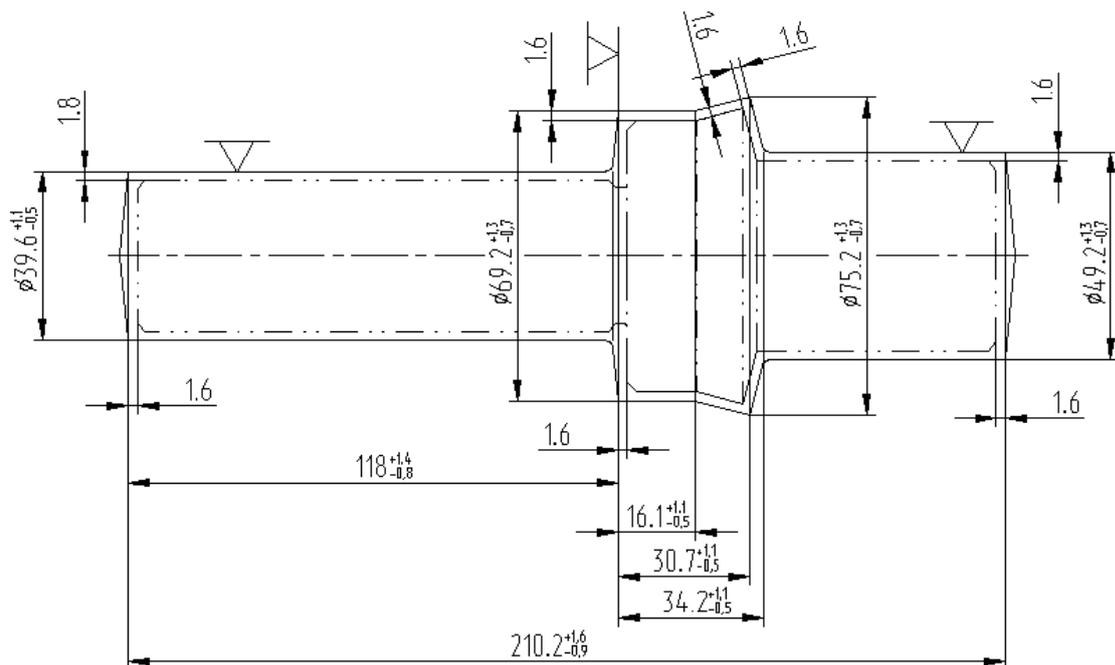


Рисунок 2.2 - Эскиз заготовки.

Коэффициент использования материала на штампованную заготовку

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 2,0/3,0 = 0,67 \quad (2.12)$$

## 2.5 Разработка технологического маршрута

### 2.5.1 Разработка схем базирования

Для успешного выполнения технологических операций механической обработки необходима правильная установка заготовок. В процессе установки решаются две различные задачи: базирование и закрепление заготовок.

Закрепление должно обеспечить во время технологических операций неподвижность заготовки относительно приспособлений, гарантирующую сохранение базирования и нормальное протекание процесса обработки. Особое внимание следует уделять вопросам базирования, особенно при обработке заготовок в условиях массового производства, где оборудование настроено на размер. Поэтому при назначении технологических баз следует предусматривать выполнения принципа единства баз, то есть совмещать измерительную и технологическую базы, используемые для отчета размера и базирования заготовки. Этот вариант исключает погрешность базирования, то есть влияние погрешности размера заготовки, связывающего измерительную и технологическую базы, на погрешность выполняемого размера.

### 2.5.2 Технологический маршрут обработки детали

Произведем описание технологического маршрута обработки детали по каждой операции с описанием номера и наименования операции, номеров базовых и обрабатываемых поверхностей, качества и шероховатости. Технологический маршрут обработки заносим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Технологический маршрут обработки детали.

№ оп	Наименование операции	№ базовых поверхн.	№ обраб. поверхн.	IT	Ra
000	Заготовительная	-	-	16	40
005	Фрезерно-	3,11,6	1,13	12	3,2

№ оп	Наименование операции	№ базовых поверхн.	№ обраб. поверхн.	IT	Ra
	центровальная		14	10	3,2
010	Токарная (черновая)	14,13	3,6,7,8,9	13	6,3
015	Токарная (черновая)	1,14	10,11	13	6,3
020	Токарная (чистовая)	14,13	2,3,5-9	10	3,2
			4	10	3,2
025	Токарная (чистовая)	1,14	10-12	10	3,2
030	Круглошлифовальная (черновая)	14,13	3	8	1,25
035	Фрезерная	3,11,6	17	9	3,2
			18,15,16	13	3,2
040	Фрезерная	3,6	15,16,18,19,20,21,22, 23,24,27,28,29,30,31, 33,34,35,36,37,40	13	3,2
			32,38,39	12	1,6
			24,26	9	1,6
			42,43,46,47,49,50,52,53	13	3,2
			41,44,45,48,51	10	3,2
045	Слесарная			-	-
050	Моечная				
055	Контрольная				
060	Термическая			-	-
065	Центрошлифовальная	3,6	14	7	1,6
070	Резьбошлифовальная	14,13	4	7e	1,6
075	Круглошлифовальная (чистовая)	14,13	3	6	0,4
080	Моечная				
085	Контрольная				

### 2.5.3 План обработки детали

План обработки детали "Корпус" представлен в графической части ВКР.

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

### 2.6.1 Обоснование выбора оборудования

Таблица 2.6 - Выбор оборудования

№ оп.	Наименование операции	Станок
005	Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный п/а МР-71М
010 015	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC
020 025	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC
030	Круглошлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный п/а 3М151
035	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2
040	Фрезерная	Многоцелевой горизонтальный станок с ЧПУ 2627ПМФ4
045	Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407
050 080	Моечная	Камерная моечная машина
065	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000
070	Резьбошлифовальная	Резьбошлифовальный п/а 5К822В
075	Круглошлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный п/а 3М151

### 2.6.2 Выбор станочных приспособлений

Таблица 2.7 - Выбор приспособлений

№ оп.	Наименование операции	Приспособления
005	Фрезерно-центровальная	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66
010	Токарная (черновая)	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71

№ оп.	Наименование операции	Приспособления
015		Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75
020	Токарная (чистовая)	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
025		Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75
030	Круглошлифовальная (черновая)	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
		Центр упорный ГОСТ 18259-72
035	Фрезерная	Приспособление специальное поворотное цанговое с пневмоприводом ОСТ 3-2913-75
040	Фрезерная	Приспособление специальное поворотное цанговое с пневмоприводом ОСТ 3-2913-75
065	Центрошлифовальная	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66
070	Резьбошлифовальная	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
		Центр упорный ГОСТ 18259-72
075	Круглошлифовальная (чистовая)	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
		Центр упорный ГОСТ 18259-72

### 2.6.3 Выбор режущего инструмента и средств контроля

Таблица 2.8 - Выбор инструмента

№ оп	Наимен. операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
005	Фрезерно-центровальная	Фреза торцевая $\varnothing 100$ ГОСТ 26595-85 Т5К10, покрытие TiCN-TiZrN-TiN.	Калибр-пробка ГОСТ 14827-69
		Сверло центровочное $\varnothing 3,15$ тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-79
010 015	Токарная (черновая)	Резец проходной с механическим креплением.	Шаблоны ГОСТ 2534-73
		Пластина 3-х гранная, Т5К10, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=97^\circ, \varphi_1=8^\circ, \lambda=0 \alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125	Калибр-скоба ГОСТ18355-73
020 025	Токарная (чистовая)	Резец проходной с механическим креплением.	Калибр-скоба ГОСТ18355-73

№ оп	Наимен. операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
		<p>Пластина Т15К6, покрытие (Ti,Si)CN  <math>\varphi=97^\circ, \varphi_1=27^\circ, \lambda=-2^\circ \alpha=11^\circ</math>  h=25 b=25 L=125</p> <p>Резец резьбовой с механическим креплением.</p> <p>Пластина резьбовая Т15К6, покрытие (Ti,Si)CN  <math>\varphi=60^\circ, h=25 b=25 L=125</math></p>	<p>Шаблон  ГОСТ 2534-79</p>
030	Кругло-шлифовальная (черновая)	Круг шлифовальный 1 450x30x203 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	<p>Калибр-скоба  ГОСТ 18355-73</p> <p>Шаблон  ГОСТ 2534-79</p>
035	Фрезерная	<p>Фреза концевая <math>\varnothing 20 Z=6</math> ГОСТ 17025-71 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C</p> <p>Фреза для паза сегментной шпонки <math>\varnothing 28 Z=8</math> ОСТ 21141-13-87, Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C</p>	Шаблон ГОСТ 2534-73
040	Фрезерная	<p>Сверло центровочное <math>\varnothing 3,15</math> тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C</p> <p>Сверло спиральные комбинированные Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C</p> <p>Сверло спиральные ГОСТ 10903-77, Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C</p> <p>Метчики машинные ГОСТ 3266-81 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C</p> <p>Фрезы шпоночные ГОСТ 9140-78, Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C</p> <p>Фрезы концевые ГОСТ 17025-71 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C</p> <p>Фрезы торцовые ГОСТ 9473-80 Т15К6, покрытие (Ti, Cr)C</p>	<p>Шаблон  ГОСТ 2534-73</p> <p>Шаблон резьбовой  ГОСТ 18363-73</p>

№ оп	Наимен. операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
065	Центрошлифовальная	Шлиф. головка EW 91A F60 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-73
			Приспособление мерительное с индикатором
070	Резьбошлифовальная	Круг шлифовальный 1 400x120x203 91A F60 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон резьбовой ГОСТ 18362-73
			Приспособление мерительное с индикатором
075	Круглошлифовальная (чистовая)	Круг шлифовальный 1 450x30x203 91A F60 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
			Приспособление мерительное с индикатором

## 2.7 Проектирование технологических операций

### 2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на токарную операцию 025.

#### 2.7.1.1 Исходные данные

- Деталь- корпус
- Материал- сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71  $\sigma_B = 1180$  МПа
- Заготовка- КГШП
- Обработка- обтачивание предварительное

### 2.7.1.2 Структура операции (последовательность переходов)

Оп 25 Токарная (чистовая): обточить цилиндрические поверхности, подрезать торцы, точить конус, выполнить фаску -  $\varnothing 46,4 \pm 0,05$ ;  $15^\circ$ ,  $143,2 \pm 0,08$ ;  $2 \times 45^\circ$ .

### 2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

Резец проходной с механическим креплением ( $h=25$ ,  $b=25$ ,  $L=125$ ), пластина 3 х-гранная, Т15К6 ( $\varphi = 97^\circ$ ,  $\varphi_1 = 8^\circ$ ,  $\lambda = 0$ ,  $\alpha = 11^\circ$ )

### 2.7.1.4 Данные оборудования

На данной операции используется токарный с ЧПУ - ВСТ-625-21 CNC

### 2.7.1.5 Расчет режимов резания

Срезаемый слой (припуск)  $t$ , мм

$$t = 0,3 \text{ мм}$$

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

$$S = 0.15 \text{ мм/об [15,с.268].}$$

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

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.13)$$

где  $C_U$  – базовая величина для данных условий обработки;  $C_U = 420$  [15, с.270];

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

$t$  – срезаемый слой, мм;

$m, x, y$  – табличные величины степеней;  $m = 0.2$ ,  $x = 0.15$ ,  $y = 0.20$ , [15, с.270];

$K_U$  – коэффициент обеспечивающий условия возникающие при обработке [15,с.282];

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.14)$$

Где коэффициенты учитывающие:

$K_{МУ}$  – состояние материала заготовки [15, с.261];

$K_{ПУ}$  – резание по корке или без;  $K_{ПУ} = 1.0$  [15, с.263];

$K_{ИУ}$  – свойства режущей пластины;  $K_{ИУ} = 1,0$   
[15, с.263];

$$K_{МУ} = K_{Г} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.15)$$

где  $K_{Г} = 1.0$  [15,с.262];

$n_U = 1,0$  [15,с.262]

$$K_{МУ} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{1180}\right)^{1,0} = 0,63.$$

$$K_U = 0,63 \cdot 1.0 \cdot 1,0 = 0,63.$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 0,63 = 194,5 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.16)$$

$$1: \text{обтачивание } \varnothing 46: n_1 = \frac{1000 \cdot 194,5}{3,14 \cdot 46} = 1346 \text{ мин}^{-1}.$$

$$2: \text{обтачивание } \varnothing 72: n_2 = \frac{1000 \cdot 194,5}{3,14 \cdot 72} = 860 \text{ мин}^{-1}.$$

Проведем корректировку частоты вращения по паспорту станка:

Фактическая частота вращения шпинделя

$$1: n_1 = 1250 \text{ мин}^{-1};$$

$$2: n_2 = 800 \text{ мин}^{-1};$$

Выполним пересчет скорости  $V$ , м/мин:

$$1: V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 46 \cdot 1250}{1000} = 180,5 \text{ м/мин};$$

$$2: V_2 = \frac{3.14 \cdot 72 \cdot 800}{1000} = 180.8 \text{ м/мин};$$

Определим силовые составляющие

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.17)$$

где  $C_p$  – величина учитывающая условия обработки;  $C_p = 300$  [15,с.273];

$x, y, n$  – табличные значения степеней;  $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$  [15,с.273];

$K_p$  – корректирующий коэффициент

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.18)$$

$K_{MP}$  – коэффициент учитывающий качество материала заготовки [15,с.264];

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.19)$$

где  $\sigma_B$  – механическое напряжение;

$n = 0.75$  [15,с.264];

$$K_{MP} = \left( \frac{1180}{750} \right)^{0.75} = 1.4;$$

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  – показатели учитывают геометрию режущих пластин:

$K_{\varphi p} = 0.89; K_{\gamma p} = 1.0; K_{\lambda p} = 1.0; K_{rp} = 1.0$  [15,с.275];

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.3^{1.0} \cdot 0.15^{0.75} \cdot 180.8^{-0.15} \cdot 1.4 \cdot 0.89 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 124 \text{ Н.}$$

Определим требуемую мощность  $N$ , кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{124 \cdot 180.8}{1020 \cdot 60} = 0.37 \text{ кВт} \quad (2.20)$$

Потребная мощность должна быть меньше мощности станка. У станка ВСТ-625-21 CNC

$N_{шт} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0.75 = 7.5 \text{ кВт}; 0.37 < 7.5$ , т. е. обработка возможна.

## 2.7.2 Расчет режимов резания табличным методом

Расчет припусков табличным методом проводим по методике, описанной в [1]. Покажем пример расчета на круглошлифовальную операцию 030

### 2.7.2.1 Исходные данные

- Деталь - корпус
- сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71 ( $\sigma_B = 1180$  МПа)
- Заготовка - КГШП
- Обработка - круглошлифовальная
- Тип производства - серийное
- обработка ведется в поводковом патроне с поджатием задним, упорным центром.

### 2.7.2.2 Структура операций (последовательность переходов)

Оп 030 Круглошлифовальная (черновая)

Шлифовать поверхн., выдерж. разм.  $\varnothing 36,12_{-0,039}$

### 2.7.2.3 Выбор режущих инструментов

Принимаем Круг шлифовальный 1 450x30x203 91А F36 Р 4 V А 35 м/с  
2 кл. ГОСТ Р 52781-2007

### 2.7.2.4 Расчет режимов резания

Срезаемый слой  $t$ , мм.

$$t = 0,14 \text{ мм.}$$

Скорость перемещения в инструмента в осевом направлении  $S_{\text{дв.ход}}$ , мм/дв.ход

$$S_{\text{дв.ход}} = 0,005-0,010 \text{ мм/дв.ход}$$

Определяем значение для предварительного шлифования:  $S_{\text{тдв.ход}} = 0,008$   
мм/дв.ход

Скорость перемещения инструмента за оборот заготовки (осевая)  $S$ , мм/об

$$S = S_{\text{д}} \cdot V_{\text{к}}, \quad (2.21)$$

где  $S_{\text{д}}$  – табличное значение скорости (допускаемое),

$V_{\text{к}} = 30$  мм – размер ширины инструмента (шлифовальный круг 450x30x205)

$$S_{\text{д}} = 0,3-0,4$$

Принимаем  $S_{\text{д}} = 0,4$

$$S = 0,35 \cdot 30 = 10,5 \text{ мм/об},$$

Принимаем  $S = 10$  мм/об

Скорость вращения шлифовального круга, м/с

$$V = 35 \text{ м/с}$$

Скорость вращения обрабатываемой заготовки в центрах, м/мин

$$v_3 = 35 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя  $n$ , мин<sup>-1</sup>

$$n_{31} = 1000 v_3 / \pi d = 1000 \cdot 35 / 3.14 \cdot 36,12 = 308 \text{ мин}^{-1}$$

Так как на выбранном станке обеспечено бесступенчатое регулирование частоты вращения, то корректировка не требуется.

Частота вращения шпинделя шлифовального круга  $n_{\text{ш}}$ , мин<sup>-1</sup>

$$n_{\text{ш}} = \frac{1000 \cdot 35 \cdot 60}{3.14 \cdot 450} = 1486 \text{ мин}^{-1}$$

Рассчитаем режимы резания на остальные операции техпроцесса, пользуясь [1]. Результаты расчета в таблице 2.9

Таблица 2.9- Сводная таблица режимов резания

№ оп	операция	переход	t, мм	S, мм/об	V <sub>T</sub> , м/мин	п <sub>T</sub> , /мин <sup>-1</sup>	п <sub>пр</sub> мин <sup>-1</sup>	V <sub>пр</sub> м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Фрезерно-центровальная	Фрезер. пов.	1,6	0,06-10	85	271	270	84,8
		Центровать Ø 3,15	1,57	0,1	11	1112	1125	11,1
10	Токарная (черновая)	Обтачивание Ø 37	1,3	0,3	95	817	800	92,9
		Обтачивание Ø 66,8	1,3	0,3	95	452	400	83,9
15	Токарная (черновая)	Обтачивание Ø 46,6	1,3	0,3	95	646	630	92,2
		Обтачивание Ø 72,6	1,3	0,3	95	416	400	91,2
20	Токарная (чистовая)	Обтачивание Ø 36,4	0,3	0,15	194,5	1701	1600	182,8
		Обтачивание Ø 66	0,3	0,15	194,5	938	800	165,8
		Точить резьбу Tr36x2	1,25	2	120	1060	1000	113,0
25	Токарная (чистовая)	Обтачивание Ø 46	0,3	0,15	194,5	1346	1250	180,5
		Обтачивание Ø 72	0,3	0,15	194,5	860	800	180,8
30	Шлифовальная (черновая)	Шлифовать Ø 36,12	0,14	0,008* 10	35	308	308	35
35	Фрезерная	Фрезеровать паз Ø28	9,5	0,20	25	284	250	22,0
		Фрез. лыску фрезой Ø20	1,7	0,30	30	477	400	25,1
40	Фрезерная	Фрез. фрезой Ø15	5	0,05*5	25	530	500	23,5
		Фрез. фрезой Ø20	5	0,06*6	26	414	400	25,1
		Фрез. фрезой Ø100	5	0,06*10	150	477	400	125,6
		Фрез. фрезой Ø7,6	2,5	0,04*4	18	754	630	15,0
		Фрез. фрезой Ø8	0,2	0,02*4	38	1512	1400	35,1
		Фрез. фрезой Ø10	5	0,03*4	24	764	630	19,8
		Фрез. фрезой Ø6	3	0,025*4	20	1064	1000	18,8
		Центровать Ø3,15	1,57	0,10	12	1213	1250	12,4
		Сверлить Ø 7	3,5	0,20	18	318	315	6,9
		Сверлить Ø 5/7	3,5	0,18	17	773	630	13,8
		Сверлить Ø 4,5/6	3	0,15	17	902	800	11,9
		Нарезать резьбу М8	1	1	8	318	315	7,9
Нарезать резьбу М6	0,5	0,5	8	424	400	7,5		
70	Резьбошлифовальная	Шлифовать резьбу	0,2	-	0,8	7	7	0,8
75	Шлифовальная (чистовая)	Шлифовать Ø 36	0,06	0,005* 6	35	310	310	35

\*-подача в мм/ход стола

### 2.7.3 Определение норм времени на все операции

Время на выполнение технологической операции [5]:

$$T_{ш-к} = T_{п-з}/n + T_{шт} \quad (2.22)$$

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

$n$  – объем заготовок в партии, шт

$$n = N \cdot a / D, \quad (2.23)$$

где  $N$ - объем выпуска изделий за год;

$a$ - периодичность запуска в днях (3,6,12,24 дня). Принимаем  $a=12$ ;

$D$ - количество рабочих дней.

Тогда

$$n = 10000 \cdot 12 / 254 = 472$$

Определим время на выполнение технологической операции  $T_{шт}$ :

Для всех операций:

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{об.от} \quad (2.24)$$

Для абразивных операции:

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{тех} + T_{орг} + T_{от}, \quad (2.25)$$

где  $T_o$  - машинное время, мин

$T_v$  – время на управление станком, мин.

$$T_v = T_{y.c} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}, \quad (2.26)$$

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

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

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

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

$K=1,85$ -коэффициент для среднесерийного производства

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

$T_{\text{тех}}$  - время на смазку и ремонт

$T_{\text{от}}$  - время на отдых, мин.

$$T_{\text{тех}} = T_o \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.27)$$

где  $t_{\text{п}}$ - время на восстановление профиля инструмента, мин

$T$ - время между правками инструмента, мин

Расчет времени по приведенной методике оформим в виде таблицы 2.10.

Таблица 2.10 - Нормы времени

№ оп	Наименование оп	$T_o$ мин	$T_v$ мин	$T_{\text{оп}}$ мин	$T_{\text{об.от}}$ мин	$T_{\text{п-з}}$ мин	$T_{\text{шт}}$ мин	n	$T_{\text{шт-к}}$ мин
05	Фрезерно-центровальная	0,419	0,314	0,733	0,044	32	0,777	472	0,845
10	Токарная (черновая)	0,883	0,296	1,179	0,071	17	1,250	472	1,286
15	Токарная (черновая)	0,442	0,284	0,726	0,043	17	0,769	472	0,805
20	Токарная (чистовая)	1,212	0,370	1,582	0,095	20	1,677	472	1,719
25	Токарная (чистовая)	0,445	0,314	0,759	0,045	17	0,804	472	0,840
30	Шлифовальная (черновая)	0,625	0,307	0,932	0,128	14	1,060	472	1,090
35	Фрезерная	0,778	0,351	1,129	0,068	28	1,197	472	1,256
40	Фрезерная	9,134	0,596	9,730	0,584	52	10,314	472	10,424
65	Центрошлифовальная	0,216	0,307	0,523	0,040	12	0,563	472	0,588
70	Резьбошлифовальная	0,228	0,340	0,568	0,064	25	0,632	472	0,685
75	Шлифовальная (чистовая)	0,774	0,307	1,081	0,153	14	1,234	472	1,264

## 3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

### 3.1 Проектирование станочного приспособления

#### 3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

Произведем описание конструкции и расчет токарного 3-х кулачкового поводкового патрона для обработки детали на токарной операции 025.

Взяв за основу стандартный поводковый рычажный патрон, доработаем его для нашей детали. Необходимо изменить конструкцию кулачков, передаточное отношение рычагов, вместо цельного рычага применим сборный рычаг с сухарями, что увеличит площадь контакта рычагов с центральной втулкой и подкулачниками, что уменьшит износ их поверхностей.

Поэтому основной задачей проектирования является совершенствование конструкции базового патрона с целью увеличения его надежности.

#### 3.1.2 Расчет усилия резания

Для расчета токарного патрона необходимо определить главную составляющую силы резания  $P_z$ .

Главная составляющая силы резания определена в разделе 2.7:

$$P_z = 124 \text{ Н}$$

#### 3.1.3 Расчет усилия зажима

При обработке со стороны инструмента действует сила резания, препятствует этому силе зажима (рис. 3.1). Из условия равенства моментов определим силу зажима.

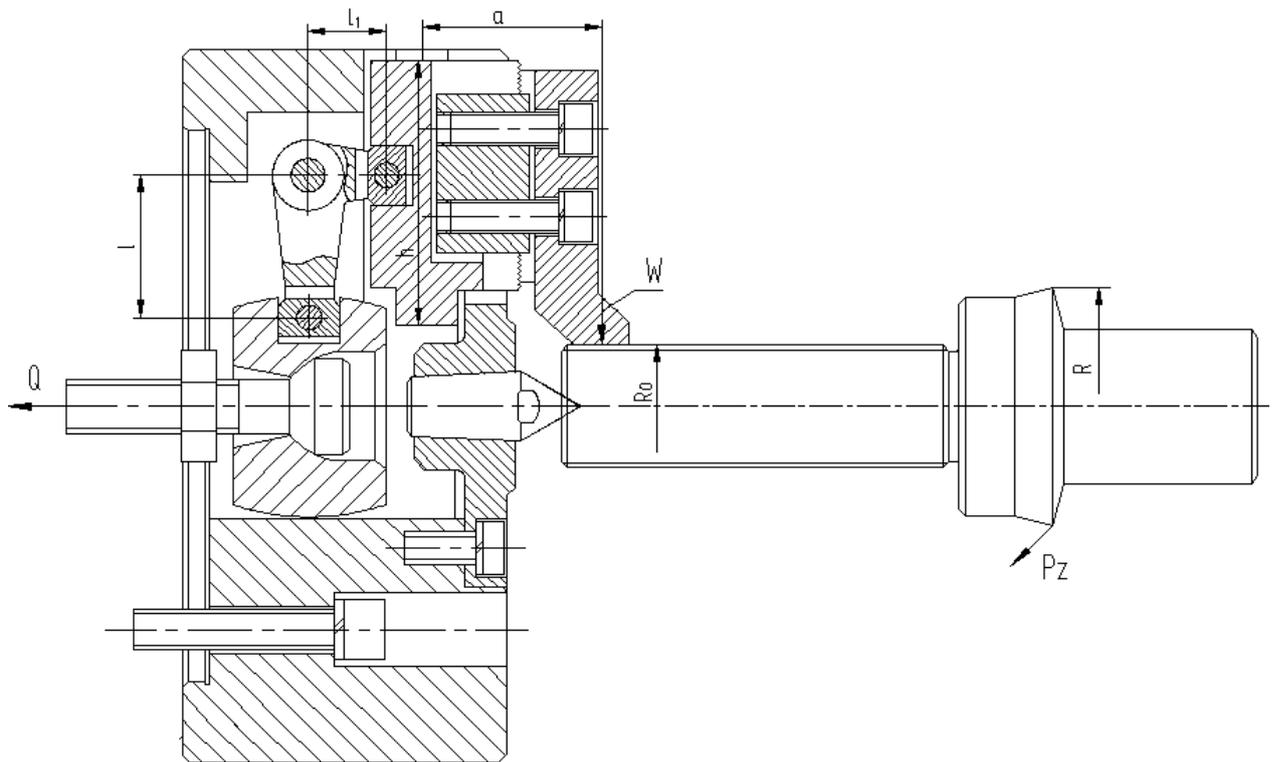


Рисунок 3.1 - Схема приложения сил

Определим необходимое усилие зажима:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (3.1)$$

где  $K$  – гарантированный коэф-т запаса;

$P_z$  – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

$R_0$  –  $\frac{1}{2}$  диаметра обработки, мм;

$f$  – коэффициент трения на рабочей поверхности кулачка;  $f = 0,16$ ;

$R$  –  $\frac{1}{2}$  диаметра поверхности касания кулачков, мм.

Коэффициент запаса [16,с.382]:

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

где коэффициенты характеризующие:

$K_0$  – запас надежности;  $K_0 = 1,5$  [16,с.382];

$K_1$  – изменение сил резания при увеличении глубины срезаемого слоя;  $K_1 = 1,0$  [16,с.382];

$K_2$  – изменение сил при изменении геометрии режущей кромки;  $K_2 = 1,2$  [16,с.383];

$K_3$  – условия при непостоянной обработке;  $K_3 = 1,2$  [16,с.383];

$K_4$  – стабильность силы зажима;  $K_4 = 1,0$  [16,с.383];

$K_5$  – удобство ручного зажима;  $K_5 = 1,0$  [16,с.383];

$K_6$  – изменение сил при обработке плоских заготовок;  $K_6 = 1,0$  [16,с.384].

Тогда:

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

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

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 124 \cdot 72 / 2}{0,16 \cdot 36,4 / 2} = 3832 \text{ Н.}$$

### 3.1.4 Выбор конструкции и расчет зажимного механизма

Определим потребное усилие силового привода:

$$Q = K_1 \cdot (1 + 3 \cdot a \cdot f / h) \cdot (l_1 / l) W, \quad (3.3)$$

где  $K_1$  – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне

$$K_1 = 1,05 \text{ [16, с. 153]}$$

$f$  – коэффициент трения между направляющей поверхностью кулачка и пазом корпуса патрона.

$$Q = 1,05 \cdot (1 + 3 \cdot 53 \cdot 0,1 / 80) \cdot (22 / 44) \cdot 3832 = 2411 \text{ Н}$$

### 3.1.5 Выбор конструкции и расчет силового привода

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

Тянущая сила на штоке для привода двухстороннего действия определяется

по формуле [16, с. 449] .

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (3.4)$$

где  $Q$  – тянущая сила на штоке, Н

$D$  – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм

$d$  – диаметр штока пневмоцилиндра, мм

$p$  - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода

Приняв по [16, с. 379] приближенно  $d = 0.25D$ , получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 (1 - 0.25^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.9375 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.5)$$

Тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.9375 \cdot p \cdot \eta}} = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.6)$$

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{2411}{0,4 \cdot 0,9}} = 95,7 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартное значение присоединяемого пневмоцилиндра с вращающейся муфтой для резьбового конца шпинделя станка ВСТ-625-21 CNC  $D = 200$  мм.

Определим ход рычага в месте закрепления (ход кулачков) по формуле

$$S_{p(w)} = T + \Delta_{\text{ГАР}} + \frac{W}{J_p} + \Delta S_p + \Delta_{\text{Ш}}, \quad (3.7)$$

где  $T$  – допуск на размер от базовой поверхности до поверхности закрепления, мм; для  $\varnothing 36,4_{-0,1}$   $T = 0,1$  мм

$\Delta_{\text{ГАР}}$  - гарантированный зазор между поверхностью заготовки и зажимным элементом ( $\Delta_{\text{ГАР}} = 0.2 \dots 0.4$  мм), мм;

$J_p$  – жесткость РЗМ

$\Delta S_p$  - запас хода, учитывающий износ и погрешности изготовления рычага ( $\Delta S_p = 0.2 \dots 0.4$  мм), мм;

$\Delta_{\text{Ш}}$  - технологический зазор между гайкой и качающейся втулкой, для обеспечения самоустановки кулачков ( $\Delta_{\text{Ш}} = 0,5 \dots 0,8$  мм), мм;

$$S_{p(w)} = 0.1 + 0,3 + \frac{3832}{4,0 \cdot 10^4} + 0,3 + 0,6 = 1,4 \text{ мм}$$

Ход рычага в месте соединения с приводом (ход штока пневмоцилиндра) определим по формуле

$$S_{p(Q)} = S_{p(w)} \cdot i_{\text{П}}, \quad (3.8)$$

где  $i_n$  - передаточное отношение перемещений рычага, мм.

$$i_{\text{П}} = \frac{L_2}{L_1}, \quad (3.9)$$

где  $L_1$  и  $L_2$  – расстояния от опоры до мест приложения усилий  $Q$  и  $W$  соответственно, мм.

$$S_{p(Q)} = 1.4 \cdot \frac{44}{22} = 2.8 \text{ мм}$$

Примем  $S_{p(Q)} = 3$  мм

### 3.1.6 Расчет суммарных погрешностей приспособления

Погрешность базирования при установке заготовки в поводковом патроне в

центрах (передний центр жесткий) для линейных размеров от обрабатываемого торца [16, с.526]:

$$\varepsilon_B = 0,5 IT_{D_{ц}} \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{ц} \quad (3.10)$$

где  $IT_{D_{ц}}$  – допуск на диаметр центрального отверстия, мм;

$\alpha_{ц}$  - половина угла при вершине рабочего конуса

$$\varepsilon_B = 0,5 \cdot 0,08 \cdot \operatorname{ctg} 30 = 0,07 \text{ мм}$$

максимальный допуск на линейные размеры на токарной операции  $Tl = 0.16$  мм  $< 0,07$  мм, следовательно, приспособление обеспечивает заданную точность.

### 3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

По результатам расчетов выполняем чертеж приспособления.

Приспособление состоит из патрона и пневмопривода.

Патрон устанавливается на фланец шпинделя и крепится винтами 26 с шайбами 40. Патрон состоит из корпуса 8, в направляющие которого установлены подкулачники 14. К подкулачникам с помощью сухарей 18 винтами 25 с шайбами 39 крепятся сменные кулачки 11. В центральном отверстии корпуса патрона на винте 2 установлена втулка 3. В паз подкулачника 14 и в выточку втулки 3 входят сухари 19, установленные с помощью осей 13 на рычаге 16. Рычаг 16 установлен в корпусе патрона на оси 12, которая фиксируется винтами 28,29. К корпусу 8 винтами 23 крепится фланец 20 с установленным в нем центром 21.

Винт 2 с помощью гайки 31 соединен с тягой 17, которая, в свою очередь соединена со штоком 22 пневмоцилиндра.

Пневмоцилиндр содержит корпус 9, в котором с помощью винтов 24 с шайбами 39 установлена крышка 10. В пневмоцилиндре установлен поршень 15, который с помощью гайки 30 с шайбой 38 крепится к штоку 22. В штоке установлена втулка 4 с кольцами 6 и 7. В отверстие втулки 4 входит трубка муфты 1 для подвода воздуха.

Муфта 1 установлена в корпусе 9 с помощью гайки.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 32-37.

Для предотвращения ударов поршня о стенки корпуса 9 и крышки 10 на поршне 15 установлены демпферы 5.

Пневмоцилиндр устанавливается на заднем конце шпинделя и фиксируется винтом 27.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается на центре 21 и поджимается задним центром. При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 15 через шток 22, тягу 17, винт 2 тянет втулку 3 влево, рычаг 16 поворачивается на оси 12, сдвигая подкулачники 14 с закрепленными на них сменными кулачками 11, которые зажимают заготовку. При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень 15 отходит вправо, описанный выше цикл происходит в обратном направлении и заготовка разжимается.

## 3.2 Проектирования контрольного приспособления

### 3.2.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На Оп 085 Контрольная происходит промежуточный выборочный контроль геометрических параметров корпуса.

После шлифовальной операции происходит контроль биения наружной поверхности хвостовика относительно оси центров.

Контроль осуществляется механическим индикатором с ценой деления 0,05 мм.

Спроектируем приспособление для контроля биения, взяв за основу приспособления для аналогичных деталей.

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-N.

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

### 3.2.3 Описание конструкции приспособления

Описание конструкции приспособления.

Приспособление содержит основание 4 к которому винтами 15 с шайбами 17 с помощью шпонок 10 крепятся стойки 6 с центрами 2 и 8. Центр 8 неподвижный, центр 2 подпружиненный. Центры крепятся с помощью винтов 14 с шайбами 16.

К основанию 4 винтами 13 с шайбами 16 крепится плита 5. На плиту 5 устанавливается корпус 3 с закрепленным в нем винтом 12 индикатором 1.

Винтами 11 к основанию 5 крепится табличка 7 с маркировкой обозначения чертежа приспособления, детали, даты.

Приспособление работает следующим образом.

Заготовку устанавливают в центрах. Индикаторный блок придвигают по плите 5 вперед до тех пор, пока он вставкой не упрется в контролируемую шейку заготовки.

Заготовку проворачивают на  $360^\circ$  и по цветовой индикации измерительной головки определяют величину биения наружной поверхности относительно оси центров. 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

Наименование технического объекта дипломного проектирования (технологический процесс, технологическая операция, технологическое или инженерно-техническое оборудование, техническое устройство, приспособление, материальное вещество, технологическая оснастка, расходный материал) приводится в таблице 4.1

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Заготовительная операция	Кузнец-штамповщик	Пресс КГШП	Металл
2	Фрезерование и центрование	Фрезерно-центровальная операция	Фрезеровщик	Фрезерно-центровальный п/а МР-71М	Металл, СОЖ
3	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Металл, СОЖ
4	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2 Многоцелевой горизонтальный станок с ЧПУ 2627ПМФ4	Металл, СОЖ
5	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный п/а 3М151	Металл, СОЖ
6	Центрошлифование	Центрошлифовальная операция	Шлифовщик	Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000	Металл, СОЖ
7	Резьбошлифование	Резьбошлифовальная операция	Шлифовщик	Резьбошлифовальный п/а 5К822В	Металл, СОЖ

## 4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Идентификацию производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков - опасных и /или вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, источник этих факторов – оборудование, материал, вещество приводим в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Пресс КГШП
2	Фрезерно-центровальная операция Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Фрезерно-центровальный п/а МР-71М Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2 Многоцелевой горизонтальный станок с ЧПУ 2627ПМФ4
3	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC
4	Круглошлифовальная операция Центрошлифовальная операция Резьбошлифование	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Круглошлифовальный п/а 3М151 Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000 Резьбошлифовальный п/а 5К822В

### 4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

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

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

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

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

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

##### 4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

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

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

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

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

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

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;

2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;

3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;

5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Кузнечный участок	Пресс КГШП	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок лезвийной обработки	Фрезерно-центровальный п/а МР-71М Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC Горизонтально-фрезерный	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических уста-

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
		с ЧПУ 6904ВМФ2 Многоцелевой горизонтальный станок с ЧПУ 2627ПМФ4	плавящихся твердых веществ и материалов (В)		новок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
3	Участок абразивной обработки	Круглошлифовальный п/а 3М151 Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000 Резьбошлифовальный п/а 5К822В	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

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

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приводятся в таблице 4.5

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

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

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

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара (таблица 4.6).

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция Многоцелевой горизонтальный станок с ЧПУ 2627ПМФ4	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недопозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

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

4.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, ре-

результаты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерная операция	Многоцелевой горизонтальный станок с ЧПУ 2627ПМФ4	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты, СОЖ	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м <sup>3</sup>

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (ВКР) согласно нормативных документов (таблица 4.8).

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

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

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

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

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления корпуса расточной оправки, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

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

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

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

## 5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

В данном разделе осуществим расчеты, которые позволят экономически обоснованность внесенные изменений в ТП изготовления детали «Корпус оправки расточной». Детальная информация, касающаяся этого технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому для выполнения поставленной цели представим только краткую характеристику сравниваемых вариантов.

Базовый вариант. Операция 030 – Токарная тонкая.

Получистовая обработка производится тонким точением на токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3. Закрепление обеспечивает поводковый патрон с центром. В качестве инструмента используется резец-вставка токарный для контурного точения. Пластина 3-хгранная Т30К4.

Проектный вариант. Операция 030 – Круглошлифовальная.

Получистовая обработка производится черновым шлифованием на круглошлифовальный п/а 3М151. Закрепление обеспечивает поводковый патрон с центром. В качестве инструмента применяется шлифовальный круг 1 450x30x205 91AF46L9VA 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007.

Указанные изменения позволяют сократить трудоемкость выполнения операции 030, а именно:

- штучное время с 2,644 мин. до 1,09 мин.;
- основное время с 1,925 мин. до 0,625 мин.

Кроме перечисленных параметров, для проведения экономического обоснования, необходима следующая информация: масса детали  $M_d = 2,0$  кг; масса заготовки (штамповка)  $M_z = 3,0$  кг; материал – сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71; годовая программа  $P_r = 10000$  шт./год.

Экономическое обоснование целесообразности предложенных изменений проводят в несколько этапов.

Этап I. Расчет капитальных вложений в проектируемый вариант.

Этап II. Определение технологической себестоимости выполнения операции по сравниваемым вариантам.

Этап III. Определение полной себестоимости операции, также по сравниваемым вариантам.

Этап IV. Расчет экономической эффективности предложенных совершенствований.

Для выполнения первого этапа необходимо применить методику расчета капитальных вложений, подробное описание которой представлено в методических указаниях экономическому обоснованию инженерных решений [10]. Согласно этой методике величина капитальных вложений составит  $K_{ВВ,ПР} = 332598,37$  руб., включающая затраты по замене оборудования, инструмента, затраты на проектирования, затраты на демонтаж, выручку от реализации заменяемого оборудования и другие виды затрат.

Выполнение второго этапа обусловлено определением величины технологической себестоимости, которая учитывает расходы, связанные с выполнением самого технологического процесса и зависит от таких величин как: материал и метод получения заготовки, заработной платы основных рабочих, начисления на заработную плату и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. В связи с тем, что метод получения заготовки и ее материал по сравниваемым вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем выполнять без этих затрат, т.к. они влияния на конечный результат расчетов не окажут. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали по сравниваемым вариантам представлена на рисунке 5.1.

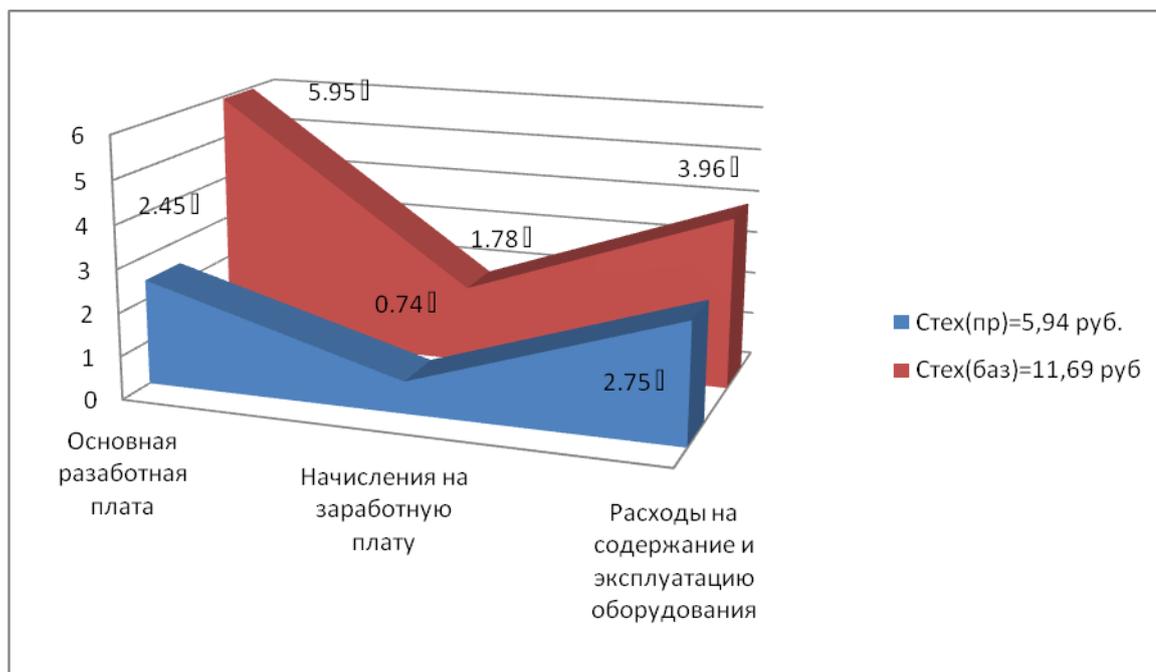


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения 030 операции по двум вариантам

На основе представленных значений рассчитываем величину полной себестоимости выполнения операции 030, которая выполняется на третьем этапе. Согласно расчетам по представленной методике составления калькуляции себестоимости [10] по базовому варианту полная себестоимость имеет величину 33,43 руб.; а по проектному варианту – 14,91 руб.

Последним этапом является проведение экономического обоснования предложенных изменений. Для этого используем методику расчета показателей экономической эффективности [10], согласно которой мы получаем следующие данные.

$$\Pi_{\text{р.ож}} = \Delta_{\text{уг}} = (C_{\text{пол(баз)}} - C_{\text{пол(пр)}}) \cdot \Pi_{\text{г}} \quad (5.1)$$

$$\Pi_{\text{р.ож}} = \Delta_{\text{уг}} = (33,43 - 14,91) \cdot 10000 = 185200 \text{ руб.}$$

$$H_{\text{приб}} = \Pi_{\text{р.ож}} \cdot K_{\text{нал}} \quad (5.2)$$

$$H_{\text{приб}} = 185200 \cdot 0,2 = 37040 \text{ руб.}$$

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

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = 185200 - 37040 = 148160 \text{ руб.}$$

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

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{332598,37}{148160} + 1 = 3,25 = 4 \text{ года}$$

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

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}} \left( \frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} + \frac{1}{(1+0,2)^4} \right) =$$

$$= 383438,08 \text{ руб}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = 383438,08 - 332598,37 = 50839,71 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{383438,08}{332598,37} = 1,15 \text{ руб./руб.}$$

Предложенные изменения по операции 030 технологического процесса изготовления детали «Корпус оправки расточной», можно считать экономически обоснованными, что доказывает полученная в ходе расчетов положительная величина интегрального экономического эффекта, в размере 50839,71 руб.

## Заключение

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- разработан новый технологический процесс изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- разработана заготовка, полученная методом штамповки на КГШП;
- применена высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом;
- применено высокопроизводительное оборудование - станки с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы;
- применен современный инструмент с износостойкими покрытиями;
- спроектирован патрон поводковый с центром с механизированным приводом для токарной операции;
- спроектировано приспособление для контроля радиального биения с высокоточным электронным индикатором Mitutoyo.

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

Экономический эффект от внедрения данных мероприятий составит 50839,71 рублей.

## Список используемой литературы

1 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник [Текст] / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич [и др.]; под ред. А.Д. Корчемкина. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с., 5000 экз.

2 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений [Текст]: Учеб пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.школа, 1980. - 240 с.

3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания [Текст] / В.М. Боровков, Тольятти, ТГУ, 2013 - 10 с.

4 Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания [Текст] / В.М. Боровков, Тольятти, ТГУ, 2013 - 16 с.

5 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: Учебное пособие для вузов. / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания 1983 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с., 1000 экз. – ISBN 978-5-903034-08-6.

6 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания [Текст] / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.

7 Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. [Текст] / Л.Н. Горина, - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33 с.

8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски [Текст]. – Взамен ГОСТ 7505-74; введ. 1990-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 86 с.

9 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" [Текст]: Учеб. пособие для техникумов по специальности "Обработка металлов резанием" / И.С. Добрыднев. – М: Машиностроение, 1985. - 184 с., ил., 75000 экз.

10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100)

[Текст]/ Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с..

11 Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 151001 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТТК, 2008. - 75 с.

12 Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техниках [Текст]: Учеб. пособие для техникумов. / Н.А. Нефедов. 2-е изд. перераб. и доп.- М.: Высш. Школа, 1986. – 239 с., ил., 10000 экз.

13 Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту [Текст]: Учеб. пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент". / Н.А.. Нефедов. 5-е изд. перераб. и доп - М.: Машиностроение, 1990.- 448 с. ил., - ISBN 5-217-01018-5.

14 Справочник технолога - машиностроителя [Текст]: в 2-х т. Т. 1 / А.М.Дальский [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., исправл. - М: Машиностроение-1, 2003. – 912 с., ил., – ISBN 5-94275-013-0 (общ.).

15 Справочник технолога - машиностроителя [Текст]: в 2-х т. Т. 2 / А.М.Дальский [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., исправл. - М: Машиностроение-1, 2003. – 944 с., ил., – ISBN 5-94275-013-0 (общ.).

16 Станочные приспособления: Справочник [Текст] В 2-х т. Т. 1./ Б.Н. Вардашкин [и др.]; под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова; - М.: Машиностроение, 1984, - 592 с., ил.

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

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

19 Промсервис – М. Справочник оборудования. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://promservis24.ru/Directory>

20 Станкокомпания «Гигант». Техническая документация на станки. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gig-ant.com/import/58/>

21 База нормативной технической документации. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru/>

## Приложения

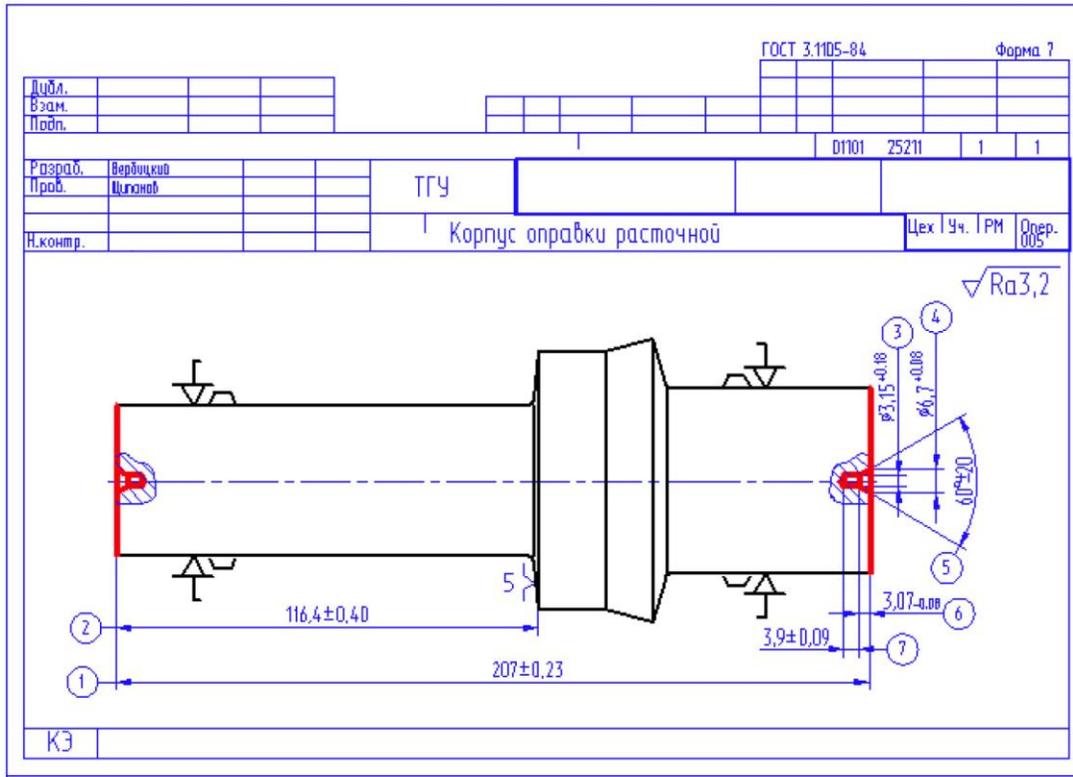
1. Маршрутная карта технологического процесса.
2. Операционные карты.
3. Спецификация к чертежу станочного приспособления.



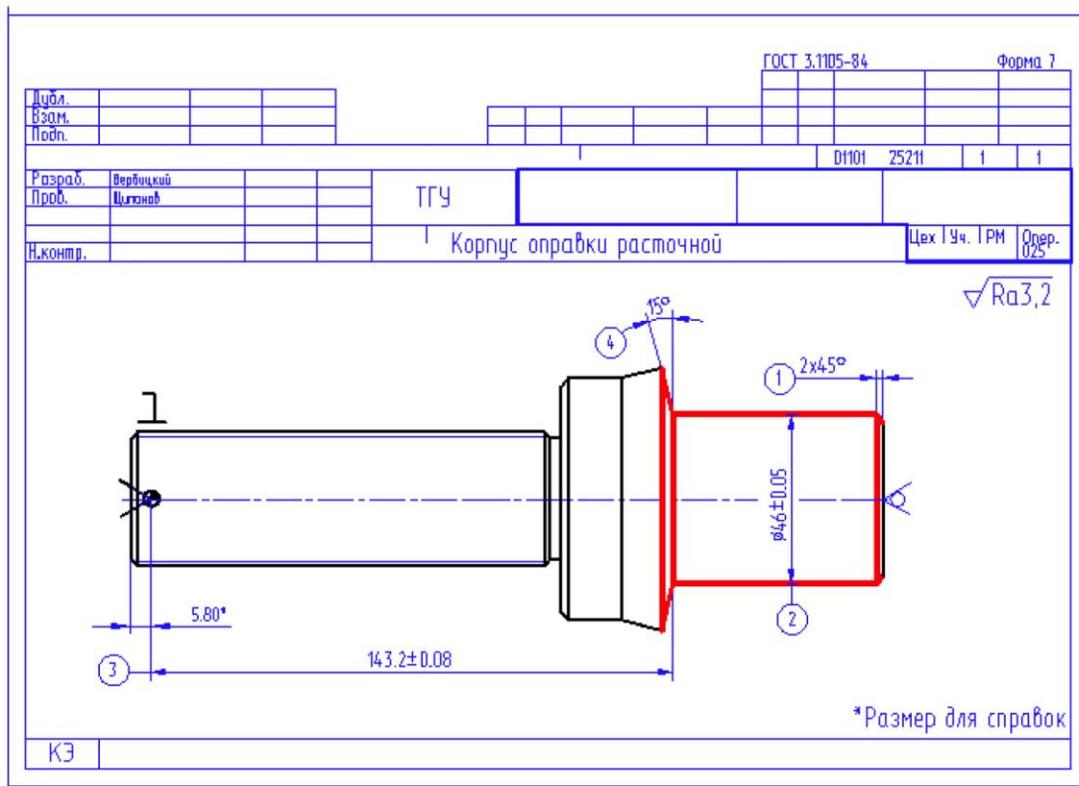




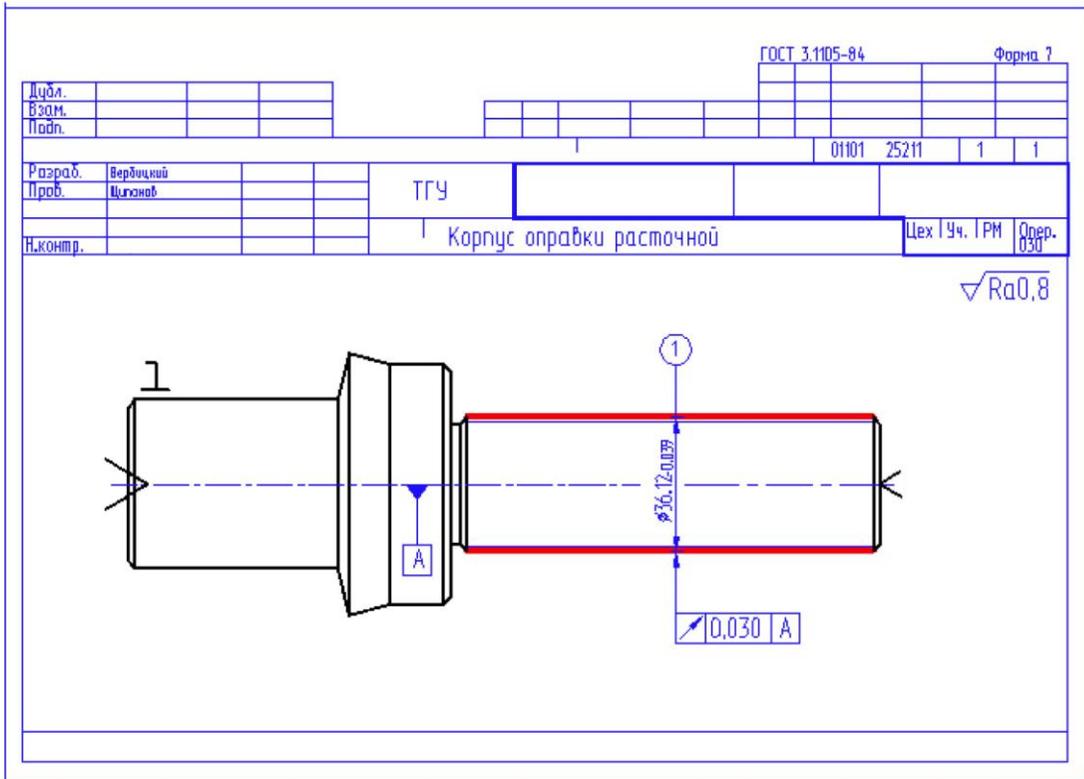












Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.592.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.592.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.592.60.002	Винт	1	
		3	16.07.ТМ.592.60.003	Втулка	3	
		4	16.07.ТМ.592.60.004	Втулка	1	
		5	16.07.ТМ.592.60.005	Демпфер	2	
		6	16.07.ТМ.592.60.006	Кольцо	1	
		7	16.07.ТМ.592.60.007	Кольцо	1	
		8	16.07.ТМ.592.60.008	Корпус патрона	1	
		9	16.07.ТМ.592.60.009	Корпус	1	
		10	16.07.ТМ.592.60.010	Крышка	1	
		11	16.07.ТМ.592.60.011	Кулачок	3	
		12	16.07.ТМ.592.60.012	Ось	3	
		13	16.07.ТМ.592.60.013	Ось	6	
		14	16.07.ТМ.592.60.014	Подкулачник	3	
		15	16.07.ТМ.592.60.015	Поршень	1	
			16.07.ТМ.592.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Вербицкий			Лит.	Лист
Пров.		Щипанов				Листов
						1 2
Н. Контр.		Виткалов			ТГУ, гр. ТМбз-1132	
Утв.		Бобровский				
<b>Патрон поводковый</b>						

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		16	16.07.ТМ.592.60.016	Рычаг	1	
		17	16.07.ТМ.592.60.017	Тяга	1	
		18	16.07.ТМ.592.60.018	Сухарь	3	
		19	16.07.ТМ.592.60.019	Сухарь	6	
		20	16.07.ТМ.592.60.020	Фланец	1	
		21	16.07.ТМ.592.60.021	Центр	1	
		22	16.07.ТМ.592.60.022	Шток	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Винты ГОСТ 11738-72		
		23		М10х208.88	3	
		24		М10х28.88	6	
		25		М10х32.88	6	
		26		М12х60.88	6	
				Винт ГОСТ 1477-75		
		27		М10х10.48	1	
		28		М10х23.48	3	
				Винт М10х16.48	3	
		29		ГОСТ 1478-75	3	
		30		Гайка М38.6.05		
				ГОСТ 6393-73	1	
		31		Гайка М16х1,5-6Н.5.029		
				ГОСТ 5927-70	2	
				Кольца ГОСТ 9833-73		
		32		120-180-46-2-4	1	
		33		180-230-46-2-4	1	
		34		300-400-56-2-4	1	
		35		320-420-56-2-4	2	
				16.07.ТМ.592.60.000		Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.	
				<u>Документация</u>			
A1			16.07.ТМ.592.61.000.СБ	Сборочный чертеж			
				<u>Сборочные единицы</u>			
		1	16.07.ТМ.592.61.100	Индикатор	1		
		2	16.07.ТМ.592.61.100	Центр	1		
				<u>Детали</u>			
		3	16.07.ТМ.592.61.003	Корпус	1		
		4	16.07.ТМ.592.61.004	Основание	1		
		5	16.07.ТМ.592.61.005	Плита	1		
		6	16.07.ТМ.592.61.006	Стойка	1		
		7	16.07.ТМ.592.61.007	Табличка	1		
		8	16.07.ТМ.592.61.008	Центр	1		
		9	16.07.ТМ.592.61.009	Штифт	1		
		10	16.07.ТМ.592.61.010	Шпонка	1		
				<u>Стандартные изделия</u>			
		11		Винт М5х10.58			
				ГОСТ 17473-80	2		
			16.07.ТМ.592.61.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Приспособление контрольное  ТГУ, гр. ТМбз-1132		
Разраб.		Вербицкий					
Пров.		Щипанов					
Н. Контр.		Виткалов					
Утв.		Бобровский					
					Лит.	Лист	Листов
						1	2

