



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 про-  
изводств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Шарапов Дмитрий Владимирович \_\_\_\_\_ гр. \_\_\_\_\_

1. Тема Технологический процесс изготовления штока привода пресс-ножниц.

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

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа вы-  
пуска - 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 621.04.01

## Технологический процесс изготовления штока привода пресс-ножниц

Шарапов Д. В. Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления штока привода пресс-ножниц в условиях среднесерийного производства

Предложено:

- применение нового технологического процесса изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- получение заготовки методом штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе с припусками, полученными аналитическим методом;
- применение высокопроизводительного оборудования - станков с ЧПУ, автоматов и полуавтоматов;
- применение высокопроизводительной оснастки с механизированным приводом;
- применение высокопроизводительного инструмента с износостойкими покрытиями;
- спроектирован патрон поводковый с пневмоприводом для токарной операции;
- спроектировать контрольное приспособление для контроля радиального биения с электронным индикатором японской фирмы Mitutoyo.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 62 страницы, содержащей 22 таблицы, 6 рисунков, и графической части, содержащей 7,5 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 .....	13
1.4 Цели и задачи работы. Пути совершенствования .....	15
2 Технологическая часть работы.....	17
2.1 Выбор типа производства.....	17
2.2 Технико-экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.....	17
2.3 Технико-экономическое обоснование выбора методов обработки поверхностей .....	21
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки .....	27
2.5 Разработка технологического маршрута.....	26
2.6 Выбор средств технологического оснащения .....	28
2.7 Проектирование технологических операций.....	31
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений.....	37
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	37
3.2 Проектирование контрольного приспособления .....	44
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	46
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	46
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	47
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	48
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) .....	49
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта .....	52

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» .....	54
5 Экономическая эффективность работы .....	55
Заключение .....	59
Список используемой литературы.....	60
Приложения.....	62

## Введение, цель работы

Бурный прогресс технологической науки обусловил 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 обращаться 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 называется штоком привода пресс-ножниц пресса Ficer-360 и предназначена для установки сопрягаемых деталей и передачи поступательного движения на рабочий механизм.

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

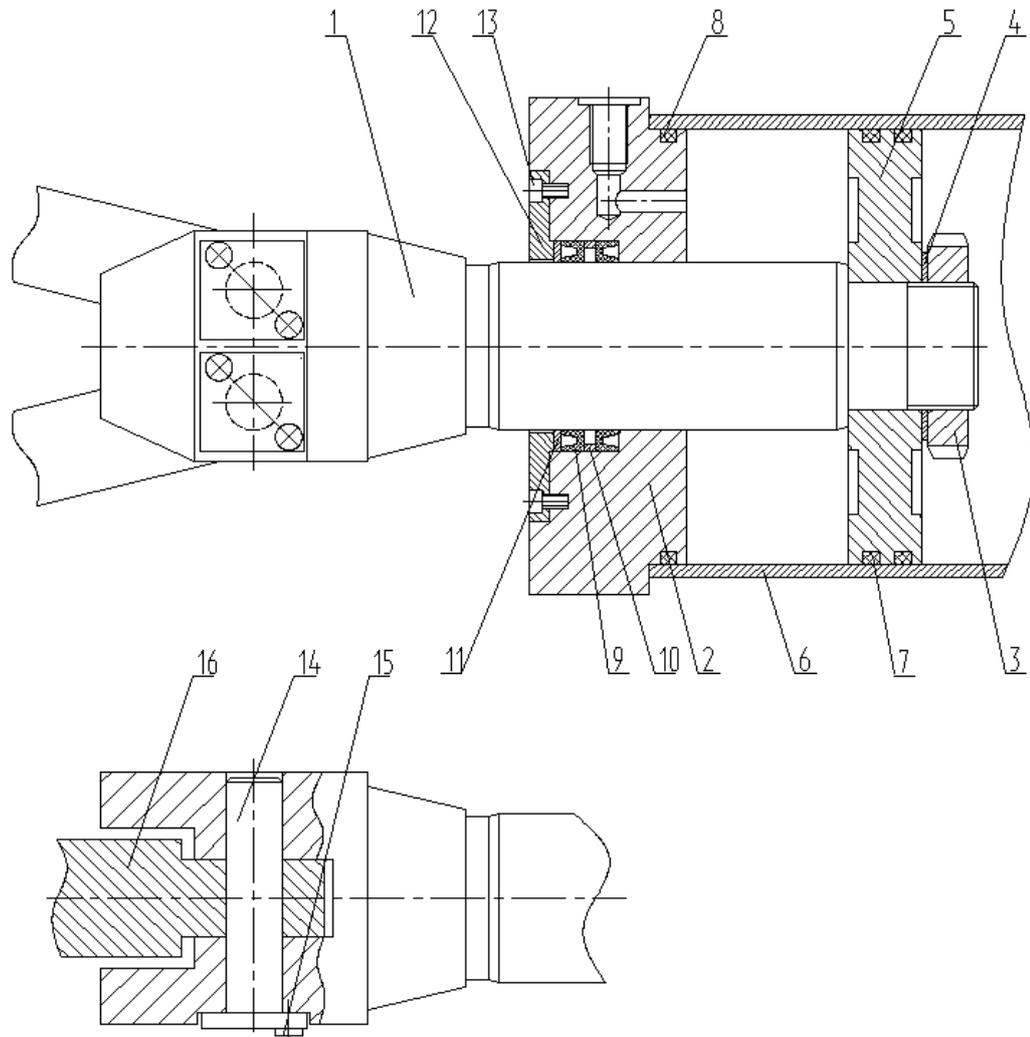


Рисунок 1.1 - Фрагмент механизма узла привода пресс-ножниц  
пресса Ficer-360

Шток 1 (рисунок 1.1) проходит через отверстие крышки 2 гидроцилиндра. На конце штока 1 с помощью гайки 3 с шайбой 4, установлен поршень 5. Поршень 5 установлен во втулке 6 гидроцилиндра, с торцов которой установлены две крышки 2, которые стянуты винтами. На поршне для уплотнения установлены две резиновые манжеты 7. Для уплотнения в крышках установлены кольца 8. В проточке крышки установлены две манжеты 9, между которыми установлено распорное кольцо 10. Манжеты фиксируются через кольцо 11 буртом крышки торцевой 12, которая винтами 13 крепится к крышке 2.

На выходном конце штока 1 с помощью осей 14, зафиксированных винтами 15 крепятся рычаги 16 исполнительного механизма.

### 1.1.2 Анализ материала детали

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

Материал штока: сталь 40Х ГОСТ 4543-71

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40Х

В процентах

Элемент	С	S	P	Cu	Ni	Mn	Cr	Si
Содержание	0.36-0,44	0.035	0.035	0,3	0.25	0.5-0.8	0.8-1.2	0.17-0.37

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 40Х

Состояние поставки. режим термообработки	Сечение, мм	$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta_5$	$\psi$	KCU	НВ
		МПа	МПа	%	%	Дж/см <sup>2</sup>	Не более
Пруток Закалка 860°C, масло, Отпуск 500°C, вода.	Ø25	780	980	10	45	59	217
Поковка. Нормализация	До 100	360	785	16	40	50	217

### 1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Для выполнения классификации поверхностей пронумеруем все поверхности детали на эскизе (рис 1.2).

Определим поверхности, к получению которых необходимо обратить внимание. Основными конструкторскими базами являются поверхности определяющие положение детали в механизме – 8; исполнительные поверхности, выполняют служебное назначение детали – 6, 5, 24; к вспомогательным базам определяющим положение других деталей относительно данной – 4, 22, 26, 19; остальные поверхности конструктивно оформляют деталь и являются свободными.

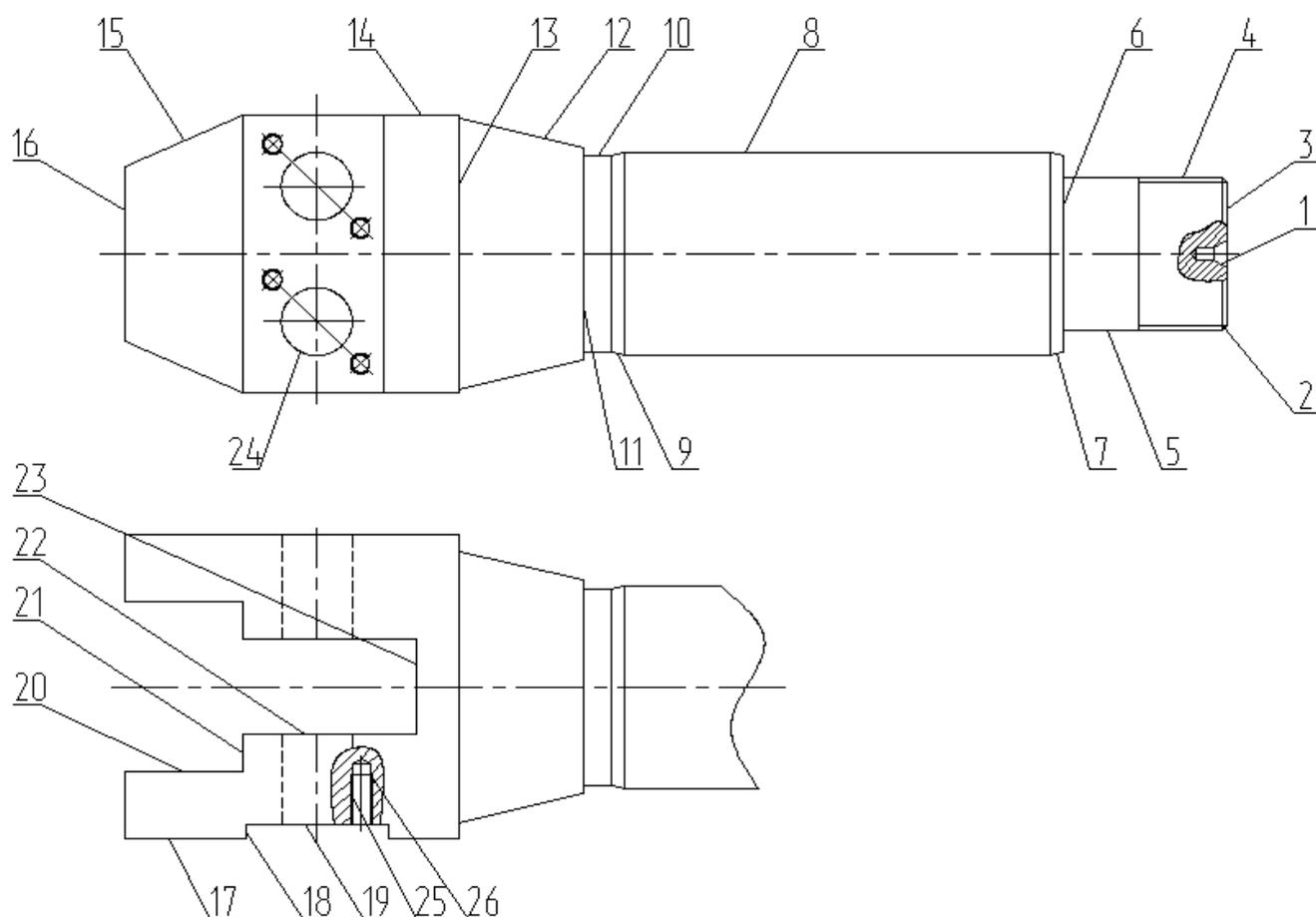


Рисунок 1.2 – Классификация поверхностей.

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Для совершенствования конструкции детали и определения возможности сокращения себестоимости проведем оценку технологичности.

1.2.1 Количественный анализ технологичности проведем по методике [11]

### 1.2.1.1 Коэффициент унификации поверхностей

$$K_y = n_y / \Sigma n, \quad (1.1)$$

где  $n_y$  - количество унифицированных поверхностей;

$\Sigma n$  - количество поверхностей на детали.

$K_y = 1$ , т.к. обработка ведется на универсальном оборудовании с использованием типовых инструментов и оснастки.

### 1.2.1.2 Коэффициент шероховатости поверхностей

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}, \quad (1.2)$$

где  $B_{cp}$  - средняя шероховатость;

$$B_{cp} = \frac{B_{ni}}{\Sigma ni}, \quad (1.3)$$

где  $B_{ni}$  – шероховатость;

$\Sigma ni$  – количество шероховатостей одного значения

$$B_{cp} = (2 \cdot 0,630 + 2 \cdot 2,500 + 15 \cdot 3,200) / 19 = 2,8500 \text{ мкм}$$

$$K_{ш} = 1 / 2,8500 = 0,3500$$

Вывод:  $K_{ш} < 0,32$  по данному показателю деталь технологична. Шерохо-

ватость поверхностей детали соответствует служебному назначению.

### 1.2.1.3. Коэффициент точности

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (1.4)$$

где  $A_{cp}$  – квалитет средний

$$A_{cp} = \frac{A_{ni}}{\sum n_i}, \quad (1.5)$$

где  $A_{ni}$  – квалитет

$\sum n_i$  – количество поверхностей одного квалитета

$$A_{cp} = (2 \cdot 8.0 + 2 \cdot 9.0 + 2 \cdot 10.0 + 1 \cdot 12.0 + 12 \cdot 14.0) / 19 = 12,30$$

$$K_T = 1 - 1/12,3 = 0,920$$

Вывод:  $K_T > 0,8$  по данному показателю деталь технологична. Точность поверхностей детали соответствует служебному назначению.

## 1.2.2 Качественный анализ технологичности

Качественный анализ технологичности проводится по нескольким показателям.

### 1.2.2.1 Технологичность заготовки

Диск распределительный изготавливается из бронзы БРАЖ9-4 ГОСТ 18175-78.4543-71 методом литья. По сложности конфигурации поверхностей детали сложности с получением не возникает - заготовка технологична.

### 1.2.2.2 Технологичность конструкции детали в целом

Всю информацию о детали можно получить на чертеже.

Рассматриваемая деталь относится к типовым деталям типа диск, и для их изготовления имеется типовой техпроцесс.

Проанализировав форму детали можно сделать вывод – возможности об-

работки с двух установов. Можно применять инструменты поочередно или совместно.

Обработку можно проводить, применяя стандартный режущий инструмент, при транспортировке и загрузке специальной оснастки не требуется.

Конфигурация поверхностей обеспечивает свободный доступ для контроля и обработки.

Вывод: деталь с точки зрения конфигурации можно считать технологичной.

### 1.2.2.3 Технологичность базирования и закрепления

Устойчивое положение деталь можно обеспечить на двух установках, и выполнение принципа единства баз также возможно.

Точность базовых поверхностей и их шероховатость обеспечивает требуемую точность обработки.

Таким образом, по всем показателям технологичности деталь является технологичной.

## 1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Задача анализа – определить мероприятия по совершенствованию ТП, которые позволят добиться цели работы.

Базовый техпроцесс оформим в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Характеристика базового техпроцесса

Операция		Средства технического оснащения			Тшт мин
№ оп	Наименование оп, номера обrab. пов.	станок	оснастка	Инструмент и его ха- рактеристики	
005	Заготовительная				0,18
010	Токарная	универсальный 16К20	Патрон самоцентрирующий.	Резец проходной Т5К10	0,58
			Центр вра-	Резец подрезной Т5К10	

Операция		Средства технического оснащения			Тшт мин
№ оп	Наименование оп, номера обrab. пов.	станок	оснастка	Инструмент и его ха- рактеристики	
			щающийся	Сверло центровочное P6M5	
015	Токарная	универсаль- ный 16K20	Патрон по- водковый с центром.	Резец проходной T15K6	0,72
			Центр вра- щающийся	Резец подрезной T15K6	
				Резец канавочный T15K6	
020	Токарная	Токарно- винторезный 16K20	Патрон по- водковый с центром.	Резец резьбовой T15K6	0,11
			Центр вра- щающийся		
025	Круглошлифо- вальная	Круглош- лифовальный станок 3M151	Патрон по- водковый с центром. Центр упор- ный	Шлифовальный круг	0,39
030	Фрезерная	Сверлильно- фрезерно- расточной IP800MФ4	Приспособ- ление специ- альное	Фреза концевая P6M5 Фреза пазовая P6M6 Фреза торцовая T5K10	2,8
035	Слесарная				0,11
040	Координатно- расточная	Сверлильно- фрезерно- расточной IP800MФ4	Приспособ- ление специ- альное	Сверло спиральное P6M5 Сверло центровочное P6M5 Зенкер P6M5 Развертка P6M5	0,58
045	Слесарная			Метчик машинный P6M5	0,12
050	Термическая (цементация, закалка)				3,9
055	Гальваническая				3,8

Операция		Средства технического оснащения			Тшт мин
№ оп	Наименование оп, номера обработ. пов.	станок	оснастка	Инструмент и его ха- рактеристики	
	(хромировать)				
060	Токарная	Токарно- винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло центровочное Р6М5	0,12
065	Круглошлифо- вальная	Круглош- лифовальный станок 3М151	Патрон по- водковый с центром.	Шлифовальный круг	0,32
			Центр упор- ный		
070	Токарная	Токарно- винторезный 16К20	Патрон по- водковый с центром. Центр вра- щающийся	Лента полировальная	0,31
075	Контрольная				0,09

## 1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

### 1.4.2 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

Учитывая указанные недостатки базового техпроцесса, сформулируем задачи ВКР и пути совершенствования ТП:

- 1) спроектировать заготовку и рассчитать припуски;
- 2) для выполнения операций использовать оборудование соответствующее типу производства;
- 3) центровые отверстия обработать на фрезерно-центровальной операции, что обеспечит большую точность и снизит штучное время;
- 4) вместо правки центров применить центрошлифование. Это уменьшит штучное время, увеличит точность центров, уменьшит припуски на обработку;
- 5) резьбу нарезать на горизонтально-фрезерной операции вместе с обра-

боткой пазов и отверстий, это высвободит одну операцию;

6) на горизонтально-фрезерной операции применить специальное поворотное приспособление, с установкой заготовки в цанге по хвостовику, это позволит обработать все пазы и отверстия с одного установа;

7) применить высокопроизводительный комбинированный инструмент;

8) спроектировать патрон поводковый с центром для токарной операции.

9) спроектировать сборный шлифовальный круг;

10) спроектировать контрольное приспособление с высокоточными электронными индикаторами для контроля биения;

11) проанализировать ТП с точки зрения возникновения опасных и вредных факторов, принять меры по их устранению или защите от их действия;

12) определить экономическую эффективность изменений, внесенных в техпроцесс.

Решению этих задач посвящены последующие разделы работы.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Выбор типа производства

Тип производства определим упрощенно в зависимости от массы детали и программы выпуска.

При массе детали 9,90 кг и годовой программе выпуска  $N_{г} = 10000$  штук тип производства определяем как среднесерийное. [9, с. 17]

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

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

### 2.2 Техничo-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:

$$m_{зш} = m_{д} \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где  $m_{д}$  – масса детали

$K_p$  – расчетный коэффициент, зависящий от формы детали и устанавливаемый по [8, с. 22]

$$m_d = 9,9 \cdot 1,4 = 13,86 \text{ кг}$$

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].

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

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

Определим массу проката по формуле

$$m_{зПР} = V \cdot \gamma, \quad (2.2)$$

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

$\gamma$  - плотность стали,  $\text{кг}/\text{мм}^3$ .

Определим габаритные размеры заготовки из проката:

$$d_{\text{пр}} = d_d^{\text{max}} \cdot 1,05 = 121,8 \cdot 1,05 = 127,9 \text{ 0мм} \quad (2.3)$$

где  $d_d^{\text{max}}$  – максимальный диаметральный размер детали

Принимаем стандартное значение  $d_{\text{пр}} = 130 \text{ мм}$

$$l_{\text{пр}} = l_d^{\text{max}} \cdot 1,05 = 310 \cdot 1,02 = 316,2 \text{ мм} \quad (2.4)$$

где  $l_d^{\text{max}}$  – максимальный осевой размер детали

Принимаем  $l_{\text{пр}} = 316,2 \text{ 0мм}$

Объем цилиндрических элементов заготовок:

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

$$V = 3,14 \cdot 130^2 \cdot 316,2 / 4 = 4194867 \text{ мм}^2$$

Тогда масса заготовки из круглого проката

$$m_{зГР} = 4194867 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 32,93 \text{ кг}$$

Полученные данные используем для выбора проката по ГОСТ 2590-2006

$$\text{Круг} \frac{130 - \text{В} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{40\text{X} - \text{ГОСТ } 4543 - 71}$$

## 2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

### 2.2.2.1 Стоимость штампованной заготовки

$$S_{\text{заг}} = C_i / 1000 \cdot (m_з \cdot k_T k_c k_B k_M k_{\Pi}) - (m_з - m_{\text{д}}) \cdot S_{\text{отх}} / 1000 \quad (2.6)$$

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

$$C_i = 373 \text{ руб}$$

$m_з$  - вес заготовки, кг

$m_{\text{д}}$  - вес детали, кг

$$k_T = 1,0 \text{ [5, с. 37]}$$

$$k_c = 0,87 \text{ [5, с. 38]}$$

$k_B$  - коэффициент веса

$$k_B = 0,8 \text{ [5, с. 38]}$$

$k_M$  - коэффициент марки материала

$$k_M = 1,13 \text{ [5, с. 37]}$$

$k_{\Pi}$  - коэффициент программы

$$k_{\Pi} = 1,0$$

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

$$S_{\text{заг}} = 373 / 1000 \cdot (13,86 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 0,8 \cdot 1,13 \cdot 1,0) - 24 / 1000 \cdot (13,86 - 9,9) = 3,971 \text{ руб}$$

Мы получили стоимость в ценах 1985 года, для перевода в адекватные цены применим коэффициент:

$$S_{\text{заг III}} = S_{\text{заг}} \cdot K = 3,971 \cdot 100 = 397,1 \text{ руб} \quad (2.7)$$

### 2.2.2.2 Стоимость заготовки из проката

$$S_{\text{заг п}} = C_i/1000 \cdot m_3 - (m_{3,п} - m_d) (C_{\text{отх}}/1000) = \\ = 180/1000 \cdot 32,93 - (32,93 - 9,9)(24/1000) = 5,374 \text{ руб} \quad (2.8)$$

$$S_{\text{заг п}} = S_{\text{заг}} \cdot K = 5,374 \cdot 100 = 537,4 \text{ руб}$$

Таблица 2.1 - Результаты расчетов заготовки

Показатель	Штамповка	Прокат
сложности	С3	-
точности	Т3	2
Группа материала	М2	М2
Масса, кг	13,86	32,93
цена, руб	397,1	537,4

### 2.2.2.3 Экономическое сравнение двух вариантов заготовки

Для сравнения двух методов получения заготовок необходимо учесть мехобработку:

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

где  $C_{\text{уд}} = 26$ , руб/кг [6, с. 3]

$$K_o = 0,95 \text{ [6, с.5]}$$

Для штамповки

$$C_{\text{обр ш}} = 26 \cdot (13,86 - 9,9) / 0,95 = 108,4 \text{ руб}$$

Для проката

$$C_{\text{обр п}} = 26 \cdot (32,93 - 9,9) / 0,95 = 630,3 \text{ руб}$$

Тогда суммарный объем переменной доли затрат на получение заготовку и механическую обработку

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

Для штамповки

$$C_{шт} = 397,1 + 108,4 = 505,5 \text{ руб}$$

Для проката

$$C_{пр} = 537,4 + 630,3 = 1167,7 \text{ руб}$$

Полученные результаты говорят, что штампованная заготовка выгоднее.  
Определим экономический эффект, руб

$$\Delta_r = (C_{пр} - C_{шт}) \cdot N_r \quad (2.11)$$

$$\Delta_r = (1167,7 - 505,5) \cdot 10000 = 6622000 \text{ руб.}$$

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

Анализ последовательности обработки поверхностей проводим с целью проверки правильности выбора методов обработки (переходов).

Определяем способ и вид окончательной обработки каждой поверхности детали по [16] и [11, с. 32-34, табл. 5.17-5.19]

Назначаем промежуточные технологические переходы. Определяем наиболее выгодный по критерию наименьшей трудоемкости технологический маршрут каждой из поверхностей [11, с. 32-34, табл. 5.17-5.19].

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

Результаты выбора методов обработки штока приведены в таблице 2.2, где обозначено:

Ц- центрование,	Тчер- обтачивание черновое,
Тчист- обтачивание чистовое,	Шчер- шлифование черновое,
Шчист- шлифование чистовое,	Ф- фрезерование,
Фчист- фрезерование чистовое,	С- сверление,
Зенк- зенкерование,	Разв- развертывание,
Рез- резбонарезание,	Пол- полирование,

Таблица 2.2- Методы обработки поверхностей

Номер поверхности	Точность поверхности			Шероховатость Ra, мкм	Твердость НВ	Технологический маршрут	Коэффициент трудоемкости
	Размеров, мм	Формы					
		Допуск, мкм	Расположения Допуск, мкм				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	-	-	6,3	260	Ц(10)+ТО+Шчист(8)	2,2
2	14	-	-	6,3	260	Тчист(11)+ТО	1,2
3,16	14	-	-	6,3	260	Ф(13)+ТО	1,0
4	8g	-	-	6,3	260	Тчер(13)+Тчист(10)+Резьб(8g)+ТО	3,2
5	h8	-	-	3,2	260	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(8)+ТО	3,1
13,12,11,10,6	14	-	-	6,3	260	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
7,9	14	-	-	2,5	260	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
8	f8	-	-	0,63	260	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(8)+ТО(хромиров)+ Шчист(8)+Пол(8)	7,3
25,26	8H	-	-	6,3	260	С(13)+Рез(8H)+ТО	2,0
24	H7	-	-	2,5	260	С(13)+Зенк(9)+Разв(7)+ТО	2,6
15,14,20,21,17,18,19,23	14	-	-	6,3	260	Ф(13)+ТО	1,0
22	9	-	-	2,5	260	Ф(12)+Фчист(9)+ТО	2,5

## 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-поверхность под хромирование  $\varnothing 59,8h8_{(-0,046)}$

Таблица 2.3 - Последовательность обработки

№	переход	станок	установка
010	1 Обтачивание предварительное	АС16К25Ф3/1000	Поводковый патрон
015	2 Обтачивание окончательное	АС16К25Ф3/1000	Поводковый патрон
020	3 Шлифование предварительное	ЗМ151	Поводковый патрон

Таблица 2.4 - Расчет припуска

№	Технологический переход	Элементы припуска, мкм			2Z min мкм	Операц допуск Td/IT	Предельн. размеры мм		Предельн. припуски, мм	
		a	$\rho^{i-1}$	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$			d <sup>i</sup> min	d <sup>i</sup> max	2Z max	2Z min
1	КГШП	360	1175	-	-	3200 16	63,901	67,101	-	
2	Обтачивание предварительное	100	70	800	3563	460 13	60,338	60,798	6,763	3,103
3	Обтачивание чистовое	50	47	48	370	120 10	59,968	60,088	0,830	0,250
4	Шлифование предварительное	30	23	32	214	46 8	59,754	59,80	0,334	0,168

2Z<sub>max</sub> токар черн = 6,763

2Z<sub>min</sub> токар черн = 3,103

2Z<sub>max</sub> токар чист = 0,830

2Z<sub>min</sub> токар чист = 0,250

2Z<sub>max</sub> шлифов черн = 0,334

2Z<sub>min</sub> шлифов черн = 0,168

d<sub>min</sub> шлифов черн = 59,754

d<sub>max</sub> шлифов черн = 59,800

d<sub>min</sub> токар чист = 59,968

d<sub>max</sub> токар чист = 60,088

d<sub>min</sub> токар черн = 60,338

d<sub>max</sub> токар черн = 60,798

d<sub>min</sub> заготов = 63,901

d<sub>max</sub> заготов = 67,101

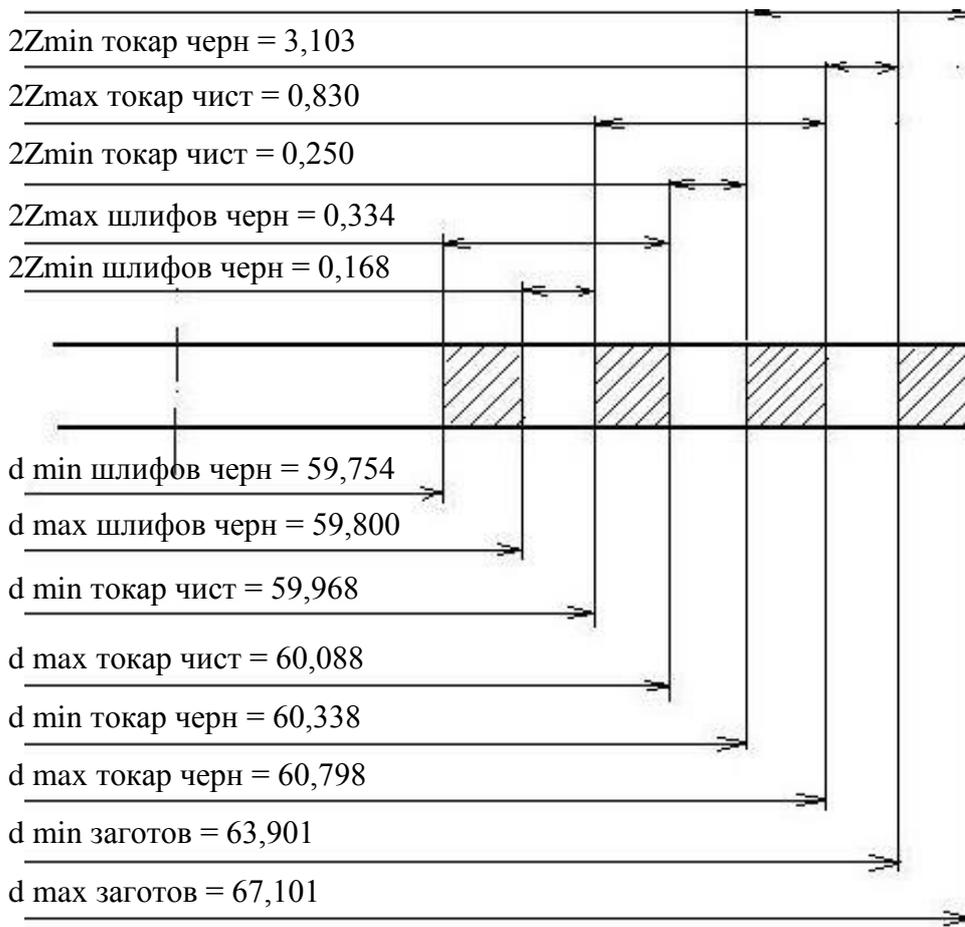


Рисунок 2.1 - Схема расположения припусков, допусков и операционных размеров на шейку  $\varnothing 59,8h8_{(-0,046)}$

## 2.4.2 Определение припусков табличным методом по методике [16]

Таблица 2.5 - Припуски на обработку поверхностей штока

№ оп	Переход	Обрабатываемые поверхности	Припуск (на сторону), мм
010	Обтачивание предварительное	5, 6, 8, 11,12, 13	1,8
015	Обтачивание чистовое	10,8,6,5,4,2,9,7,13,12,11	0.4
020	Шлифование предварительное	8,5	0,15
055	Шлифование окончательное	8	0,08
060	Полирование	8	0,01

## 2.4.3 Проектирование и расчет штампованной заготовки

Основные параметры заготовки принимаем по [8].

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

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

Материал заготовки относится к группе – М2 [8, с.8]

Сложность заготовки характеризуется степенью – С2 [8, с. 29]

Исходный индекс необходим для определения припусков и допусков заготовки - 13 [8, с.10]

Эскиз заготовки представлен на рисунке 2.2

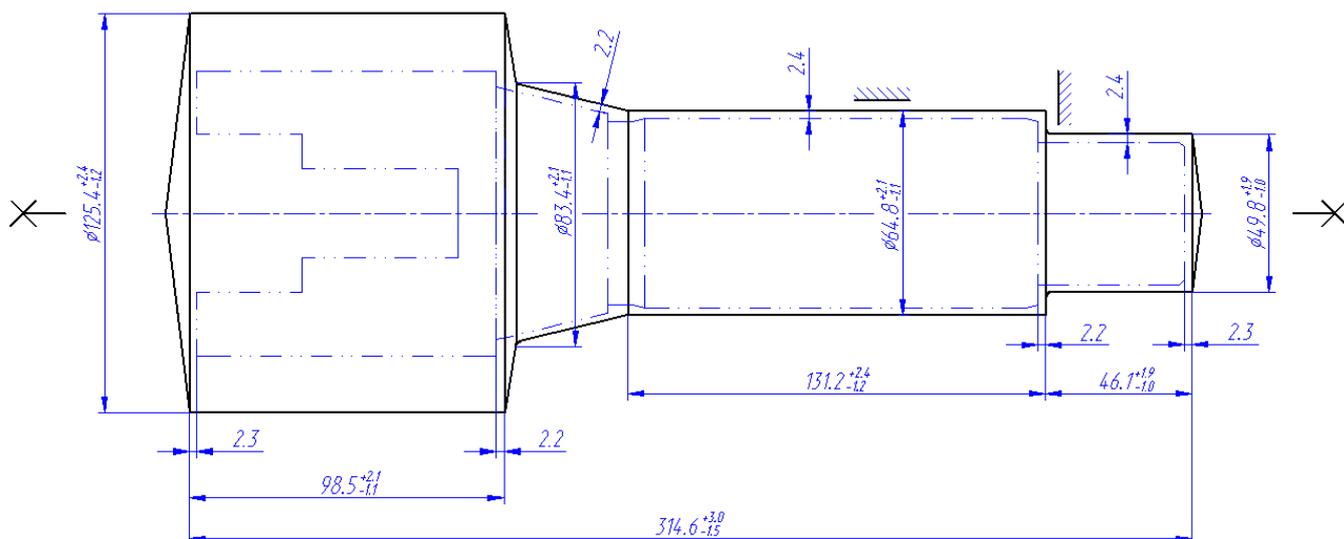


Рисунок 2.2 – Эскиз заготовки

Для определения массы заготовки определим объем по формуле:

$$V_{\Pi} = \sum_{i=1}^n V_i, \quad (2.12)$$

Объем цилиндрических элементов определяем по формуле (2.5)

Объем конических элементов заготовки определим по выражению:

$$V = \pi \cdot l \cdot (R^2 + r \cdot R + r^2)/3, \quad (2.13)$$

где R- радиус большего основания, мм

r- радиус меньшего основания, мм

Тогда объем штамповки V, мм<sup>3</sup>

$$V = 3,14/4 \cdot (125,4^2 \cdot 98,5 + 64,8^2 \cdot 131,2 + 49,8^2 \cdot 46,1) + 3,14/3 \cdot (38,8 \cdot (41,7^2 + 41,7 \cdot 32,4 + 32,4^2)) = 1742457 \text{ мм}^3.$$

Масса штамповки M<sub>з</sub>, кг определяется по формуле (2.2)

$$M_z = V \cdot \gamma = 1742457 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 13,6 \text{ кг}$$

$$\text{КИМ} = M_d / M_z = 9,9 / 13,6 = 0,73$$

## 2.5 Разработка технологического маршрута

### 2.5.1 Разработка схем базирования

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

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

Анализируя конструкцию детали с точки зрения этих критериев, выясняем, что в качестве черновых баз на первой фрезерно-центровальной операции возможно использовать цилиндрическую пов. 8 и торец пов. 6.

Теоретическая схема базирования при первом установе приведена в плане обработки для операции 005. Двойной направляющей базой (опорные точки 1, 2, 3, 4) является ось цилиндрической поверхности 8, опорной (точка 5) – торец 6, опорной (точка 6) – точка на поверхности 8.

При следующей токарной и круглошлифовальной обработке в качестве баз возможно использовать центровые отверстия 1 и торцы 16,3,23.

В качестве баз при фрезерной обработке необходимо использовать пов. 8 и торец 6.

Все теоретические схемы базирования представлены в плане обработки, в графической части работы.

### 2.5.2 Технологический маршрут обработки детали

Таблица 2.6 - Технологический маршрут обработки детали.

№ оп	Наименование операции	Базовые поверхности	№ обрабатываемых поверхностей	IT	Ra, мкм
000	КГШП	-	-	16	40
005	Фрезерно-центровальная	8,6	16,3 1	13 10	6,3 6,3

№ оп	Наименование операции	Базовые поверхности	№ обрабатываемых поверхностей	IT	Ra, мкм
010	Точение (черновое)	16,1	13,12,11,8,6,5	13	12,5
015	Точение (чистовое)	16,1	13,12,11,10,8,6,5,4,2 9,7	10 10	6,3 2,5
020	Круглошлифовальная (черновая)	16,1	8 5	8 8	1,6 3,2
025	Фрезерная	8,6	15,14,17,18,19,20,21 22,23 24 25,26 1	14 9 7 14 10	6,3 2,5 2,5 6,3 6,3
030	Слесарная				
035	Моечная				
040	Контрольная				
045	Термическая				
050	Центрошлифовальная	8,6	1	8	1,6
055	Круглошлифовальная (чистовая)	1,23	8	8	1,25
060	Полировальная	1,23	8	-	0,63
065	Моечная				
070	Контрольная				

### 2.5.3 План обработки детали

Разработку плана обработки выполним в графической части работы.

В таблице плана представлена информация о положении заготовки в процессе обработки, проставлены операционные размеры, указаны допуски и шероховатости.

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

Задача раздела - выбрать для каждой операции технологического процесса такие оборудование, приспособление и инструмент, которые бы обеспечили заданный выпуск деталей заданного качества с минимальными затратами.

### 2.6.1 Выбор оборудования

Таблица 2.7 - Выбор оборудования.

№ оп.	Наименование операции	Модель	Станок
005	Фрезерно-центровальная	MP-71M	Фрезерно-центровальный
010	Токарная (черновая)	AC16K25Ф3/1000	Токарно-винторезный с ЧПУ
015	Токарная (чистовая)	AC16K25Ф3/1000	Токарно-винторезный с ЧПУ
020	Круглошлифовальная (черновая)	3M151	Круглошлифовальный п/а
025	Фрезерная	6904BMФ2	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ
030	Слесарная	4407	Электроэрозионный станок
035	Моечная	-	Камерная моечная машина
065			
050	Центрошлифовальная	3925	Центрошлифовальный п/а
055	Круглошлифовальная (чистовая)	3M151	Круглошлифовальный п/а
060	Полировальная	3Б890М	Ленточно-полировальный станок

## 2.6.2 Выбор станочных приспособлений

Таблица 2.8 - 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
		Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75
015	Токарная (чистовая)	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
		Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75
020	Круглошлифовальная (черновая)	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
		Центр упорный ГОСТ 18259-72
025	Фрезерная	Приспособление специальное самоцентрирующее с цанговым зажимом и пневмоприводом ГОСТ 12195-66
050	Центрошлифовальная	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66
055	Круглошлифовальная (чистовая)	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
		Центр упорный ГОСТ 18259-72
060	Полировальная	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
		Центр упорный ГОСТ 18259-72

## 2.6.3 Выбор режущего инструмента и средств контроля

Таблица 2.9 - Выбор инструмента и средств контроля

№ оп	Наименование операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
005	Фрезерно-центровальная	Фреза торцевая $\varnothing 160$ Z=16 ГОСТ 22085-76 Т5К10, покрытие TiCN-TiZrN-TiN.	Калибр-пробка ГОСТ 14827-69
		Сверло центровочное $\varnothing 4$ тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-79
		Пластина подрезная Т5К10, покрытие TiCN-TiZrN-TiN	

№ оп	Наименование операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
010	Токарная (черновая)	Резец токарный проходной с механическим креплением.	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
		Пластина 3-х гранная, T5K10, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=92^\circ$ , $\varphi_1=8^\circ$ , $\lambda=0$ , $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	Шаблон ГОСТ 2534-79
015	Токарная (чистовая)	Резец токарный проходной с механическим креплением.	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
		Пластина T15K6, покрытие (Ti,Si)CN $\varphi=93^\circ$ , $\varphi_1=27^\circ$ , $\lambda=-2^\circ$ , $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	Шаблон ГОСТ 2534-79
		Резец токарный резьбовой с механическим креплением.	
		Пластина T15K6, покрытие (Ti,Si)CN $\varphi=60^\circ$ , h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	
020	Круглошлифовальная (черновая)	Шлифовальный круг 1 600x30x305 91A F46 P 4 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
			Шаблон ГОСТ 2534-79
025	Фрезерная	Фреза дисковая пазовая Ø250, Ø125, Ø100 ГОСТ 3964-69, P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C.	Калибр-пробка ГОСТ14827-69
		Фреза торцовая насадная Ø100 ГОСТ 9304-69 T5K10, покрытие (Ti,Cr)N	Шаблон ГОСТ 2534-79
		Сверло спиральное Ø19 ГОСТ 10903-77 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C.	
		Сверло центровочное Ø3,15 тип А ГОСТ 14952-75 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C.	
		Сверло спиральное комбинированное Ø5 ОСТ 2И21-1-76 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C.	
		Зенкер цельный с коническим хвостовиком Ø19,8 ГОСТ 12489-71 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C.	
		Развертка машинная цельная с коническим хвостовиком Ø 20 ГОСТ 1672-80 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C.	
		Метчик машинный М6 ГОСТ 3266-81 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C.	
050	Центрошлифовальная	Шлифовальная головка EW10x15 91A F60 M 7 V A 20 м/с ГОСТ 2447-82.	Шаблон ГОСТ 2534-73
			Приспособление контрольное с индикатором

№ оп	Наименование операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
055	Круглошлифовальная (чистовая)	Шлифовальный круг 1 600x30x305 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
			Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное
060	Полировальная	Лента полировальная	Профилограф-профилометр

## 2.7 Проектирование технологических операций

### 2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на токарную операцию 010.

#### 2.7.1.1 Исходные данные

Деталь- шток

Материал- сталь 40Х ГОСТ 4543-71  $\sigma_B = 785$  МПа

Заготовка- штамповка

Обработка- токарная черновая

#### 2.7.1.2 Структура операции

Оп 10 Токарная (черновая)

Содержание операции: обтачивание  $\varnothing 46,1_{-0,39}$ ,  $\varnothing 60,8_{-0,46}$ ,  $\varnothing 63,8_{-0,46}$ ,  $\varnothing 80,8_{-0,46}$  мм с подрезкой торцев

#### 2.7.1.3 Расчет режимов резания

Величина срезаемого слоя (припуск)  $t = 1,8$  мм max

Перемещение инструмента за один оборот заготовки  $S$ , мм/об

$S = 0.5$  мм/об [17, с.268].

Определим скорость резания:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.14)$$

где  $C_U$  – табличное значение;  $C_U = 350$  [17, с.270];

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

$t$  – припуск, мм;

$m = 0.2$ ,  $x = 0.15$ ,  $y = 0.35$ , [17, с.270];

$K_U$  – коэффициент учитывающий действительные условия обработки [17, с.282];

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.15)$$

где  $K_{MU}$  – [17, с.261];

$K_{ПУ} = 1.0$  [17, с.263];

$K_{ИУ} = 0,65$  [17, с.263];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.16)$$

где  $K_{\Gamma} = 1.0$  [17, с.262];

$n_U = 1,0$  [17, с.262];,

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{785}\right)^{1,0} = 0.96$$

$$K_U = 0,96 \cdot 1.0 \cdot 0,65 = 0,62$$

$$V = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1,8^{0.15} \cdot 0.5^{0.35}} \cdot 0,62 = 111,6 \text{ м/мин}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.17)$$

$$1: \text{обтачивание } \varnothing 46,1: n_1 = \frac{1000 \cdot 111,6}{3,14 \cdot 46,1} = 770 \text{ мин}^{-1}$$

$$2: \text{обтачивание } \varnothing 60,9: n_2 = \frac{1000 \cdot 111,6}{3,14 \cdot 60,9} = 584 \text{ мин}^{-1}$$

$$3: \text{обтачивание } \varnothing 80,8: n_3 = \frac{1000 \cdot 111,6}{3,14 \cdot 80,8} = 439 \text{ мин}^{-1}$$

Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Фактическая частота вращения шпинделя

$$n_1 = 800 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2 = 630 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_3 = 400 \text{ мин}^{-1}$$

проведем перерасчет  $V$ , м/мин:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 46,1 \cdot 1000}{1000} = 144,7 \text{ м/мин}$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 60,9 \cdot 630}{1000} = 120,4 \text{ м/мин}$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 80,8 \cdot 400}{1000} = 101,5 \text{ м/мин}$$

Расчёт силовых составляющих

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.18)$$

где  $C_p = 300$  [17, с.273];

$x = 1,0$ ,  $y = 0,75$ ,  $n = -0,15$  [17, с.273];

$$K_p = K_{Mr} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.19)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad (2.20)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{785}{750}\right)^{0.75} = 1.03;$$

$$K_{\text{фр}}=0,89 \quad K_{\text{гр}}=1,0 \quad K_{\lambda, \text{р}}=1,0 \quad K_{\text{гр}} = 1,0 \quad [17, \text{ с.275}]$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,8^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 144,7^{-0,15} \cdot 1,03 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1395 \text{ Н.}$$

Мощность резания N, кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1395 \cdot 144,7}{1020 \cdot 60} = 3,3 \text{ кВт} \quad (2.21)$$

Для станка АС16К25Ф3/1000  $3,3 < 7,5$ , т. е. обработка возможна.

## 2.7.2 Определение режимов резания табличным методом

Таблица 2.10 - Сводная таблица режимов резания.

№ оп	операция	переход	Глубина резания t, мм	Табличная подача, S, мм/об	Табличная скорость резания V <sub>т</sub> , м/мин	Частота вращения шпинделя n <sub>т</sub> , об/мин	Принятая частота вращения шпинделя n <sub>пр</sub> об/мин	Действительная скорость Резания V <sub>пр</sub> м/мин
05	Фрезерно-центровальная	Фрезеровать торец	2,2	1,6	130	258	270	135,6
		Центровать Ø 4/8,5	2,0	0,10	24	899	815	21,7
10	Токарная (черновая)	обтачивание Ø 46,1	1,8	0,5	111,6	770	800	144,7
		обтачивание Ø 60,9	1,8	0,5	111,6	584	630	120,4
		обтачивание Ø 80,8	1,8	0,5	111,6	439	400	101,5
15	Токарная (чистовая)	Обтачивание Ø 45,3	0,40	0,25	240	1687	1600	227,6
		обтачивание Ø 60,1	0,40	0,25	240	1271	1250	235,9
		обтачивание Ø 80	0,40	0,25	240	955	1000	251,2
		Точ. конус 15° Ø 60,1	0,40	0,15	260	1377	1250	235,9
		Точить М45х1,5	1,5	1,50	160	1132	1250	176,6
20	Шлифовальная	Шлифовать Ø 45	0,15	0,010*	45	318	318	45
		Шлифовать Ø 59,8	0,15	7	45	239	239	45

№ оп	операция	переход	Глубина резания $t$ , мм	Табличная подача, $S$ , мм/об	Табличная скорость резания $V_r$ , м/мин	Частота вращения шпинделя $n_r$ , об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$ об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин
	(черновая)							
25	Фрезерная	Фрезер. плоскости Фрезер. паз В=40 Фрезер. паз В=26 Фрезер. паз В=28 Фрезер. паз В=50 Сверлить Ø 19 Зенкеровать Ø 19,8 Развернуть Ø 20 Центровать Ø 3,15 Сверлить Ø 5 Нарезать резьбу М6	6max 5 10max 1 10max 9.8 0.4 0.1 1.57 2.5 1.0	2.0 2.0 3.0 1.5 3.0 0.35 0.6 1.0 0.1 0.15 1.0	120 70 65 85 65 25 15 12 10 12 8	382 222 82 108 165 419 241 191 1011 764 424	400 200 80 100 160 400 250 200 1000 800 400	125,6 62,8 62,8 78,5 62,8 23,8 15,5 12,5 9,9 12,5 7,5
55	Шлифовальная (чистовая)	Шлифовать Ø 60	0,08	0,005* 10	45	238	238	45
60	Полировальная	Полировать Ø 60	0,01	-	35	185	160	30,1

\* - подача поперечная в мм/дв. ход

### 2.7.3 Определение норм времени на все операции

Произведем расчет технических норм времени на все операции технологического процесса по методике изложенной в [5]

Таблица 2.11 - Нормы времени

№ оп	Наименование оп	$T_0$ мин	$T_v$ мин	$T_{оп}$ мин	$T_{об.о}$ т мин	$T_{п-з}$ мин	$T_{шт}$ мин	$n$	$T_{шт-к}$ мин
05	Фрезерно-центровальная	0,447	1,036	1,483	0,089	32	1,572	472	1,639
10	Токарная (черновая)	0,885	0,869	1,754	0,105	17	1,859	472	1,895
15	Токарная (чистовая)	0,938	1,073	2,011	0,121	21	2,132	472	2,176

№ оп	Наименование оп	То мин	Тв мин	Топ мин	Тоб.о т мин	Тп-з мин	Тшт мин	п	Тшт-к мин
20	Шлифовальная (черновая)	1,166	0,902	2,068	0,186	20	2,254	472	2,296
25	Фрезерная	8,430	1,487	9,917	0,595	42	10,512	472	10,600
50	Центрошлифовальная	0,240	0,592	0,832	0,073	19	0,905	472	0,945
55	Шлифовальная (чистовая)	0,887	0,729	1,616	0,204	20	1,820	472	1,862
60	Полировальная	1,110	0,592	1,702	0,102	17	1,804	472	1,840

## 3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

### 3.1 Проектирование станочного приспособления

#### 3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления.

##### Цели проектирования

На токарной операции 010 для закрепления детали в базовом варианте применяется 3-х кулачковый поводковый рычажный патрон.

Основным недостатком данного патрона является: низкая точность установки заготовки из-за износа ползуна и втулки в местах контакта со сферическими концами рычага, невозможность регулировки кулачков.

Поэтому основной задачей является проектирование нового токарного рычажного патрона с большей надежностью закрепления и большей точностью установки. Вместо рычага со сферическими концами применим сборный рычаг с плунжерами, где контакт производится по плоскости, а не линии.

#### 3.1.2 Расчет усилия резания

Главная составляющая силы резания определена п. 2.8.1:  $P_z = 1395 \text{ Н}$

#### 3.1.3 Расчет усилий закрепления заготовки

В процессе обработки на заготовку воздействует система сил. С одной стороны действует сила резания, которая стремится повернуть заготовку в кулачках, с другой стороны сила зажима, препятствующая этому. Из условия равновесия моментов данных сил и с учетом коэффициента запаса определяем необходимое усилие зажима.

Схема действий сил резания и сил зажима показана на рисунке 3.1.

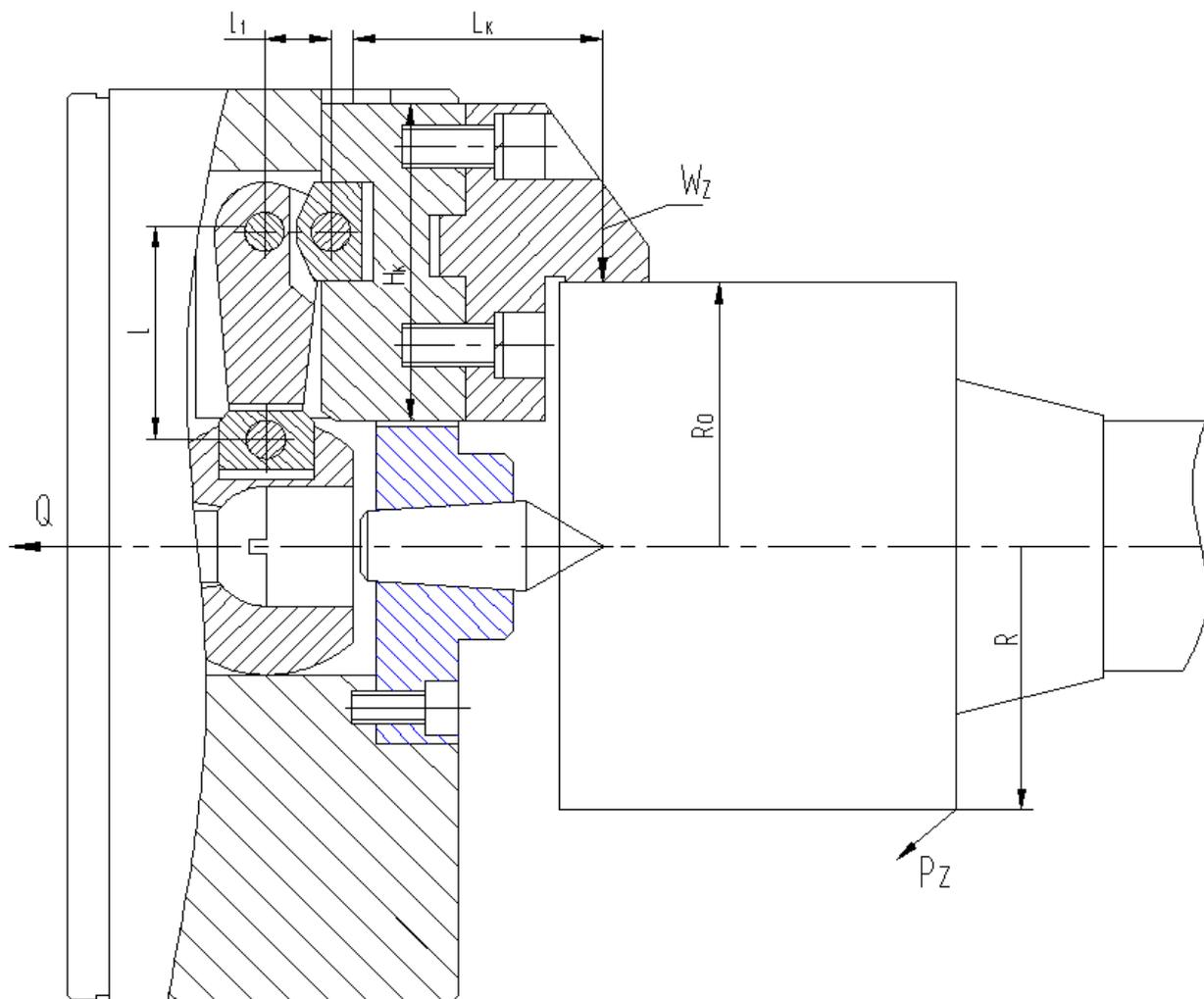


Рисунок 3.1 - Схема приложения сил

Сила  $P_z$  при обработке создает момент резания  $M_{рез}$ , которому противодействует момент трения  $M_{тр}$  между установочной поверхностью кулачков и обрабатываемой заготовки.

Тогда условие равновесия определяется по формуле:

$$M_{тр} = M_{рез}, \quad (3.1)$$

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

$$M_{рез} = P_z \cdot R, \quad (3.2)$$

где  $P_z$  – тангенциальная составляющая силы резания, Н;  
 $R$  - радиус обрабатываемой поверхности, мм;

Суммарный момент трения  $M_{тр}$  определяется по формуле:

$$M_{тр} = T \cdot R_0 = W_z \cdot f \cdot R_0, \quad (3.3)$$

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

$W_z$  – суммарная сила зажима, Н;

$f$  – коэффициент трения на рабочей поверхности кулачков.  $f = 0,3$  [2, с. 153];

$R_0$  - радиус зажимаемой поверхности, мм;

Из равенства моментов  $M_{рез}$  и  $M_{тр}$  определим необходимое усилие зажима с учетом коэффициента запаса  $K$  по формуле :

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (3.4)$$

где  $K$ - коэффициент обеспечивающий запас надежности:

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

где  $K_0 = 1,5$  [18, с.382];

$K_1 = 1,2$  [18, с.382];

$K_2 = 1,0$  [18, с.383];

$K_3 = 1,2$  [18, с.383];

$K_4 = 1,0$  [18, с.383];

$K_5 = 1,0$  [18, с.383].

$K_6 = 1,0$  [18, с.384].

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

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

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 1395 \cdot 125,4 / 2}{0,3 \cdot 125,4 / 2} = 11625 \text{ Н.}$$

### 3.1.4 Расчет зажимного механизма

Схема приложения сил представлена на рисунке 3.1.

Величина усилия зажима  $W_1$ , прикладываемого к постоянным кулачкам, несколько увеличивается по сравнению с усилием зажима  $W$  и рассчитывается по формуле [2, с.153]:

$$W_1 = K_1 \cdot \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot \frac{L_K}{H_K}}, \quad (3.6)$$

где  $K_1 = 1,1$  [2, с.153]

$f_1 = 0,1$  [2, с.153];

$L_K = 60$  мм;

$H_K = 75$  мм.

$$W_1 = 1,1 \cdot \frac{11625}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{60}{75}} = 16826 \text{ Н.}$$

Определяем исходное усилие  $Q$ , создаваемое силовым приводом:

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l}, \quad (3.7)$$

где  $l_1, l$  – плечи рычага, мм

$$Q = 16826 \cdot \frac{16}{48} = 5608 \text{ Н.}$$

### 3.1.5 Расчет силового привода

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

Тянущая сила на штоке для привода двухстороннего действия определя-

ется по формуле [18, с. 449] .

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

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

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

Тогда:

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

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{5608}{0,4 \cdot 0,9}} = 146 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартное значение присоединяемого пневмоцилиндра с вращающейся муфтой для резьбового конца шпинделя станка АС16К25Ф3/1000  $D = 160$  мм.

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

$$S_{p(w)} = T + \Delta_{\text{ГАР}} + \frac{W}{J_p} + \Delta S_p + \Delta_{\text{Ш}}, \quad (3.11)$$

где  $T$  – допуск на размер от базовой поверхности до поверхности закрепления,

мм; для  $\varnothing 125,4^{+2,4}_{-1,2}$   $T = 3,6/2 = 1,8$  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 ( $J_p = 14700\text{-}24500$  кН/м), Н/мм;

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

$\Delta_{\emptyset}$  - технологический зазор между гайкой и качающейся втулкой, для обеспечения самоустановки кулачков ( $\Delta_{\emptyset} = 0,5 \dots 1,0$  мм), мм;

$$S_{p(w)} = 1.8 + 0,3 + \frac{16826}{2,0 \cdot 10^4} + 0,3 + 1.0 = 4,24 \text{ мм}$$

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

$$S_{p(Q)} = S_{p(w)} \cdot i_{\Pi}, \quad (3.12)$$

где  $i_{\Pi}$  - передаточное отношение перемещений рычага, мм.

$$i_{\Pi} = \frac{L_2}{L_1}, \quad (3.13)$$

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

$$S_{p(Q)} = 4.24 \cdot \frac{48}{16} = 12.7 \text{ мм}$$

Примем  $S_{p(Q)} = 13$  мм

### 3.1.6 Расчет погрешности базирования

Погрешность базирования при установке заготовки в поводковом патроне в центрах (передний центр жесткий) для линейных размеров от обрабатываемого торца определяется по формуле

$$\varepsilon_B = 0,5 IT_{D_{ц}} \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{ц} , \quad (3.14)$$

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  $T1 = 0.54 \text{ мм} < 0,07 \text{ мм}$ , следовательно, приспособление обеспечивает заданную точность.

В радиальном направлении  $\varepsilon_B = 0$  (установка в центрах по оси), следовательно, приспособление обеспечивает заданную точность в радиальном направлении.

### 3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

На переднем конце шпинделя базируется патрон и крепится с помощью пальцев 31 и гаек 28. На задний конец монтируется силовой привод в корпусе.

В корпусе 6 патрона установлены постоянные кулачки 12, к ним крепятся сменные кулачки 8. На осях 9 располагаются рычаги 14 зажимного механизма.

К корпусу 6 винтами 23 с шайбами 38 крепится фланец 18 с установленным в нем центром 19.

Винт 2 соединен с тягой 17, которая, в свою очередь соединена со штоком 20 пневмоцилиндра.

Пневмоцилиндр с помощью крышки 7 устанавливается на заднем резьбовом конце шпинделя. Шпиндель фиксируется на крышке 7 с помощью винта 27.

Описание работы приспособления

Патрон работает следующим образом:

По центру 19 устанавливается заготовка и поджимается задним центром.

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 13 через шток 20, тягу 17, винт 2 тянет втулку 3, рычаги 14 поворачиваются на осях 9, сдвигая подкулачники 12 с закрепленными на них сменными кулачками 8, которые зажимают заготовку.

При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень 13 отходит вправо, описанный выше цикл происходит в обратном направлении и заготовка разжимается

## 3.2 Проектирование контрольного приспособления

### 3.2.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На Оп 070 Контрольная происходит выборочный контроль геометрических параметров штока.

После шлифовальной операции происходит контроль биения наружных поверхностей относительно оси центров. Спроектируем приспособление для контроля биения, взяв за основу приспособления для аналогичных деталей.

В базовом варианте контроль производится механическим индикатором с ценой деления 0,005 мм.

### 3.2.2 Описание сущности усовершенствований

В отличие от базового варианта с механическим индикатором с ценой деления 0,01 мм применим электронный индикатор Mitutoyo 532A с ценой деления индикатора 0,001 мм, диапазоном хода головки 15 мм.

### 3.2.3 Описание конструкции приспособления

Описание конструкции приспособления.

Приспособление содержит основание 6, к которому винтами 17 с шайбами 19 с помощью шпонок 12 крепятся стойки 8 и 9 с центрами 2 и 11. Центр 11 неподвижный, центр 2 подпружиненный. Центры крепятся с помощью винтов 15,16 с шайбами 18,19.

К основанию 6 винтами 14 с шайбами 19 крепится плита 7. На плиту 7 устанавливается индикаторный блок для контроля биения.

Индикаторный блок для контроля радиального биения содержит корпус 4, к которому винтом 3 крепится индикатор 1, установленный по отверстию.

Винтами 13 к основанию 6 крепится табличка 10 с маркировкой обозначения чертежа приспособления, детали, даты.

Приспособление работает следующим образом.

Заготовку устанавливают в центрах. Индикаторный блок с индикатором 1 придвигают по плите 7 вперед до тех пор, пока он вставкой не упрется в контролируемую шейку заготовки. Заготовку проворачивают на 360° и по показаниям индикатора определяют величину биения шеек относительно оси центров.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

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 АС16К25Ф3/1000	Металл, СОЖ
4	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Металл, СОЖ
5	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный п/а 3М151	Металл, СОЖ
6	Центрошлифование	Центрошлифовальная операция	Шлифовщик	Центрошлифовальный п/а 3925	Металл, СОЖ
7	Полирование	Полировальная операция	Полировщик	Ленточно-полировальный станок 3Б890М	Металл, СОЖ

## 4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Пресс КГШП
2	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000
3	Фрезерно-центровальная операция Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Фрезерно-центровальный п/а МР-71М Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2
4	Круглошлифовальная операция Центрошлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Круглошлифовальный п/а 3М151 Центрошлифовальный п/а 3925
5	Полировальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Ленточно-полировальный станок 3Б890М

### 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; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования, защитный экран	Каска защитная, очки защитные
4	Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль)	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
5	Токсические, раздражающие (СОЖ)	Применение приточно-вытяжной вентиляции, ограждение оборудования, защитный экран	Респиратор, перчатки
6	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания	Беруши, наушники

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

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

##### 4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

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

- 1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (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 термиче-

ского 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 нефтегазо-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 ме-	МР-71М	Пожары, связан-	Пламя и ис-	Вынос (замыкание) вы-

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
	ханической обработки	АС16К25Ф3/1000 6904ВМФ2 3М151 3925 3Б890М	ные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	кры	сокого 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)

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 – 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 Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

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

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

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерование	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Пыль стальная, стружка	Взвешенные вещества, нефтепродукты	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м <sup>3</sup>

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

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 штока привода пресс-ножниц, 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 штока привода пресс-ножниц, 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 «Шток привода пресс-ножниц». Детальная информация, касающаяся этого технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому для выполнения поставленной цели представим только краткую характеристику сравниваемых вариантов.

Базовый вариант. Операция 020 – 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 020 – Круглошлифовальная.

Получистовая обработка производится черновым шлифованием на круглошлифовальный п/а 3М151. Закрепление обеспечивает поводковый патрон с центром. В качестве инструмента применяется шлифовальный круг 1 600x30x305 91AF46P4VA 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007.

Указанные изменения позволяют сократить трудоемкость выполнения операции 020, а именно:

- штучное время с 3,012 мин. до 2,296 мин.;
- основное время с 2,015 мин. до 1,166 мин.

Кроме перечисленных параметров, для проведения экономического обоснования, необходима следующая информация: масса детали  $M_D = 9,9$  кг; масса заготовки (штамповка)  $M_3 = 13,6$  кг; материал – сталь 40Х ГОСТ 4543-71; годовая программа  $П_r = 10000$  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  $K_{ВВ,ПР} = 252412,33$  руб., включающая затраты по замене оборудования, инструмента, затраты на проектирования, затраты на доставку и монтаж, минимальный объем оборотных средств 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.

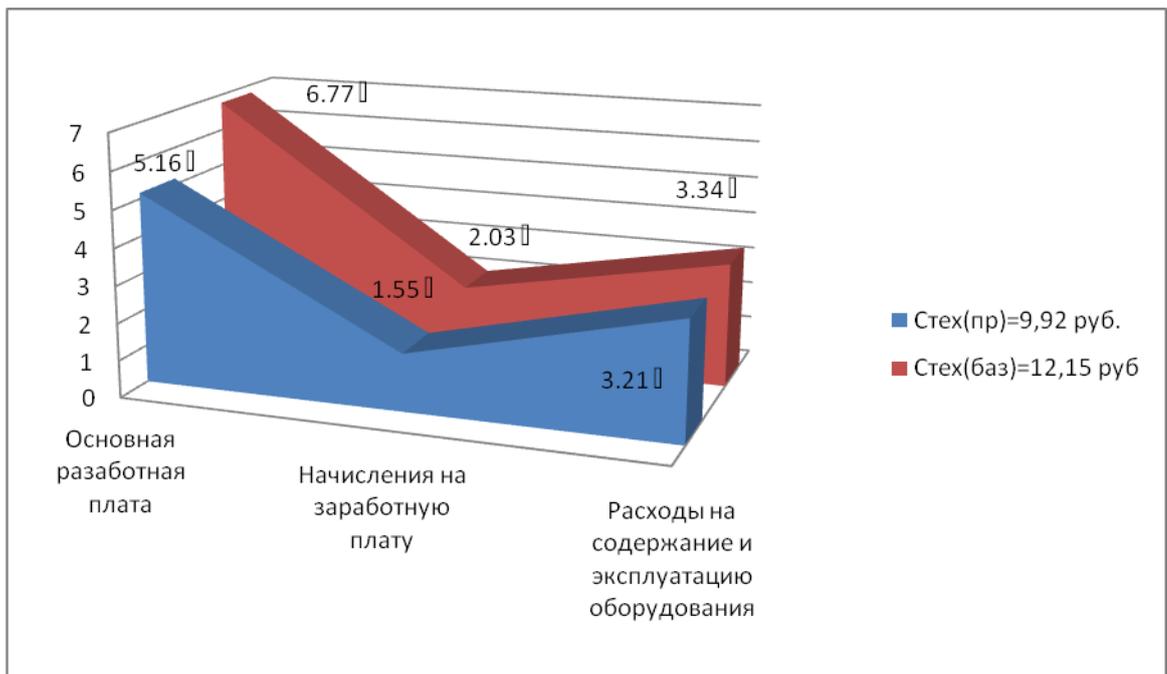


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения 020 операции по двум вариантам

На основе представленных значений рассчитываем величину полной себестоимости выполнения операции 020, которая выполняется на третьем этапе. Согласно расчетам по представленной методике составления калькуляции себестоимости [10] по базовому варианту полная себестоимость имеет величину 36,91 руб.; а по проектному варианту – 28,8 руб.

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

$$\Pi_{\text{Р.ОЖ}} = \Delta_{\text{УГ}} = (C_{\text{ПОЛ}}(\text{БАЗ}) - C_{\text{ПОЛ}}(\text{ПР})) \cdot \Pi_{\text{Г}} \quad (5.1)$$

$$\Pi_{\text{Р.ОЖ}} = \Delta_{\text{УГ}} = (36,91 - 28,8) \cdot 10000 = 81100 \text{ руб.}$$

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

$$H_{\text{ПРИБ}} = 81100 \cdot 0,2 = 16220 \text{ руб.}$$

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

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = 81100 - 16220 = 64880 \text{ руб.}$$

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

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

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

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 64880 \cdot \left( \frac{1}{(1+0,1)^1} + \frac{1}{(1+0,1)^2} + \frac{1}{(1+0,1)^3} + \frac{1}{(1+0,1)^4} + \frac{1}{(1+0,1)^5} \right) = 280865,52 \text{ руб.}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = 280865,52 - 252412,33 = 28453,19 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{280865,52}{252412,33} = 1,11 \text{ руб./руб.}$$

Предложенные изменения по операции 020 технологического процесса изготовления детали «Шток привода пресс-ножниц», можно считать экономически обоснованными, что доказывает полученная в ходе расчетов положительная величина интегрального экономического эффекта, в размере 28453,19 руб.

## Заключение

При выполнении выпускной квалификационной работы предложены следующие пути совершенствования техпроцесса:

- разработан технологический процесс изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- разработана заготовка, полученная штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применено высокопроизводительное оборудование и оснастка;
- применен режущий инструмент с износостойкими покрытиями, применение которого дает существенное форсирование режимов резания и снижение штучного времени;
- спроектирован патрон поводковый с пневмоприводом для токарной операции;
- спроектировать контрольное приспособление для контроля радиального биения с электронным индикатором японской фирмы 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 составит 28453,19 руб.

## Список используемой литературы

- 1 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш.школа, 1980, 240 с
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 4 Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 5 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.
- 9 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с..
- 11 Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.
- 12 Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А.

Нефедов, - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

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

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

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

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

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

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

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

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

## Приложения

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





Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
																	3	3	
<b>А</b>	<b>цех</b>	<b>Уч.</b>	<b>РМ</b>	<b>Опер.</b>	<b>Код, наименование операции</b>			<b>Обозначение документа</b>											
<b>Б</b>	<b>Код, наименование оборудования</b>				<b>СМ</b>	<b>Проф.</b>	<b>Р</b>	<b>УТ</b>	<b>КР</b>	<b>КОИД</b>	<b>ЕН</b>	<b>ОП</b>	<b>Кит</b>	<b>Тпз.</b>	<b>Тшт.</b>				
01А	XXXXXXX	065	0100	Моечная															
02Б	XXXXXXXX	КММ																	
03																			
04А	XXXXXXX	070	0200	Контрольная															
05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
<b>МК</b>																			

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
								01101	25211		1		1	
Разраб.	Шарапов													
Пров.	Щипанов												10141. 000002	
Н. Контр.	Виткалов													
<b>Шток</b>											Цех	Уч.	РМ	Опер
														005
<b>Наименование операции</b>		<b>Материал</b>		<b>твёрдость</b>	<b>ЕВ</b>	<b>МД</b>	<b>Профиль и размеры</b>			<b>МЗ</b>	<b>КОИД</b>			
4269 Фрезерно-центровальная		Сталь 40X ГОСТ 4543-71		190 HB	166	9,9	Ø125,4x314,6			13,6	1			
<b>Оборудование, устройство ЧПУ</b>		<b>Обозначение программы</b>		<b>To</b>	<b>Tв</b>	<b>Tпз</b>	<b>Tшт</b>	<b>СОЖ</b>						
MP-71M		XXXXXX		0,447	1,036	32	1,572	Укринол- 1						
<b>P</b>		<b>PI</b>	<b>D или B</b>	<b>L</b>	<b>t</b>	<b>i</b>	<b>s</b>	<b>n</b>	<b>V</b>					
01			<b>мм</b>	<b>мм</b>	<b>мм</b>		<b>мм/об</b>	<b>об/мин</b>	<b>м/мин</b>					
002	1. Установить и снять заготовку													
T03	3961811XXX-приспособление специальное ГОСТ 12195-66													
004	2. Фрезеровать торцы, выдер. разм. 1-2													
T05	391855 XXX (2) – фреза торцевая Ø160 T15K6 ГОСТ26595-85; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83													
P06		XX	125,4	125,4	2,2	1	1,6	270	135,6					
007	3. Сверлить центровые отв., выдер. разм. 3-6													
T08	391303XXX(2) - сверло центровочное Ø 4, тип А ГОСТ 14034-74; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83													
T09	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84													
P10		XX	4,0	8,9	2,0	1	0,1	815	10,2					
11														
12														
ОКП														





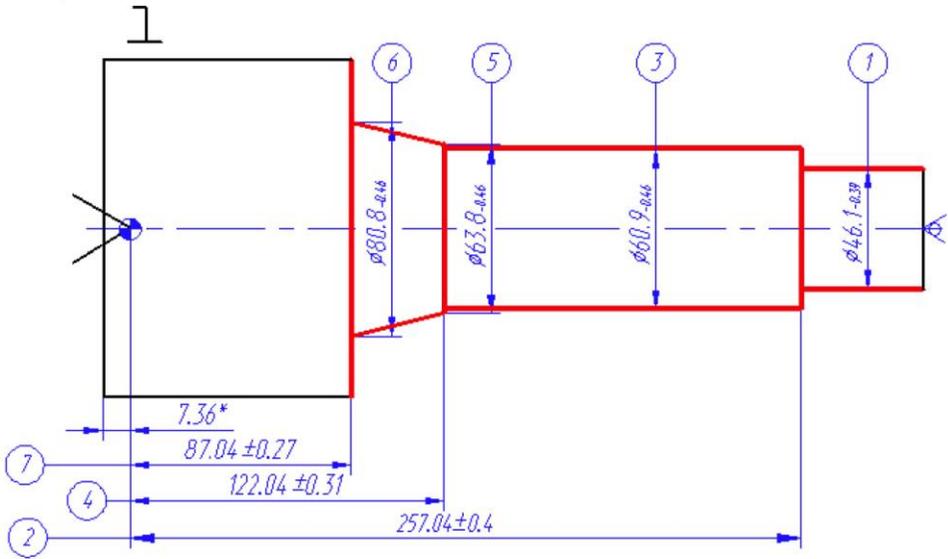
ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Дубл.				
Взам.				
Подп.				

01101	25211	1	1
-------	-------	---	---

Разраб.	Шаралов	ТГУ				
Проб.	Щипанов					
Н.контр.		Шток	Цех	Уч.	РМ	Опер.

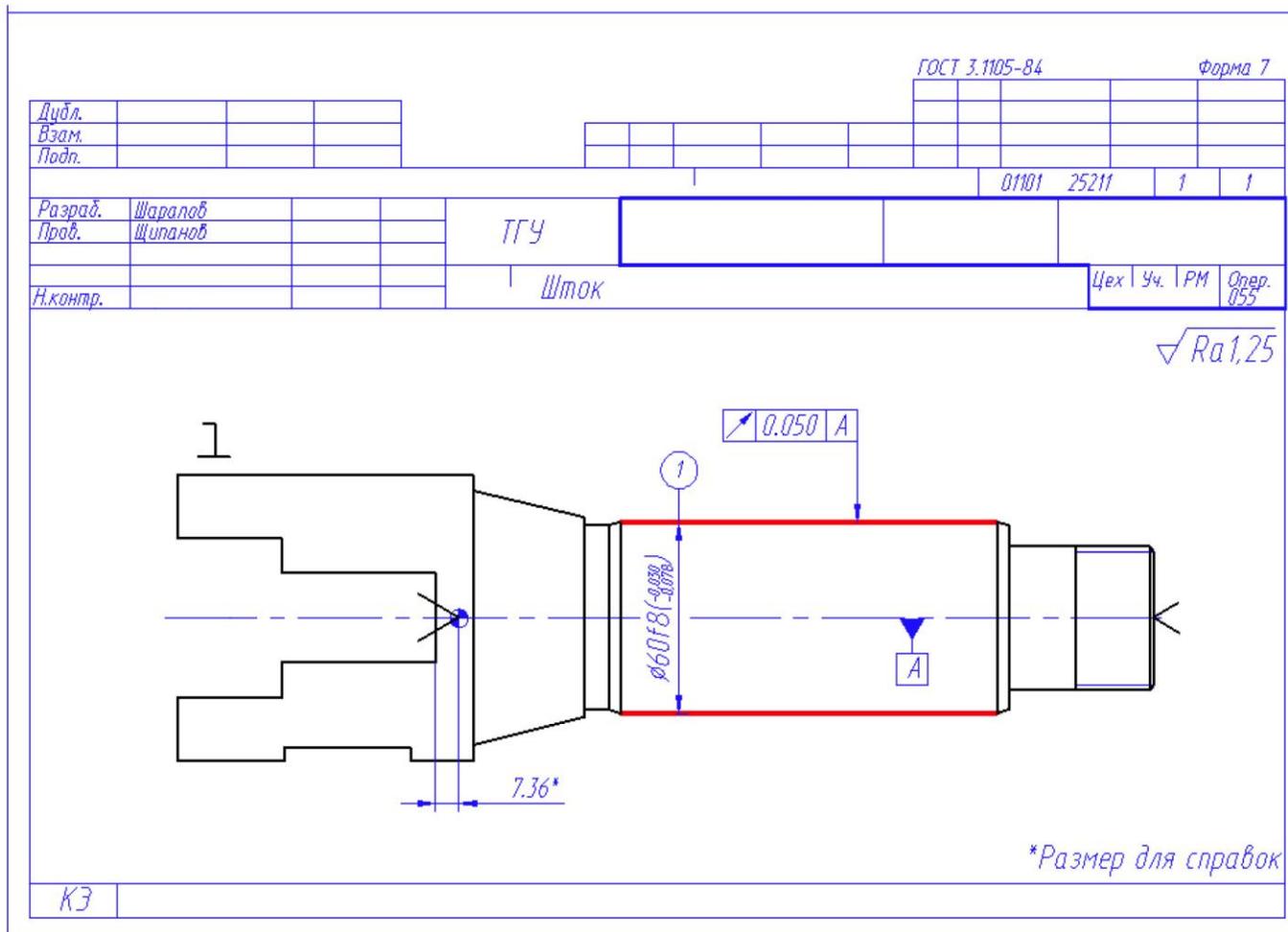


$\sqrt{Ra12,5}$

\*Размер для справок

КЗ





Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.585.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.585.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.585.60.002	Винт	1	
		3	16.07.ТМ.585.60.003	Втулка	3	
		4	16.07.ТМ.585.60.004	Демпфер	2	
		5	16.07.ТМ.585.60.005	Корпус	3	
		6	16.07.ТМ.585.60.006	Корпус патрона	1	
		7	16.07.ТМ.585.60.007	Крышка	1	
		8	16.07.ТМ.585.60.008	Кулачок	3	
		9	16.07.ТМ.585.60.009	Ось	3	
		10	16.07.ТМ.585.60.010	Ось	3	
		11	16.07.ТМ.585.60.011	Ось	3	
		12	16.07.ТМ.585.60.012	Подкулачник	3	
		13	16.07.ТМ.585.60.013	Поршень	1	
		14	16.07.ТМ.585.60.014	Рычаг	3	
		15	16.07.ТМ.585.60.015	Сухарь	3	
			<b>16.07.ТМ.585.60.000</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Шаралов			Лит.	Лист
Пров.		Щилянов				1
						3
Н. Контр.		Виткалов			ТГУ, гр. ТМбз-1131	
Утв.		Бобровский				

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		16	16.07.ТМ.585.60.016	Сухарь	3	
		17	16.07.ТМ.585.60.017	Тяга	1	
		18	16.07.ТМ.585.60.018	Фланец	1	
		19	16.07.ТМ.585.60.019	Центр	1	
		20	16.07.ТМ.585.60.020	Шток	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Болты ГОСТ 7805-70		
		21		М6-6gx18.66.029	4	
		22		М8-6gx28.66.029	6	
				Винты ГОСТ 11738-72		
		23		М8x20.88	3	
		24		М10x22.88	6	
		25		Винт М6x10.48		
				ГОСТ 1477-75	3	
		26		Винт М6x14.48		
				ГОСТ 1478-75	3	
		27		Винт М8x10.48		
				ГОСТ 1477-75	1	
		28		Гайка М16-8		
				ГОСТ 12593-93	3	
		29		Гайка М27.5.		
				ГОСТ 5927-70	1	
		30		Гайка М14x1,5-6Н.5.029		
				ГОСТ 5927-70	2	
		31		Палец М16-8		
				ГОСТ 12593-93	3	
				Кольца ГОСТ 9833-73		
				16.07.ТМ.585.60.000		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		32		080-160-46-2-4	2	
		33		280-360-46-2-4	1	
		34		240-360-56-2-4	2	
		35		1000-950-56-2-4	3	
		36		Шайба 27.01.05		
				ГОСТ 13465-77	1	
				Шайбы ГОСТ 6402-70		
		37		6.65Г.029	7	
		38		8.65Г.029	6	
		39		10.65Г.029	6	
				16.07.ТМ.585.61.000		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.585.61.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.585.61.100	Индикатор	1	
		2	16.07.ТМ.585.61.200	Центр	1	
				<u>Детали</u>		
		3	16.07.ТМ.585.61.003	Винт	1	
		4	16.07.ТМ.585.61.004	Корпус	1	
		5	16.07.ТМ.585.61.005	Ножка	4	
		6	16.07.ТМ.585.61.006	Основание	1	
		7	16.07.ТМ.585.61.007	Плита	1	
		8	16.07.ТМ.585.61.008	Стойка	1	
		9	16.07.ТМ.585.61.009	Стойка	1	
		10	16.07.ТМ.585.61.010	Табличка	1	
		11	16.07.ТМ.585.61.011	Центр	1	
		12	16.07.ТМ.585.61.012	Шпонка	2	
			<b>16.07.ТМ.585.61.000</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Шарапов			Лит.	Лист
Пров.		Щилянов				Листов
						1
						2
Н. Контр.		Виткалов			ТГУ, гр. ТМбз-1131	
Утв.		Бобровский				
Калибр для контроля биения						

