



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

УТВЕРЖДАЮ

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

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

## ЗАДАНИЕ

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

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Поздина Галина Викторовна гр. ТМбз-1132

1. Тема Технологический процесс изготовления червячной фрезы черного перехода.

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

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

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

*Титульный лист.*

*Задание. Аннотация. Содержание.*

*Введение, цель работы*

*1) Описание исходных данных*

*2) Технологическая часть работы*

*3) Проектирование приспособления и режущего инструмента*

*4) Безопасность и экологичность технического объекта*

*5) Экономическая эффективность работы*

*Заключение. Список используемой литературы.*

*Приложения: технологическая документация*

# Аннотация

УДК 621.05.01

## Разработка технологического процесса изготовления фрезы червячной чернового перехода

Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления фрезы червячной чернового перехода в условиях среднесерийного производства

Предложено:

- применение нового технологического процесса изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- получение заготовки сваркой трением из проката нормальной точности с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применение высокопроизводительного оборудования - станков с ЧПУ, автоматов и полуавтоматов;
- применение высокопроизводительной оснастки с механизированным приводом;
- применение высокопроизводительного инструмента;
- спроектирован патрон поводковый с центром, оснащенный пневмоприводом, для токарной операции;
- спроектирован резец токарный для контурного точения с механическим креплением режущей пластины.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 57 страниц, содержащей 25 таблицы, 5 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.....	16
2.1 Выбор типа производства .....	16
2.2 Выбор метода получения заготовки .....	16
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	16
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки .....	17
2.5 Разработка технологического процесса и плана обработки .....	21
2.6 Выбор средств технологического оснащения .....	23
2.7 Проектирование технологических операций.....	28
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента .....	35
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	35
3.2 Проектирование режущего инструмента .....	38
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	40
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта .....	40
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	41
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков .....	42
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) .....	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта .....	47
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» .....	48

5 Экономическая эффективность работы.....	50
Заключение.....	54
Список используемой литературы.....	55
Приложения.....	57

## Введение, цель работы

На современном этапе развития основными задачами решаемыми технологией машиностроения являются такие задачи как:

- создание принципиально новых технологий, позволяющих многократно повысить производительность;
- переход от разработки отдельных машин и технологий к разработке и применению технологических комплексов;
- применение системы автоматизированного проектирования технологических процессов;
- комплексная автоматизация и механизация производства, в том числе применение системы автоматического управления технологическими процессами.

Эффективность производства, его технический прогресс, количество выпущенной продукции во многом зависит от всеобщего внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

Целью данной выпускной квалификационной работы является снижение трудоемкости изготовления детали путем разработки ТП обработки детали требуемой точности и качества в соответствии с чертежом в условиях серийного производства с минимальными затратами.

# 1 Описание исходных данных

## 1.1 Анализ служебного назначения детали

### 1.1.1 Описание конструкции, анализ служебного назначения детали

Деталь – червячная фреза, предназначена для обработки шлицевого вала.

Геометрические параметры обрабатываемой заготовки:

Шлицы прямобочные ГОСТ 1139-80, исполнение 1, с центрированием по внутреннему диаметру,  $d - 8 \times 62^{(-0.012}_{-0.032)} \times 72^{(-0.10}_{-0.30)} \times 12^{(-0.03)}$

Обработка производится на зубофрезерном станке 53А10.

Устанавливается фреза по коническому отверстию хвостовика - конусу Морзе №3 ГОСТ 2848-74, фиксируется с помощью винта по резьбу М12-6Н.

С правого конца устанавливается в оправке по  $\varnothing 18_{-0,012}$

Деталь относится к осевым режущим инструментам.

Исполнительные размеры фрезы червячной чернового перехода:

Число заходов  $Z_0 = 1$

Угол подъема винтовой линии зубьев  $\omega_0 = 12^{\circ}12'33''$

Направление винтовой линии зубьев - правое

Шаг зубьев осевой  $P_{x0} = 27,9093$

Ход винтовой линии  $P_{z0} = 27,9093$

Число стружечных канавок  $n_0 = 8$

Направление стружечных канавок - левое

Ход винтовой линии стружечных канавок  $T_0 = 595,57$

Наружный диаметр зубьев –  $\varnothing 50$

Длина режущей части – 60 мм

Материал режущей части фрезы - быстрорежущая сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73.

Материал хвостовика – сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Режимы резания при фрезеровании шлицев:

- 1) припуск  $t = 5$  мм.
- 2) величина перемещения инструмента за один оборот  $S = 2,8$  мм/об
- 3) Частота вращения шпинделя:  $n = 400$  об/мин
- 4) действительная скорость резания:  $V = 62,8$  м/мин;

### 1.1.2 Анализ материала детали

Хвостовик изготовлен из стали 40Х ГОСТ 4543-71

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40Х

В процентах

Элемент	углерод	сера	фосфор	хро м	маг ний	ни ке ль	крем ний
		Не более					
Содержание	0.36- 0.44	0.035	0.035	0.8- 1.0	0.5- 0.8	0.3	0.17- 0.37

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 40Х

$\sigma_{02}$	$\sigma_b$	$\delta_5$	$\psi$	КСУ	НВ
МПа	МПа	%	%	Дж/см <sup>2</sup>	
360	785	16	40	50	200

Режущая часть изготовлена из быстрорежущей стали Р6М5 ГОСТ 19265-73

Таблица 1.3 - Химический состав стали Р6М5

В процентах

Элемент	угле- род	сера	фос- фор	хро м	вол ьфр ам	ва- на- дий	молиб либ- ден
		Не более					
Содержание	0.7-0.8	0.03	0.03	3.8- 4.2	5.8- 6.0	1.5- 2.5	4.8- 1,0

Таблица 1.4 - Механические свойства

$\sigma_{02}$	$\sigma_B$	$\delta_5$	$\psi$	НВ
МПа	МПа	%	%	
760	1060	14	40	260

### 1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Проведём классификацию поверхностей детали (рисунок 1.1), результаты сведём в таблицу 1.5.

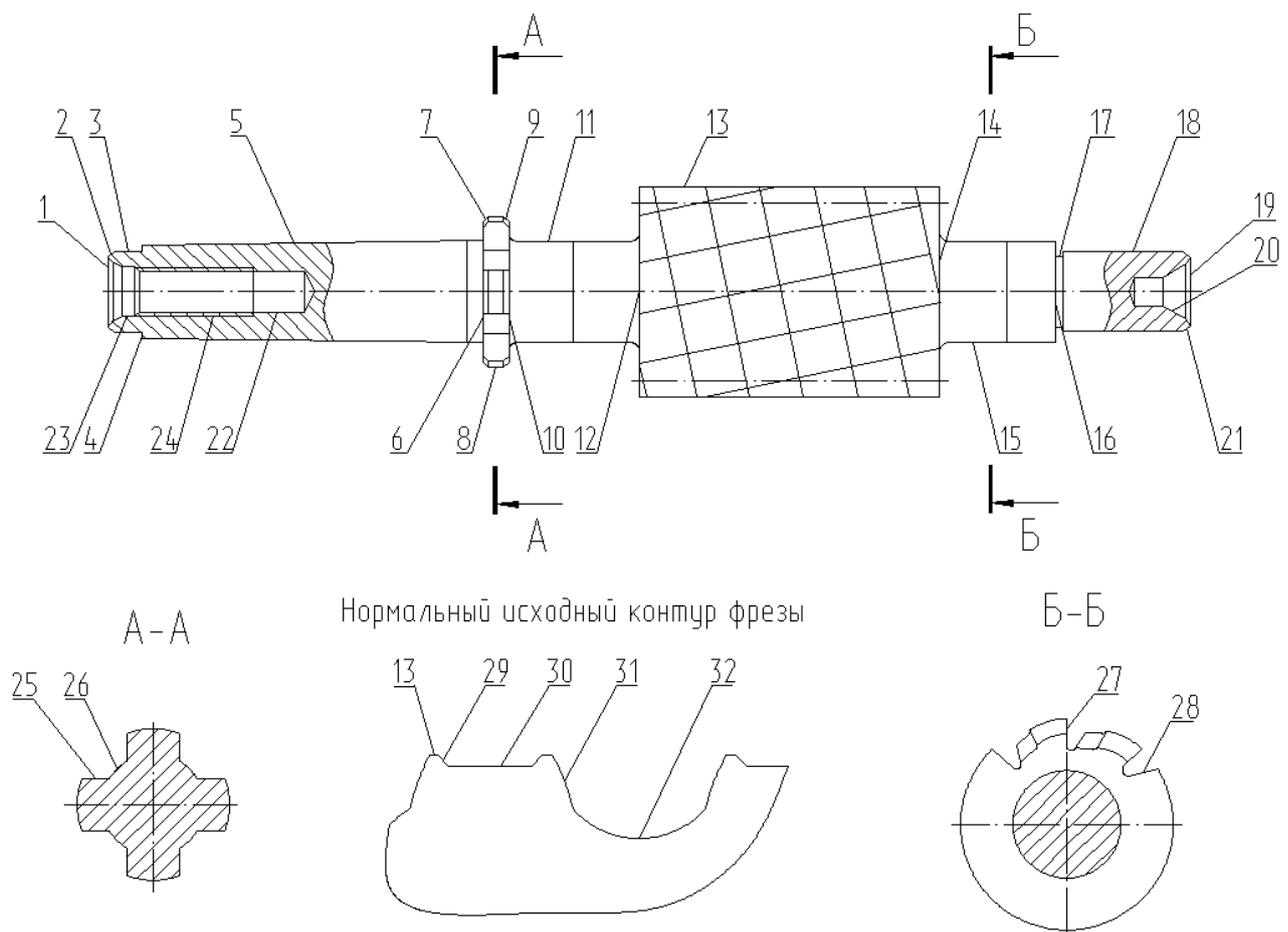


Рисунок 1.1 - Систематизация поверхностей

Систематизируем все поверхности детали по служебному назначению, для проверки адекватности назначенных требований на чертеже.

При разработке ТП необходимо обратить особое внимание: основным кон-

конструкторским базам, они определяют положение детали в узле – 5, 18; вспомогательные конструкторские базы – 24, 25, 16; исполнительные поверхности – 13, 29, 30, 31, 32, 27; остальные поверхности – свободные.

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

### 1.2.1 Количественный анализ технологичности

#### 1.2.1.1 Коэффициент стандартизации поверхностей

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

где  $n_y$  - число стандартизированных поверхностей;

$\Sigma n$  – количество поверхностей на детали.

$K_y = 1$ , т.к. для изготовления детали используются на универсальном оборудовании.

#### 1.2.1.2 Коэффициент шероховатости поверхностей

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

где  $B_{ср}$  - средняя величина микронеровностей по чертежу;

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

где  $B_{ni}$  – величина микронеровности;

$\Sigma n_i$  – число поверхностей по чертежу одинаковой величины микронеровностей

$$B_{ср} = (6 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,4 + 24 \cdot 3,2) / 32 = 2,46 \text{ мкм}$$

$$K_{ш} = 1/2,46 = 0,40$$

Вывод: по данному показателю деталь не технологична, т.к  $K_{ш} > 0,32$ .

### 1.2.1.3 Коэффициент точности

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

где  $A_{ср}$  – усредненный квалитет

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

где  $A_{ni}$  – квалитет

$\sum n_i$  – число одного квалитета

$$A_{ср} = (2 \cdot 6 + 5 \cdot 9 + 2 \cdot 10 + 1 \cdot 11 + 22 \cdot 12) / 32 = 11$$

$$K_T = 1 - 1/11 = 0,91$$

Вывод: по данному показателю деталь технологична, т.к.  $K_T > 0,85$

### 1.2.2 Технологичность обрабатываемых поверхностей

Поверхности детали имеют квалитеты (IT6 – на пов. 5,18), степени точности (биение 0,02 пов. 18 относительно базового конуса 5), и шероховатости ( $R_a$  0,2 на пов. 13,29,30,31,32,27), соответствующие их служебному назначению.

Количество и протяженность сопрягаемых поверхностей фрезы червячной чернового перехода определяется конструкцией и условиями работы детали.

Доступ к местам обработки и контроля свободный.

Вывод: деталь является технологичной.

## 1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

### 1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Таблица 1.5 - Характеристика базового техпроцесса

Операция		Средства технического оснащения			Тшт, час
№ оп	Наименование оп	Оборудование	Приспособление	Инструмент (ма- териал режущей части)	
1	2	3	4	5	6
005	Заготовительная				0,06
010	Заготовительная				0,06
015	Заготовительная				0,06
020	Токарная	Универсальный 16K20	Патрон самоцен- трирующий	Резец подрезной T5K10	0,04
025	Токарная	Универсальный 16K20	Патрон самоцен- трирующий	Резец подрезной T5K10 Резец проходной T15K6	0,06
030	Токарная	Токарно- винторезный 16K20	Патрон 3-х ку- лачковый	Резец подрезной T5K10 Резец проходной T15K6	0,07
035	Сварочная				0,04
040	Сварочная				0,04
045	Термическая				
050	Правильная				
055	Токарная	универсальный 16K20	Патрон самоцен- трирующий	подрезной T5K10 Сверло центро- вочное P6M5	0,28
060	Токарная	Токарно- винторезный 16K20	Патрон поводко- вый с центром.	Резец подрезной T5K10	1,10
			Центр вращаю- щийся	Резец проходной T5K10	
				Резец канавочный T5K10	

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4	5	6
065	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон поводковый с центром.	Резец подрезной Т15К6	0,85
			Центр вращающийся	Резец проходной Т15К6	
				Резец канавочный Т15К6	
070	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром.	Шлифовальный круг	0,35
			Центр упорный		
075	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный 6Р83Ш	Приспособление специальное	Фреза дисковая Р6М5	0,34
080	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный 6906ВМФ2	Приспособление специальное	Фреза дисковая профильная Р6М5К5	0,65
085	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный 6Р83Ш	Приспособление специальное	Фреза дисковая Р6М5	0,20
090	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Р135	Тиски	Сверло спиральное Р6М5	0,12
095	Слесарная				0,10
100	Слесарная			Метчик машинный Р6М5	0,06
105	Контрольная				0,04
110	Термическая (закалка)				
115	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло центровочное	0,12
120	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром.	Шлифовальный круг	0,35
			Центр упорный		
125	Заточная	Универсально-заточной 3Б642	Патрон поводковый с центром.	Шлифовальный круг	0,24
			Центр упорный		
130	Заточная	Универсально-заточной 5884В	Патрон поводковый с центром.	Шлифовальный круг	0,42
			Центр упорный		
135	Моечная				0,06
140	Контрольная				0,06

## 1.4 Цели и задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

### 1.4.1 Недостатки базового ТП

Основные недостатки базового техпроцесса:

- 1) Оборудование – универсальные низкопроизводительные станки типа 16К20, 2Р135;
- 2) центровые отверстия обрабатываются на токарной операции последовательно с переустановками, что обеспечивает низкую точность;
- 3) После ТО центра не шлифуют, а просто правят на токарной операции. Это уменьшает точность обработки и увеличивает припуски на обработку;
- 4) резьба нарезается вручную слесарной операции;
- 5) универсальный инструмент;

### 1.4.2 Цели и задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

Учитывая указанные недостатки базового техпроцесса, сформулируем задачи выпускной квалификационной работы:

- 1) рассчитать припуск и спроектировать заготовку;
  - 2) применить оптимальное оборудование (ЧПУ, полуавтоматы);
  - 3) в технологическом процессе предусмотреть центrovально-подрезную операцию, для повышения производительности;
  - 4) резьбу нарезать на горизонтально-сверлильной операции с ЧПУ в автоматическом режиме;
  - 5) заточные операции производить на заточных станках с ЧПУ в автоматическом цикле, что обеспечит большую точность и уменьшит штучное время;
  - 6) применить быстродействующую оснастку с гидро- и пневмоприводом;
- Решению этих задач посвящены последующие разделы работы.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Выбор типа производства

По [5, с. 24, табл. 31] при массе детали 1,30 кг и годовой программе выпуска  $N_T = 10000$  шт производство – среднесерийное.

Для серийного производства форма организации техпроцесса – будет точная или переменная – поточная.

### 2.2 Выбор метода получения заготовки

Так как рабочая часть фрезы червячной выполнена из быстрорежущей стали Р6М5, а хвостовик из стали 40Х, заготовкой для инструмента может служить прокат с последующей подрезкой торцев и сваркой трением.

Принимаем горячекатаный прокат обычной точности по ГОСТ 2590-2006:

Для хвостовика левого, пов. 8: Круг  $\frac{В - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{40Х - \text{ГОСТ } 4543 - 71}$

Для хвостовика правого, пов. 15: Круг  $\frac{В - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{40Х - \text{ГОСТ } 4543 - 71}$

Для режущей части: Круг  $\frac{В - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{Р6М5 - \text{ГОСТ } 19265 - 73}$

Окончательный выбор необходимого размера горячекатаного проката по расчетным данным заготовки будет произведен на основании аналитических расчетов заготовки, п. 2.4.

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

По проведенной классификации поверхностей по качеству и точности определим маршрут обработки.

Результаты выбора маршрутов обработки фрезы червячной приведены в таблице 2.1:

Таблица 2.1 - Последовательность обработки поверхностей

Номера поверхностей	Маршрут	Квалитет IT	Шероховатость Ra
1	2	3	4
1,19	П,	14	3,2
20	Ц, ТО, Шч	7	0,4
2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,14,15,16,17,21	Т, Тч, ТО	12	3,2
5,18	Т, Тч, Ш, ТО, Шч	6	0,4
13	Т, Тч, ТО, Шч	8	0,4
29,30,31,32	Т, Тч, Ф, ТО, З	8	0,2
25	Ф, ТО	11	3,2
26,28		12	3,2
27	Ф, ТО, З	9	0,20
23,22	С, Рз, ТО	12	3,2
24		10	3,2

## 2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

### 2.4.1 Расчет припусков

Выполним расчет припусков на цилиндрическую поверхность  $\varnothing 50_{-0,046}$ , для этого воспользуемся методикой изложенной в справочнике технолога машиностроителя А.Г. Косиловой [14]. Результаты расчетов сведем в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Таблица расчета припуска

№	переход	Элементы припуска, мкм			2Z min мкм	Td/IT	Предельн. размеры мм		Предельн. припуски, мм	
		a	$\rho^{i-1}$	$\varepsilon_{\text{вер}}^{i-1}$			d <sup>i</sup> min	d <sup>i</sup> max	2Z max	2Z min
1	Прокат	400	517	-	-	1400 16	52,396	53,796	-	-
2	Обтачивание предварительное	90	31	350	2048	460 13	50,348	50,808	3,448	1,588
3	Обтачивание окончательное	45	21	21	254	120 10	50,094	50,214	0,714	0,134
4	Абразивная обработка	20	10	14	140	46 8	49,954	50,000	0,260	0,094

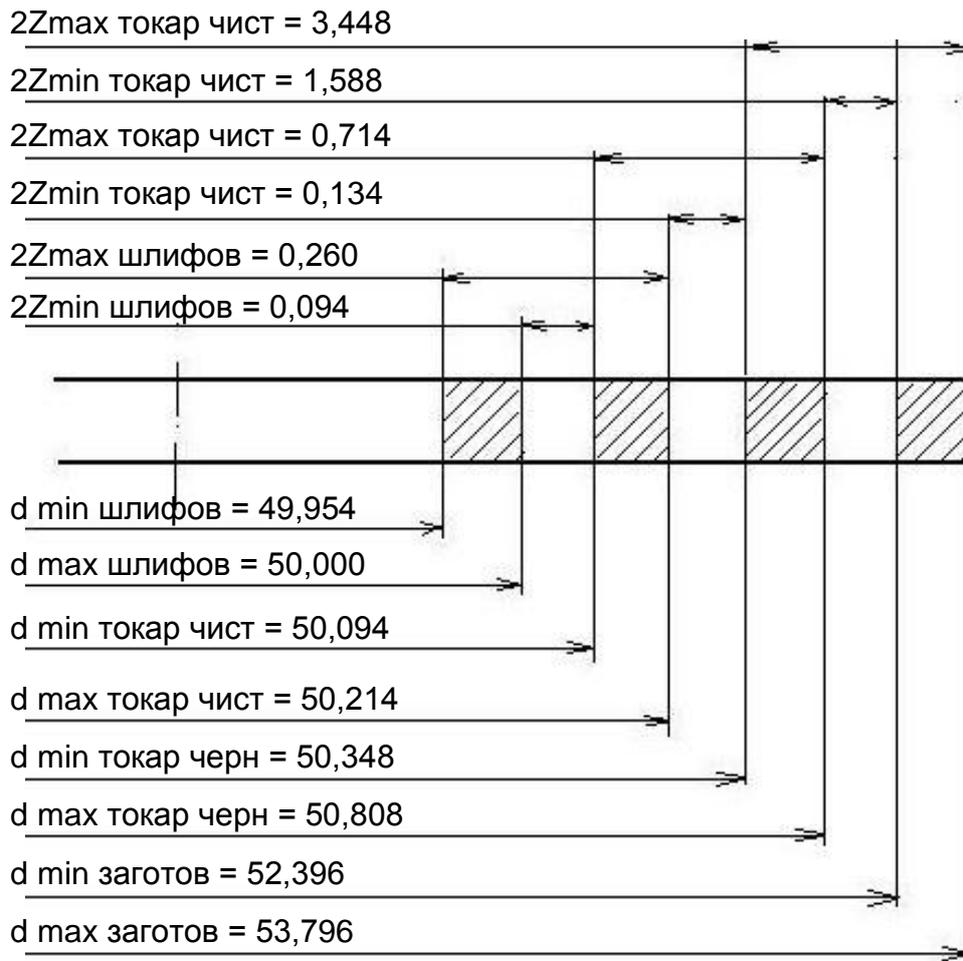


Рисунок 2.1 - Схема припусков

Таблица 2.3 - Припуски на обработку поверхностей фрезы червячной чернового перехода

№ оп	Операция	Поверхность	Припуск на сторону, мм
1	2	3	4
020	Токарная	1	1,5
025	Токарная	19	1,5
030	Токарная	12	1,5
		11	
		14	
		15	
055	Центровально-подрезная	1	1,5
		19	

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
060	Токарная (черновая)	3 – 6	2,0 max
		8	
		10 – 12	
065	Токарная (черновая)	13	2,0 max
		14	
		15	
		16	
		18	
070	Токарная (чистовая)	2-12	0,35 max
075	Токарная (чистовая)	13-18	0,35 max
		21	
080	Круглошлифовальная (черновая)	5	0,14
085	Круглошлифовальная (черновая)	18	0,14
135	Круглошлифовальная (чистовая)	5	0,06
140	Круглошлифовальная (чистовая)	18	0,06
		13	0,12
145	Заточная	27	0,20
150	Затыловочно-шлифовальная	13,29	0,20
		30,31,32	

#### 2.4.2 Проектирование заготовки

Определим наибольший диаметральный размер заготовки для проката.

Хвостовик левый, пов. 8:

$$D = 35 + 2,8 + 0,8 = 38,6 \text{ мм}$$

Хвостовик правый, пов. 15:

$$D = 24 + 2,8 + 0,8 = 27,6 \text{ мм}$$

Режущей части

$$D = 50 + 2,8 + 0,8 + 0,3 = 53,9 \text{ мм}$$

По полученным данным подбираем прокат обычной точности по ГОСТ 2590-2006

Хвостовика левого, пов. 8:

$$\text{Круг} \frac{39 - \text{В} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{40\text{X} - \text{ГОСТ } 4543 - 71}$$

Хвостовика правого, пов. 15:

$$\text{Круг} \frac{28 - \text{В} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{40\text{X} - \text{ГОСТ } 4543 - 71}$$

Режущей части:

$$\text{Круг} \frac{54 - \text{В} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{\text{Р6М5} - \text{ГОСТ } 19265 - 73}$$

Определим длину мерных заготовок:

Хвостовика левого, пов. 8:

$$L_{\text{зх}} = 107 + 1,5 \cdot 2 = 110 \text{ мм}$$

Принимаем длину заготовки 110 мм.

Хвостовика правого, пов. 15:

$$L_{\text{зх}} = 43 + 1,5 \cdot 2 = 46 \text{ мм}$$

Принимаем длину заготовки 46 мм.

Режущей части

$$L_{\text{зр}} = 90 + 1,5 \cdot 2 = 93 \text{ мм}$$

Принимаем длину заготовки 93 мм.

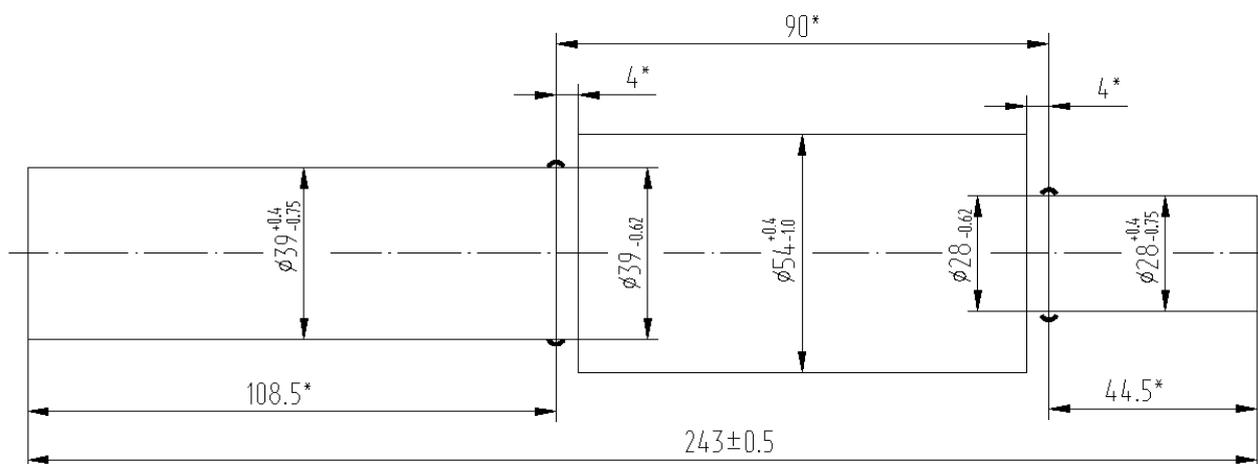


Рисунок 2.2- Эскиз заготовки

Объем заготовки

$$V = 3,14/4 \cdot ((39^2 \cdot (108,5+4) + 54^2 \cdot (90-4 \cdot 2) + 28^2 \cdot (44,5+4))) = 351875 \text{ мм}^3$$

Масса заготовки  $m_3$ , кг

$$m_3 = V \cdot \gamma, \quad (2.14)$$

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

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

$$m_3 = 351875 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2,76 \text{ кг}$$

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 1,3/2,76 = 0,47 \quad (2.15)$$

## 2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки

### 2.5.1 Выбор технологических баз

Выбор баз будем проводить учитывая принципы единства и постоянства баз.

На заготовительной операции присутствуют черновые базы которые используются единожды для получения чистовых.

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

### 2.5.2 Технологический маршрут обработки детали

Таблица 2.4 - Технологический маршрут обработки детали.

№ оп	Операция	№ базовые поверхности	№ обрабатываемые пов-ти	IT квалитет	Ra шероховатость
1	2	3	4	5	6
005	Абразивно-отрезная	8	1	16	20,0
010	Абразивно-отрезная	15	19	16	20,0

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
015	Абразивно-отрезная	13	12, 14	16	20,0
020	Токарная	8	1	14	12,5
025	Токарная	15	19	14	12,5
030	Токарная, Установ А	13	12, 11	14	12,5
	Установ Б	13	14, 15	14	12,5
035	Сварочная	13,15	14	14	-
040	Сварочная	13,8	12	14	-
045	Термообработка	-	-	-	-
050	Правка	8,15	-	-	-
055	Центровально- подрезная	8,15,14	1,19	12	3,2
			20	10	3,2
060	Токарная (черновая)	19,20	3,4,5,6,8,10, 11,12	13	6,3
065	Токарная (черновая)	1,20	13,14,15,16, 18	13	6,3
070	Токарная (чистовая)	19,20	2-12	10	3,2
075	Токарная (чистовая)	1,20	13-18,21	10	3,2
080	Круглошлифовальная (черновая)	19,20	5	8	1,25
085	Круглошлифовальная (черновая)	1,20	18	8	1,25
090	Фрезерная	19,20	27,28	12	3,2
095	Затыловочная	19,20	13,29-32	11	2,5
100	Фрезерная	19,20	25	11	3,2
			26	12	3,2
105	Сверлильная	5,18,6	23,22	12	3,2
			24	10	3,2
110	Слесарная				
115	Моечная				
120	Контрольная				

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
125	Термическая (закалка)				
130	Центрошлифовальная	5,18,16	20	8	1,25
135	Круглошлифовальная (чистовая)	19,20	5	6	0,4
140	Круглошлифовальная (чистовая)	1,20	18 13	6 8	0,4 0,4
145	Заточная	19,20	27	8	0,20
150	Затыловочно- шлифовальная	19,20	13,29,30,31, 32	8	0,20
155	Моечная				
160	Контрольная				
165	Химикотермическая			-	-

### 2.5.3 План обработки детали

План обработки детали "Фреза червячная черновая" представлен в графической части. На нем присутствует информация об использованном оборудовании, положении заготовки при обработке, на все операционные размеры назначены требования.

### 2.6 Выбор средств технологического оснащения

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

Выбор оборудования, приспособлений и инструмента должен проводиться таким образом, чтобы обеспечить требуемую производительность, необходимую точность при минимальных затратах. В связи с этим применение специального оборудования, приспособлений и инструмента допустимо только в случае невозможности применения стандартных или универсальных.

Данные по выбору оборудованию занесены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Выбор оборудования

№ оп.	операция	оборудование
005	Абразивно-отрезная	Абразивно-отрезной станок СИ-30
010		
015		
020	Токарная	Универсальный токарный станок 16Б16
025		
030		
035	Сварочная	Машина для сварки трением МФ-327
040		
045	Термическая	Печь шахтная Ш100
050	Правильная	Пресс ПГ-1000
055	Центровально-подрезная	Центровально-подрезной п/а 2931-1
060	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный с ЧПУ 16А20Ф3
065		
070	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный с ЧПУ 16А20Ф3
075		
080	Круглошлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный п/а 3М151
085		
090	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2
100		
095	Затыловочная	Токарно-затыловочный п/а 1Е811
105	Сверлильная	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2
110	Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407
115	Моечная	Камерная моечная машина
155		
130	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный п/а 3925
135	Круглошлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный п/а 3М151
140		
145	Заточная	Заточной с ЧПУ ВЗ-392Ф4
150	Затыловочно-шлифовальная	Заточной с ЧПУ ВЗ-449Ф2

Данные по выбору приспособления сведены в таблицу 2.6

Таблица 2.6 - Выбор приспособлений

№ оп.	Наименование операции	Приспособления
005,010 015	Отрезная	Универсальное наладочное приспособление с призмами ГОСТ 12195-66
020,025 030	Обтачивание	Патрон кулачковый самоцентрирующий
035,040	Сварочная	Приспособление специальное
055	Центровально-подрезная	Универсальное наладочное приспособление с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66
060,065	Токарная (черновая)	Патрон поводковый с центром
		Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75
070, 075	Токарная (чистовая)	Патрон поводковый с центром
		Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75
080,085	Круглошлифовальная (черновая)	Патрон поводковый с центром
		Центр упорный ГОСТ 18259-72
090,100	Фрезерная	Патрон с центром специальный с делительным устройством. Центр задний
095	Затыловочная	Патрон поводковый с центром
		Центр упорный ГОСТ 18259-72
105	Сверлильная	Патрон с центром специальный с делительным устройством. Центр задний
130	Центрошлифовальная	УНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66
135,140	Круглошлифовальная (чистовая)	Патрон поводковый с центром
		Центр упорный ГОСТ 18259-72
145	Заточная	Патрон с центром специальный с делительным устройством. Центр задний
150	Затыловочно-шлифовальная	Патрон с центром специальный с делительным устройством. Центр задний

Результаты выбора инструмента представлены в табл. 2.7

Таблица 2.7 - Выбор инструмента

№ оп.	Наименование операции	Режущий инструмент
1	2	3
005-015	Абразивно-отрезная	Шлифовальный круг 1 400x4x32 24A F46 L 9 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007
020, 025, 030	Токарная	Резец токарный проходной с механическим креплением. Пластина 3х гранная, T5K10, покрытие (Ti,Zr)CN $\varphi=90^\circ$ , $\varphi_1=8^\circ$ , $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=140
055	Центровально-подрезная	Пластина ГОСТ 19052-80 T5K10, покрытие (Ti,Zr)CN
		Сверло центровочное $\varnothing 6,3$ тип В ГОСТ 14952-75 P6M5K5
060, 065	Токарная (черновая)	Резец токарный проходной с механическим креплением. Пластина 3х гранная, T5K10, покрытие (Ti,Zr)CN $\varphi=92^\circ$ , $\varphi_1=8^\circ$ , $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=140
		Резец токарный канавочный с механическим креплением. Пластина канавочная, T5K10 $\varphi=90$ , h=25 b=25 L=125
070, 075	Токарная (чистовая)	Резец токарный проходной с механическим креплением. Пластина 3х гранная, T15K6, покрытие (Ti,Zr)CN $\varphi=93^\circ$ , $\varphi_1=27^\circ$ , $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125
		Резец токарный канавочный с механическим креплением. Пластина канавочная, T15K6, покрытие (Ti,Zr)CN $\varphi=90$ , h=25 b=25 L=125
080, 085	Круглошлифовальная (черновая)	Круг шлифовальный 1 450x30x205 91A F46 L 9 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007
090	Фрезерная	Фреза двуугольная несимметричная d=92 z=20 B=10 P18Ф
095	Затыловочная	Резец токарный затыловочной фасонный черновой T5K10
		Резец токарный затыловочной фасонный чистовой T15K6

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3
100	Фрезерная	Фреза дисковая профильная Ø 63 z=12 P18Ф
105	Сверлильная	Сверло спиральное комбинированное Ø 11 ОСТ 2И21-1-76 P6M5K5
		Метчик машинный M12 P6M5K5 ГОСТ 3266-81
130	Центрошлифовальная	Коническая шлифовальная головка EW 16x50 91A F60 M 7 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007
135, 140	Круглошлифовальная (чистовая)	Шлифовальный круг 1 450x30x205 91A F60 M 7 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007
145	Заточная	Шлифовальный круг 11 80x20x10 91A F60 M 7 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007
150	Затыловочно-шлифовальная	Шлифовальный круг 5 12x30x5 91A F60 M 7 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007

Результаты выбора средств контроля представлены в табл. 2.8

Таблица 2.8 - Выбор средств контроля

№ оп.	Наименование операции	Средства контроля
1	2	3
005 015	Абразивно-отрезная	Шаблон ГОСТ 2534-79
		Штангенциркуль ШЦ2-250-0,1 ГОСТ 166-80
020,025 030	Токарная	Шаблон ГОСТ 2534-79
055	Центровально-подрезная	Калибр-пробка ГОСТ14827-69
		Шаблон ГОСТ 2534-79
060,065	Токарная (черновая)	Калибр-скоба ГОСТ18355-73
		Шаблон ГОСТ 2534-79
070, 075	Токарная (чистовая)	Калибр-скоба ГОСТ18355-73
		Шаблон ГОСТ 2534-79
080,085	Круглошлифовальная (черновая)	Калибр-скоба ГОСТ18355-73
		Шаблон ГОСТ 2534-79
		Приспособление контрольное с индикатором

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3
090	Фрезерная	Шаблон ГОСТ 2534-79
095	Затыловочная	Шаблон ГОСТ 2534-79
100	Фрезерная	Шаблон ГОСТ 2534-79
105	Сверлильная	Калибр-пробка ГОСТ14827-69
		Шаблон ГОСТ 2534-79
130	Центрошлифовальная	Шаблон ГОСТ 2534-79
		Приспособление мерительное с индикатором
135,140	Круглошлифовальная (чистовая)	Калибр для конуса Морзе 3 ГОСТ 2216-84
		Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
		Шаблон ГОСТ 2534-79
		Приспособление контрольное с индикатором
145	Заточная	Шаблон ГОСТ 2534-79
		Приспособление мерительное с индикатором
150	Затыловочно- шлифовальная	Шаблон ГОСТ 2534-79
		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 075.

#### 2.7.1.1 Исходные данные

- Деталь - фреза черновая
- Материал – быстрорежущая сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73  $\sigma_b = 1060$  МПа
- Заготовка - прокат

#### 2.7.1.2 Структура операции (последовательность переходов)

Оп 075 Токарная (чистовая)

Содержание: обточить, выдержать  $\varnothing 18,4_{-0,07}$ ;  $\varnothing 24_{-0,10}$ ;  $\varnothing 50,24_{-0,12}$ ;  $1,2 \times 45^\circ$  ;

169,18±0,08; 187,18±0,08; R2; 0,45; 2; R0.5

### 2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

Используемый инструмент представлен в таблице 2.7.

### 2.7.1.4 Данные оборудования

Для выполнения операции -16A20Ф3

### 2.7.1.5 Расчет режимов резания

#### 2.7.1.5.1 припуск $t$ , мм

$t = 0,35$  мм

#### 2.7.1.5.2 перемещение инструмента за оборот заготовки $S$ , мм/об

$S = 0.2$  мм/об [12 ,с.268].

#### 2.7.1.5.3 Определим скорость резания $V$ , м/мин

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.16)$$

где  $C_U$  – базовый показатель;  $C_U = 420$  [12, с.270];

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

$t$  - припуск, мм;

$m, x, y$  - табличные показатели;  $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.2$ , [12, с.270];

$K_U$  – коэффициент определяющий действительные условия обработки [12, с.282];

$$K_U = K_{МУ} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.17)$$

где коэффициенты:

$K_{МУ} = 1.0$  [12, с.261];

$K_{ПУ} = 1.0$  [12, с.263];

$K_{ИУ} = 1.0$  [12, с.263];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.18)$$

где  $K_{\Gamma}$  – коэффициент учитывающий обрабатываемость заготовки;  $K_{\Gamma} = 0.7$  [12,с.262];

$n_U$  - показатель степени;  $n_U = 1,0$  [12, с.262];

$$K_{MU} = 0.7 \cdot \left(\frac{750}{1060}\right)^{1,0} = 0,50$$

$$K_U = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,5$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,35^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,50 = 149,5 \text{ м/мин}$$

2.7.1.5.4 Частота вращения шпинделя  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.19)$$

где  $V$  - скорость перемещения инструмента по заготовке, м/мин;

П 1: обтачивание  $\varnothing 18,4$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 149,5}{3,14 \cdot 18,4} = 2587 \text{ мин}^{-1}.$$

П 2: обтачивание  $\varnothing 24$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 149,4}{3,14 \cdot 24} = 1982 \text{ мин}^{-1}.$$

П 3: обтачивание  $\varnothing 50,24$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 149,4}{3,14 \cdot 50,24} = 947 \text{ мин}^{-1}.$$

2.7.1.5.5 Выполним корректировку частоты резания в зависимости от возможностей станка:

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

$$\text{П 2: } n_2 = 2000 \text{ мин}^{-1};$$

$$\text{П 3: } n_3 = 1000 \text{ мин}^{-1};$$

Пересчитаем скорость  $V$ , м/мин:

П 1: обтачивание  $\varnothing 18,4$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 18,4 \cdot 2000}{1000} = 115,5 \text{ м/мин};$$

П 2: обтачивание  $\varnothing 24$

$$V_2 = \frac{3.14 \cdot 24 \cdot 2000}{1000} = 150,7 \text{ м/мин};$$

П 3: обтачивание  $\varnothing 50,24$

$$V_3 = \frac{3.14 \cdot 50,24 \cdot 1000}{1000} = 157,7 \text{ м/мин};$$

2.7.1.5.6 Определяем силовые составляющие

Определим тангенциальную силу резания:  $P_z$ , Н

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.20)$$

где  $C_p$  – базовый показатель;  $C_p = 300$  [12,с.273];

$x, y, n$  – табличные значения;  $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$  [12,с.273];

$K_p$  – учитывает условия выполнения операции:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (2.21)$$

$K_{MP}$  – учитывает состояние материала заготовки [12,с.264];

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.22)$$

$$K_{MP} = \left( \frac{1060}{750} \right)^{0.75} = 1,30$$

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  - коэффициенты, определяющие влияние геометрии РИ

$K_{\varphi p} = 0,89 \quad K_{\gamma p} = 1,0 \quad K_{\lambda p} = 1,0 \quad K_{rp} = 1,0$  [12,с.275];

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,35^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 157,7^{-0,15} \cdot 1,30 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 170 \text{ Н.}$$

### 2.7.1.5.7 Требуемая мощность обработки N, кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{170 \cdot 157,7}{1020 \cdot 60} = 0,44 \text{ кВт} \quad (2.23)$$

Требуемая мощность должна быть меньше, чем мощность оборудования: для станка 16A20Ф3  $N_{\text{штп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$ ;  $0,44 < 7,5$ , т. е. обработка возможна.

### 2.7.2 Определение режимов резания табличным методом

Расчет припусков табличным методом проводим по методике, описанной в [1]. Результаты для всех операций сведем в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 - Сводная таблица режимов резания

№ оп	операция	переход	Глубина резания $t$ , мм	подача, $S$ , мм/об	скорость резания $V_r$ , м/мин	Частота вращения шпинделя, $n_r$ , об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{\text{пр}}$ об/мин	Действительная скорость Резания $V_{\text{пр}}$ м/мин
1	2	3		5	6	7	8	9
55	Центровально-подрезная	Центровать $\varnothing 6,3$	3,15	0,1	24	1213	355	7,0
		Подрезать торец 39	1,5	0,1	40	326	355	43,4
60	Токарная (черновая)	Обточить $\varnothing 19,7$	2,0	0,4	110	1778	1600	99,0
		Обточить $\varnothing 24,9$	2,0	0,4	110	1406	1250	97,7
		Обточить $\varnothing 35,7$	1,65	0,4	110	981	1000	112,1
		Обточить $\varnothing 24,7$	2,0	0,4	75	967	1000	77,5
65	Токарная (черновая)	Обточить $\varnothing 19,1$	2,0	0,4	75	1250	1250	74,0
		Обточить $\varnothing 24,7$	1,65	0,4	75	967	1000	77,5
		Обточить $\varnothing 50,9$	1,55	0,4	75	469	400	63,9
70	Токарная (чистовая)	Обточить $\varnothing 19$	0,35	0,2	290	4860	2000	119,3
		Обточить $\varnothing 24,2$	0,35	0,2	290	3816	2000	152,0
		Обточить $\varnothing 35$	0,35	0,2	290	2638	2000	219,8

Продолжение таблицы 2.9

1	2	3		5	6	7	8	9
		Обточить Ø24	0,35	0,2	149	1977	2000	150,7
		Подрезать Ø 50,9	0,35	0,2	149	932	1000	159,8
75	Токарная (чистовая)	Обточить Ø18,4	0,35	0,2	149	2587	2000	115,5
		Обточить Ø24	0,35	0,2	149	1982	2000	150,7
		Обточить Ø50,24	0,35	0,2	149	947	1000	157,7
80	Шлиф. чер- новая	Шлифовать Ø23,94	0,13	0,007* 8	45	600	600	45
85	Шлиф. чер- новая	Шлифовать Ø18,12	0,14	0,007* 8	45	790	790	45
90	Фрезерная	Фрезеровать канавку фрезой Ø92	12,4	0,04·20= 0,8	55	190	200	57,8
95	Затыловоч- ная	Затыловать пов. начерно	5,3	0,30	4	-	-	4
		Затыловать пов начисто	0,2	0,05	6	-	-	6
100	Фрезерная	Фрезеровать пов. фрезой Ø63	5,5	0,05·12= 0,6	65	328	315	62,3
105	Сверлильная	Сверлить отв. Ø 11	5,5	0,2	28	810	800	27,6
		Нарезать резьбу М12	1,0	1,0	8	212	200	7,5
135	Шлифов. чистовая	Шлифовать Ø23,825	0,06	0,004* 8	45	600	600	45
140	Шлифов. чистовая	Шлифовать Ø18	0,06	0,004* 8	45	800	800	45
		Шлифовать Ø50	0,12	8	45	290	290	45
145	Заточная	Заточить переднюю по- верхность	0,2	4** 0,01*	25	-	-	25
150	Затыловоч- но-шлиф.	Затыловать заднюю по- верхность	0,2	4** 0,01*	25	-	-	25

\* -подача в мм/ход

\*\* -подача в м/мин

### 2.7.3 Определение норм времени на все операции по методике [3]

Результаты определения времени сведем в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 - Нормы времени

№ оп	Наименование оп	То мин	Тв мин	Топ мин	Тоб.от мин	Тп-з мин	Тшт мин	п	Тшт-к мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
55	Центровально-подрезная	0,535	0,370	0,905	0,054	26	0,959	236	1,069
60	Токарная (черновая)	0,821	0,358	1,179	0,070	21	1,249	236	1,338
65	Токарная (черновая)	0,710	0,314	1,024	0,061	17	1,085	236	1,157
70	Токарная (чистовая)	0,455	0,551	1,006	0,060	21	1,066	236	1,155
75	Токарная (чистовая)	0,353	0,418	0,953	0,057	17	1,010	236	1,082
80	Круглошлифовальная (черновая)	0,272	0,374	0,646	0,074	17	0,720	236	0,792
85	Круглошлифовальная (черновая)	0,048	0,307	0,355	0,031	17	0,386	236	0,458
90	Фрезерная	4,900	0,351	5,251	0,315	19	5,566	236	5,646
95	Затыловочная	3,050	0,418	3,468	0,208	22	3,676	236	3,769
100	Фрезерная	0,550	0,285	0,835	0,050	19	0,885	236	0,965
105	Сверлильная	0,502	0,329	0,831	0,050	22	0,881	236	0,974
130	Центрошлифовальная	0,210	0,307	0,517	0,077	17	0,594	236	0,666
135	Круглошлифовальная (чистовая)	0,240	0,374	0,614	0,069	17	0,683	236	0,755
140	Круглошлифовальная (чистовая)	1,050	0,374	1,424	0,204	17	1,628	236	1,700
145	Заточная	3,080	0,307	3,387	0,630	17	4,017	236	4,089
150	Затыловочно-шлифовальная	3,300	0,407	3,707	0,681	17	4,388	236	4,460

## 3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

### 3.1 Проектирование станочного приспособления

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

Главная составляющая силы резания определена в разделе 2.7:

$$P_z = 170 \text{ Н}$$

Схема приложения сил показана на рисунке 3.1.

Определим силу от 3-х кулачков по тангенциальной силе резания:

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

где  $K$  – гарантированный показатель надежности;

$P_z$  – касательная силы резания, Н;

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

$f = 0,3$ ;

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

Гарантированный показатель надежности [13,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  $K_0 = 1,5$  [13,с.382];

$K_1 = 1,0$  [13,с.382];

$K_2 = 1,2$  [13,с.383];

$K_3 = 1,0$  [13,с.383];

$K_4 = 1,0$  [13,с.383];

$K_5 = 1,0$  [13,с.383];

$K_6 = 1,0$  [13,с.384].

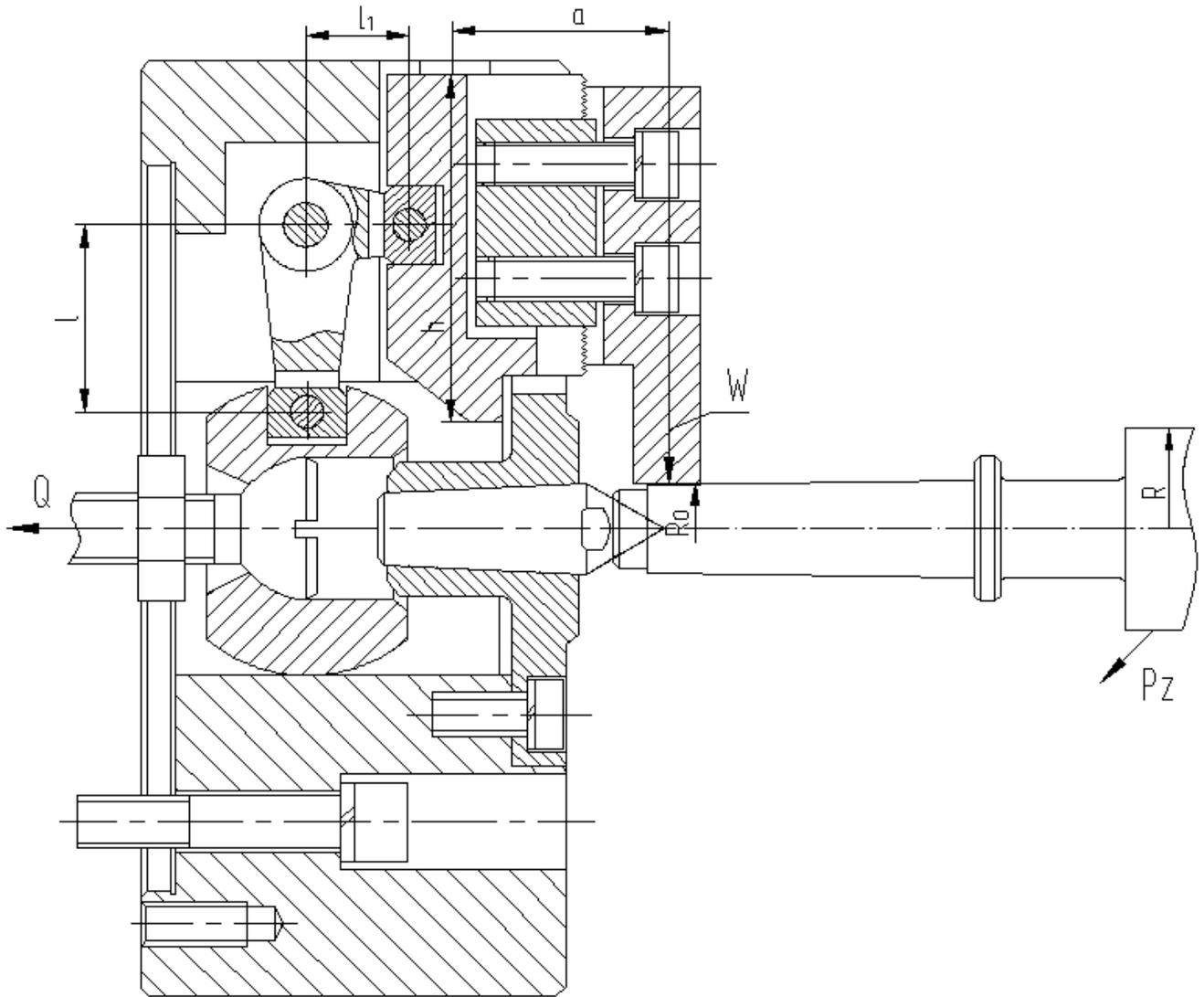


Рисунок 3.1 - Схема приложения сил

$$K=1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8.$$

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

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 170 \cdot 50,24 / 2}{0,3 \cdot 21,4 / 2} = 3325 \text{ Н.}$$

Находим исходную силу Q:

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

где  $K_1 = 1,05$  [13, с. 153]

$$Q = 1,05 \cdot (1 + 3 \cdot 48 \cdot 0,1/80)(21/42) \cdot 3325 = 2059 \text{ Н}$$

Для зажима заготовки применим пневматический силовой привод двухстороннего действия, рабочее давление 0.63 МПа.

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

где  $Q$  – исходная сила, Н

$D$  – размер поршня, мм

$d$  – размер штока, мм

$p$  - давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД

Приняв приближенно  $d = 0.25D$ , получим:

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

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

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{2059}{0,63 \cdot 0,9}} = 70,5 \text{ мм.}$$

Принимаем  $D = 80$  мм.

Используя данные выполненных расчетов, проведем конструирование приспособления. Чертеж патрона представлен в графической части.

Конструкция приспособления включает силовой привод и патрон. На задний конец шпинделя монтируется силовой привод. На переднем патрон, он крепиться винтами 26и шайбами 41. В направляющих корпуса 5 расположены подкулачники 12. Винтами 25 с помощью сухарей к подкулачникам 12 крепятся кулачки 9. В конструкции предусмотрен центр 21, он крепиться с фланцем 20 винтами 24 к корпусу. Со штоком пневмоцилиндра приспособление связано тягой 19.

В конструкции пневмопривода на подшипниках 37, ориентирующихся в

корпусе 6, установлена крышка 8. На конец штока, с помощью гайки 29, установлен поршень 13.

Подача воздуха осуществляется через каналы, технологические отверстия которых закрыты заглушками.

Патрон работает следующим образом:

При подаче рабочей среды в правую полость пневмоцилиндра поршень 13, шток 22, тяга 19 перемещает втулку 3 влево – происходит зажим заготовки. Разжим заготовки происходит в обратной последовательности.

## 3.2 Проектирование режущего инструмента

Для выполнения токарных операций применяются инструменты с механическим креплением пластин.

При использовании таких резцов проявляется низкая надежность и как следствие низкая стойкость, сложность замены пластины.

### 3.2.1 Проектирование и расчет резца

Усовершенствование начнем с изменения способа крепления пластины, это позволит решить указанные недостатки снизив вспомогательное время на операции.

3.2.1.1 Принимаем резец для контурного обтачивания. С геометрией (треугольная пластина):  $\varphi = 93^{\circ}$ ,  $\gamma = 10^{\circ}$ ,  $\alpha = 5^{\circ}$

3.2.1.2 Основные размеры резца принимаем, как в базовом варианте:

$h = 25$  мм;  $b = 25$  мм;  $h_1 = 25$  мм;  $L = 115$  мм.

3.2.1.3 Принимаем материалы: для корпуса – сталь 40Х (твердость 40...45 HRCэ, оксидировать),

для пластины - твердый сплав Т5К10,

для рычага и винта - сталь 45 (головки рычага и винта, сферу рычага термообработать до 32...37 HRCэ). Технические требования по ГОСТ 266613-85.

### 3.2.1.5 Описание конструкции резца.

Резец токарный сборный с механическим креплением пластины 3 содержит державку 2, в резьбовые отверстия которой завинчены винты 6 и 7, которые служат для регулировки положения резца. Пластина 3 устанавливается на подкладку 4 и крепится с помощью рычага 5 и винта 1.

## 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	Отрезка	Абразивно-отрезная операция	Заготовитель (резчик металла)	Абразивно-отрезной станок СИ-30	Металл
2	Точение	Токарная операция	Токарь	Универсальный токарный станок 16Б16	Металл, СОЖ
3	Центровка и подрезка	Центровально-подрезная операция	Сверловщик	Центровально-подрезной п/а 2931-1	Металл, СОЖ
4	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный с ЧПУ 16А20Ф3	Металл, СОЖ
5	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Металл, СОЖ
6	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2	Металл, СОЖ
7	Затылование	Затыловочная операция	Токарь	Токарно-затыловочный п/а 1Е811	Металл, СОЖ
8	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный п/а 3М151	Металл, СОЖ
9	Затачивание	Заточная операция	Заточник	Заточной с ЧПУ ВЗ-392Ф4	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	2	3	4
1	Абразивно-отрезная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте	Абразивно-отрезной станок СИ-30
2	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	Универсальный токарный станок 16Б16
3	Центровально-подрезная 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)	Центровально-подрезной п/а 2931-1
4	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), острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
5	Сверлильная 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), острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2
6	Затыловочная 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), острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Токарно-затыловочный п/а 1Е811
7	Круглошлифовальная операция	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
8	Заточная операция	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)	Заточной с ЧПУ ВЗ-392Ф4

### 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	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная, очки защитные
2	Подвижные части производственного оборудования; передвижающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные
3	Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль)	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
4	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания	Противошумные наушники, вкладыши, шлемы
5	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Притупление острых кромок, удаление заусенцев на слесарных операциях	Перчатки, рукавицы, напальчники

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 техниче-

ского 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	2	3	4	5	6
1	Участок лезвийной обработки	Универсальный токарный станок 16Б16 Центровально-подрезной п/а 2931-1 Токарно-винторезный с ЧПУ 16А20Ф3 Горизонтально-фрезерный с ЧПУ 6904ВМФ2 Токарно-затыловочный п/а 1Е811	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 Воздействие огнетушащих веществ
2	Участок абразивной обработки	Абразивно-отрезной станок СИ-30 Круглошлифовальный п/а 3М151 Заточной с ЧПУ ВЗ-392Ф4	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. Воздействие огнетушащих веществ

#### 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, внутреннее 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 производимым 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	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 фрезы червячной чернового перехода, 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 резы червячной чернового перехода, 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 факто-

ров 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.

Подробная информация, касающаяся технологического процесса изготовления детали, представлена в предыдущих разделах выпускной квалификационной работы. Поэтому, представим только краткую характеристику с отличительными особенностями совершенствования данного процесса.

*Базовый вариант.*

Операции 080 – Токарная (тонкая). На операции производится тонкое точение базовых шеек.  $T_O = 2,272$  мин.,  $T_{шт} = 2,792$  мин.

Оборудование – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16A20Ф3С15.

Оснастка – поводковый патрон с центром, центр упорный.

Инструмент – резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3-хгранная Т30К4.

*Проектный вариант.*

Операции 080– Круглошлифовальная (черновая). На операции производится предварительное шлифование базовых шеек.  $T_O = 0,83$  мин.,  $T_{шт} = 1,448$  мин.

Оборудование – круглошлифовальный п/а, модель 3М151.

Оснастка – поводковый патрон с центром, центр упорный.

Инструмент – круг шлифовальный 1 450×30×205 91AF46 L9 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007.

Дополнительными исходными данными являются:

- Деталь – фрезы червячной чернового перехода.
- Масса детали  $M_D = 1,3$  кг.
- Масса заготовки (хвостовика, сталь 40Х)  $M_3 = 1,29$  кг
- Масса заготовки (режущей части, сталь Р6М5)  $M_3 = 1,47$  кг
- Материал режущей части – сталь Р6М5К5 ГОСТ 19265-73

- Материал хвостовика – сталь 40Х ГОСТ 4543-71
- Годовая программа  $P_r = 10000$  шт./год

Учитывая описанные изменения необходимо экономически обосновать целесообразность предложенного инженерного решения, для этого будем проводить следующие расчеты:

- определение капитальных вложений в проектируемый вариант;
- рассчитаем себестоимость выполнения операции по сравниваемым вариантам;
- составим калькуляцию полной себестоимости операции, по сравниваемым вариантам;
- рассчитаем экономическую эффективность предложенных совершенствований.

Чтобы определить перечисленные величины будем использовать программный пакет Microsoft Excel. Также для осуществления перечисленных действий применяется методика экономического обоснования инженерных решений [10], согласно которой осуществляем расчет капитальных вложений. Учитывая особенности изменений предлагаемых в проектом варианте, а именно замену оборудования, инструмента, затраты на проектирование и другие составные элементы, мы получили необходимую для вложения величину капитальных затрат, размер которой составит:  $K_{ВВ.ИП} = 302408,4$  руб.

Себестоимость выполнения операции учитывает ряд величин, ее структура с расчетной величиной, представлена на диаграмме (рис. 5.1). Учитывая, то, что в процессе предложенного инженерного решения метод получения заготовки и материал из которого она сделана, не менялся, рассчитывать затраты на материал определять не целесообразно, т.к. они не влияют на конечный результат.

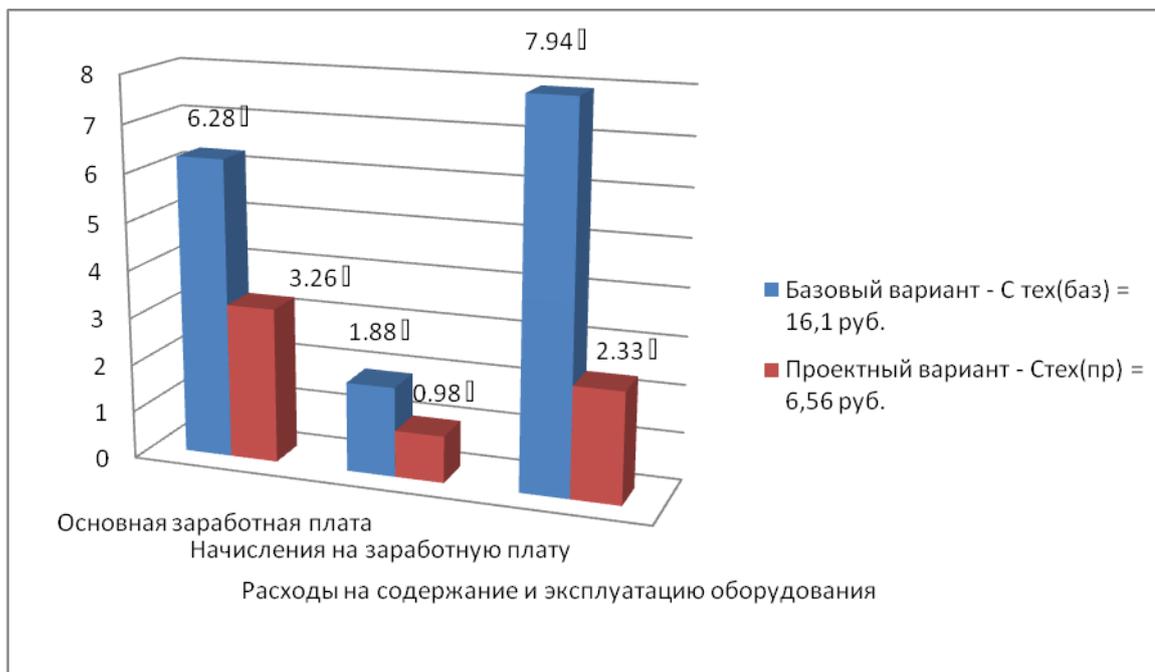


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения операций 080 по сравниваемым вариантам

Используя полученные значения, рассчитываем величину полной себестоимости выполнения совершенствованной операций 080. Согласно расчетам по применяемой методике составления калькуляции [10] были получены следующие значения: для базового варианта полная себестоимость составила 39,07 руб.; а для проектного варианта – 18,47 руб.

Все вышеперечисленные параметры необходимы для проведения экономического обоснования предложенных изменений. Для этого воспользуемся методикой расчета показателей экономической эффективности [10], согласно которой мы получаем следующие данные.

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

$$П_{р.ож} = Э_{уг} = (39,07 - 18,47) \cdot 10000 = 206000 \text{ руб.}$$

$$Н_{приб} = П_{р.ож} \cdot K_{нал} \quad (5.2)$$

$$Н_{приб} = 206000 \cdot 0,2 = 41200 \text{ руб.}$$

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

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = 206000 - 41200 = 164800 \text{ руб.}$$

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

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{302408,4}{164800} + 1 = 2,84 = 3 \text{ года}$$

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

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 164800 \cdot \left( \frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} \right) =$$

$$= 376403,2 \text{ руб.}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 376403,2 - 301408,4 = 73994,8 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{376403,2}{301408,4} = 1,24 \text{ руб./руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операции 080 технологического процесса. В результате чего предприятие имеет возможность получения дополнительной чистой прибыли в размере 164800 руб. от снижения себестоимости. А также достичь экономического эффекта положительной величины 73994,87 руб., что окончательно подтверждает целесообразность внедрения предложенного инженерного решения.

## Заключение

Выпускная квалификационная работа, посвященная совершенствованию технологического процесса изготовления фрезы. В заключении сформулируем достигнутые результаты.

1. разработан техпроцесс изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
2. предложена заготовка, полученная сваркой трением из проката нормальной точности;
3. применено высокопроизводительное оборудование - станки с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы;
4. применен высокопроизводительный инструмент;
5. спроектирован патрон поводковый с центром, оснащенный пневмоприводом, для токарной операции;
6. спроектирован резец токарный для контурного точения с механическим креплением режущей пластины.

Экономический эффект от перечисленных изменений составит 73994,87 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.

## Приложения

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















ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Дцбл.			
Взам.			
Подп.			

Разраб.	Поздина		
Проб.	Расторгцев		

ТГУ

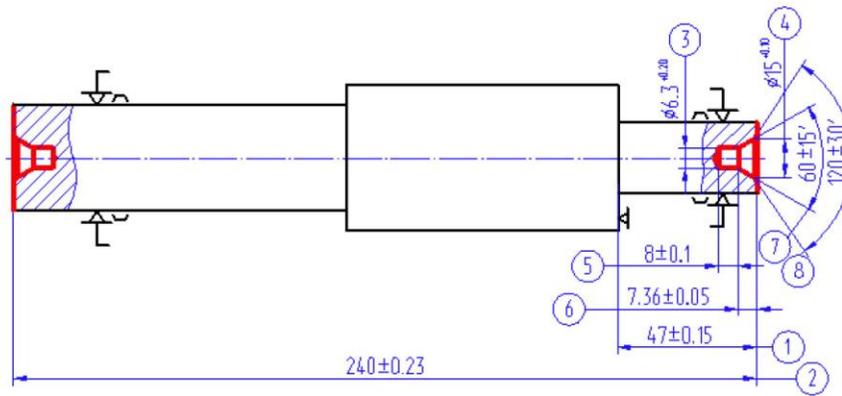
Н.контр.			
----------	--	--	--

Фреза червячная черного перехода

Цех | Уч. | РМ

Опер.  
055

$\sqrt{Ra3.2}$



КЭ













Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.611.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	16.07.ТМ.611.60.001	Винт	1	
		2	16.07.ТМ.611.60.002	Втулка	1	
		3	16.07.ТМ.611.60.003	Втулка	1	
		4	16.07.ТМ.611.60.004	Демпфер	2	
		5	16.07.ТМ.611.60.005	Корпус патрона	1	
		6	16.07.ТМ.611.60.006	Корпус	1	
		7	16.07.ТМ.611.60.007	Корпус	1	
		8	16.07.ТМ.611.60.008	Крышка	1	
		9	16.07.ТМ.611.60.009	Кулачок	3	
		10	16.07.ТМ.611.60.010	Ось	3	
		11	16.07.ТМ.611.60.011	Ось	6	
		12	16.07.ТМ.611.60.012	Подкулачник	3	
		13	16.07.ТМ.611.60.013	Поршень	1	
		14	16.07.ТМ.611.60.014	Пробка	3	
		15	16.07.ТМ.611.60.015	Прокладка	1	
		16	16.07.ТМ.611.60.016	Рычаг	3	
		17	16.07.ТМ.611.60.017	Сухарь	6	
		18	16.07.ТМ.611.60.018	Сухарь	3	
				16.07.ТМ.611.60.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.	Поздина				Лит.	Лист
Проев.	Расторгуев					Листов
						1
						3
Н. Контр.	Виткалов				ТГУ, гр. ТМбз-1132	
Утв.	Бобровский					





