



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

УТВЕРЖДАЮ

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

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

## ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы  
(уровень бакалавра)

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

профиль «Технология машиностроения»

Студент Ильясов Илья Георгиевич гр. ТМбз-1131

1. Тема Технологический процесс изготовления сборной пазовой фрезы.

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 621.0.01

## Технологический процесс изготовления сборной пазовой фрезы

Ильясов И. Г. Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке технологического процесса изготовления сборной пазовой фрезы.

В работе рассмотрены вопросы:

- Экономического обоснования выбора метода получения заготовки;
- Проектирования заготовки с учетом определенных припусков;
- Разработки технологического маршрута изготовления детали;
- Проектирования технологических операций;
- Проектирования технологической оснастки.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 58 страниц, содержащей 21 таблицу, 4 рисунка, и графической части, содержащей 6,5 листов.

# Содержание

Введение, цель работы .....	7
1 Описание исходных данных .....	8
1.1 Анализ служебного назначения детали.....	8
1.2 Анализ технологичности конструкции детали.....	9
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	11
1.4 Цели и задачи работы. Пути совершенствования .....	13
2 Технологическая часть работы.....	14
2.1 Выбор типа производства .....	14
2.2 Выбор метода получения заготовки .....	14
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	18
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки .....	19
2.5 Разработка технологического процесса и плана обработки .....	21
2.6 Выбор средств технологического оснащения .....	23
2.7 Проектирование технологических операций.....	27
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента .....	34
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	35
3.2 Проектирование режущего инструмента .....	39
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	41
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта .....	40
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	42
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков .....	43
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) .....	44
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта .....	48
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» .....	49

5 Экономическая эффективность работы.....	51
Заключение.....	55
Список используемой литературы.....	56
Приложения.....	58

## Введение, цель работы

Машиностроение в последнее время привлекает все больше внимания со стороны правительства и бизнеса. Это связано с возможностью развития и получения значительной прибыли. Но без внедрения в производственный процесс современных наукоемких технологий это не возможно.

В чем могут заключаться современные технологии? В первую очередь это снижение затрат на производство, повышение точности и качества изделий, и как следствие повышение производительности.

Применение только высокопроизводительного оборудования не позволит добиться перечисленного, внимание необходимо уделять и новым методам проектирования технологических процессов, и разработке современной оснастки.

Основываясь на перечисленном выше сформулируем цель выпускной квалификационной работы – разработать технологический процесс изготовления детали в условиях серийного производства с выполнением требований чертежа и минимальными затратами.

# 1 Описание исходных данных

## 1.1 Анализ служебного назначения детали

### 1.1.1 Служебное назначение детали, условия работы детали

Данная деталь является фрезой сборной пазовой и предназначена для обработки паза под сегментную шпонку со следующими размерами:  $B=5$  мм,  $h=7$  мм.

Режимы резания при обработке паза под сегментную шпонку:

- 1) Глубина резания  $t = 7$  мм
- 2) Подача  $S = 0,02$  мм/зуб
- 3) Частота вращения шпинделя:  $n = 630$  об/мин
- 4) Скорость резания:  $v = 44,1$  м/мин

Фреза пазовая выполненная из стали Р6М5 по ГОСТ 19265-73.

Ширина фрезы  $B = 4,985_{-0,01}$  мм

Диаметр фрезы  $D = 22,3_{-0,05}$  мм

Число зубьев фрезы  $Z = 14$

Деталь устанавливается в шпинделе горизонтально-фрезерного станка шпинделе станка по опорным шейкам с передачей вращения через четырехгранный хвостовик. С торца устанавливается винт со стопорной гайкой, служащие для регулировки вылета фрезы.

Деталь работает в условиях высоких скоростей и неравномерных нагрузках.

### 1.1.2 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Присвоим всем поверхностям номера и сформулируем служебное назначение поверхностей детали.

Основные конструкторские базы.

Поверхности ориентирующие данную деталь в механизме – 3, 15;

Вспомогательные конструкторские базы.

Поверхности ориентирующие другие детали по отношению к данной – 24, 25;

Исполнительные поверхности.

Поверхности выполняющие служебное назначение детали – 9, 5, 10, 6, 11, 27, 28;

Свободные поверхности.

Поверхности конструктивно оформляющие деталь – не перечисленные в первых трех категориях.

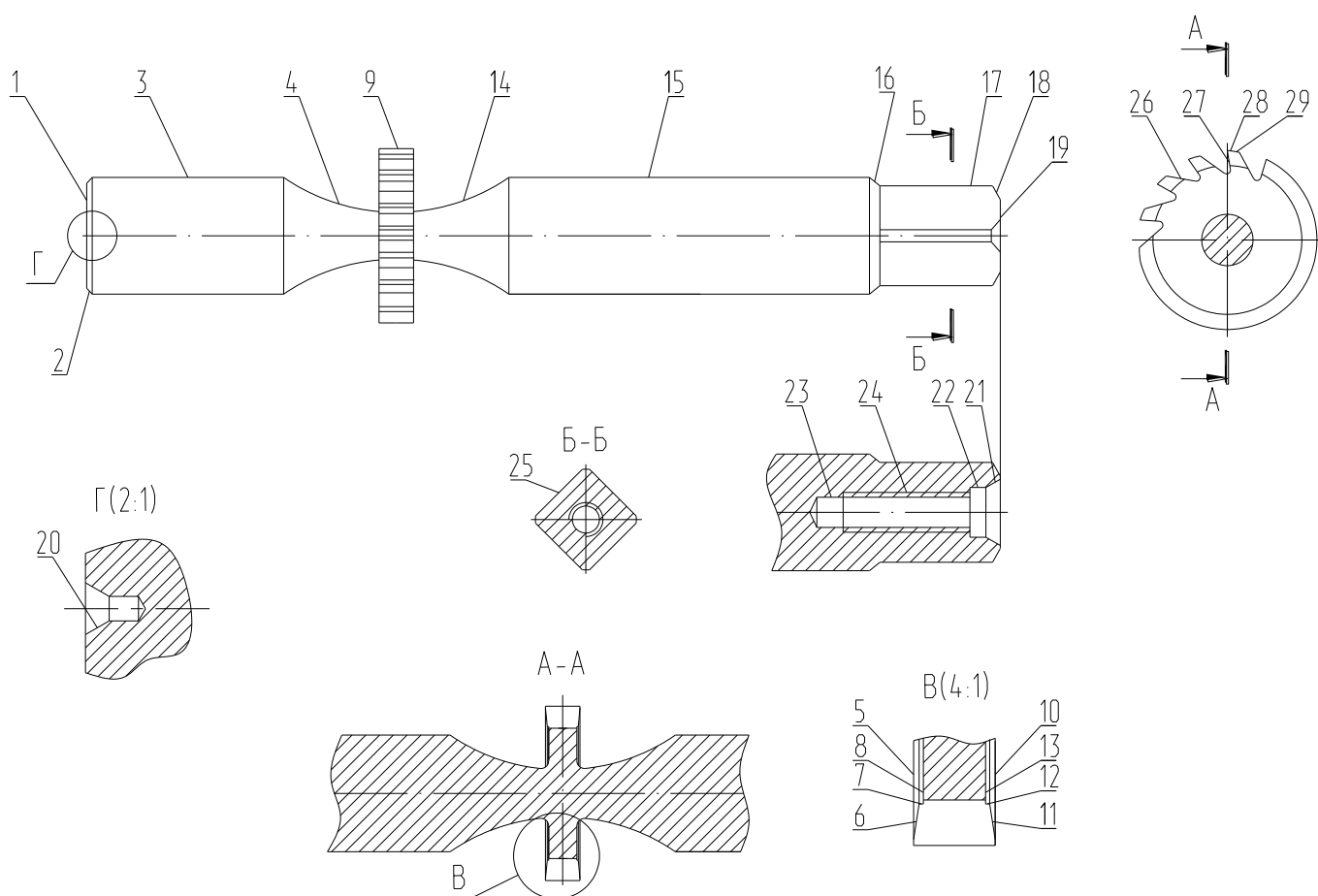


Рисунок 1.1 - Систематизация поверхностей

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Основным критерием технологичности заготовки являются технологические и механические свойства материала. Материал данной детали обладает низкими литейными свойствами. Поэтому в качестве метода получения заготовки целесообразно использовать штамповку или прокат.



## Материал фрезы пазовой - сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73

Таблица 1.1 - Химический состав стали Р6М5

углерод	сера	фосфор	хром	вольфрам	ванадий	молибден
	не более					
0,80-0,88	0,025	0,03	3,8-4,2	5,5-6,5	1,7-2,1	4,8-5,3

Таблица 1.2 - Механические свойства стали Р6М5

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	НВ
760	1060	14	40	260

Преимуществом заготовки является простота геометрической формы большей ее части, а также возможность формирования нескольких поверхностей на заготовительной операции без последующей обработки. Недостатками данной заготовки является сложная форма вильчатого кривошипа и невозможность образования отверстий на заготовительной операции. А также необходимо предусмотреть наличие уклонов и по возможности плоскую поверхность разъема для обеспечения свободного удаления заготовки из формы.

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

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

Фаски расположены на поверхностях простого профиля, обеспечивается свободный вход и выход осевого инструмента.

Для обеспечения высокой технологичности базирования необходимо обеспечить совпадение технологической и измерительной баз. В базовом тех-

процессе, на определенных его этапах, не обеспечивается данное требование, что приводит к возникновению погрешности базирования.

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

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

### 1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Таблица 1.3 - Базовый техпроцесс

№ оп	Операция	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Тшт, мин
1	2	3	4	5	6
000	КГШП				
005	Токарная	Универсальный 16К20	Патрон самоцентрирующий	Резец подрезной Т5К10 Сверло центральное Р6М5	6
010	Токарная черновая	Универсальный 16К20	Патрон самоцентрирующий	Резец проходной Т5К10	18
015	Токарная чистовая	Токарно-винторезный 16К20	Патрон поводковый с центром	Резец проходной Т15К6 Резец канавочный Т15К6	15

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6
020	Кругло-лифовальная	Круглошлифовальный станок 3М152	Патрон поводковый с центром.	Шлифовальный круг	12
			Центр упорный		
025	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный 6Р81Ш	Приспособление специальное.	Фреза двугловая несимметричная РМ5К5	18
			УДГ		
030	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный 6Р81Ш	Тиски	Фреза торцовая РМ5К5	5
035	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Р135	Тиски	Сверло спиральное Р6М5	8
				Сверло комбинированное Р6М5	
				Метчик машинный Р6М5	
040	Слесарная				2
045	Моечная	КММ			0,5
050	Контрольная				
055	термическая				
060	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло центральное	2
065	Кругло-лифовальная	Круглошлифовальный станок 3М152	Патрон поводковый с центром.	Шлифовальный круг	12
			Центр упорный		
070	Заточная	Универсально-заточной 3Б642	Патрон поводковый с центром.	Шлифовальный круг	18
			Центр упорный		
075	Заточная	Универсально-заточной 3А64Д	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	6

### Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6
080	Моечная	КММ			0,5
085	Контрольная				

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

После проведенного анализа базового техпроцесса, сформулируем задачи работы:

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

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Выбор типа производства

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

По [7, с. 24, табл. 31] при массе детали 0,13 кг и годовой программе выпуска  $N_T = 10000$  шт производство – среднесерийное.

### 2.2 Выбор метода получения заготовки

#### 2.2.1 Выбор метода получения заготовки

Исходя из физико-технологических свойств стали Р6М5, конфигурации и размеров детали в качестве заготовки может быть использована:

- 1) поковка или штамповка
- 2) прокат

Определим параметры исходных заготовок:

Масса штамповки ориентировочно равна:

$$m_{зШ} = m_d \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где  $m_d$  – масса детали

$K_p$  – расчетный коэффициент, зависящий от формы детали и устанавливаемый по [6, с. 22]

$$m_d = 0,13 \cdot 1,8 = 0,23 \text{ кг}$$

По ГОСТ 7505-89 [6] определим основные параметры заготовки:

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Класс точности – Т3 [6, с.28, табл. 19].

Группа стали – М3 [6, с.8, табл. 1].

Степень сложности – С2 [6, с. 29]

Определим массу проката

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

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

$\gamma$  - отношение массы к занимаемому объему,  $\text{кг}/\text{мм}^3$ .

Определим габариты заготовки из проката:

$$d_{\text{пр}} = d_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 = 22,3 \cdot 1,1 = 24,5 \text{ мм} \quad (2.3)$$

где  $d_{\text{д}}^{\text{max}}$  – максимальная толщина заготовки

ближайшее большее значение  $d_{\text{пр}} = 25 \text{ мм}$

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 = 118 \cdot 1,05 = 123,9 \text{ мм} \quad (2.4)$$

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

Получаем:  $l_{\text{пр}} = 124 \text{ мм}$

Объем цилиндрических элементов заготовок

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

где  $d$ - диаметр, мм

$l$ -длина, мм

$$V = 3,14 \cdot 25^2 \cdot 124 / 4 = 60837,5 \text{ мм}^2$$

Тогда масса заготовки из круглого проката

$$m_{\text{зПР}} = 60837,5 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,48 \text{ кг}$$

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

$$\text{Круг} \frac{25 - \text{В1} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{\text{Р6М5} \text{ ГОСТ } 19265 - 73}$$

## 2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

### 2.2.2.1 Стоимость штампованной заготовки

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

где  $C_i$  - цена 1 т штампованных заготовок, руб,  $C_i = 373$  руб [3, с. 37];

$m_3$  - вес заготовки, кг;

$m_d$  - вес детали, кг;

$k_T$  - коэффициент оценивает точность  $k_T = 1,0$  [3, с. 37];

$k_c$  - коэффициент учитывает сложность  $k_c = 0,89$  [3, с. 38];

$k_B$  - коэффициент веса.  $k_B = 1,85$  [3, с. 38];

$k_M$  - коэффициент марки материала.  $k_M = 1,8$  [3, с. 37];

$k_{\Pi}$  - коэффициент программы.  $k_{\Pi} = 1,0$ ;

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

$$S_{\text{заг}} = 373/1000 \cdot (0,23 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,85 \cdot 1,8 \cdot 1,0) - 35/1000 \cdot (0,23 - 0,13) = 0,251 \text{ руб}$$

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

$$S_{\text{заг III}} = S_{\text{заг}} \cdot K = 0,251 \cdot 100 = 25,1 \text{ руб} \quad (2.7)$$

### 2.2.2.2 Стоимость заготовки из проката

$$\begin{aligned} S_{\text{заг II}} &= C_i/1000 \cdot m_3 - (m_{3,II} - m_d) (C_{\text{отх}}/1000) = \\ &= 260/1000 \cdot 0,47 - (0,47 - 0,13)(35/1000) = 0,110 \text{ руб} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Определение стоимости заготовки проводилось в ценах 1985 год, для пере-

вода в сегодняшние цены воспользуемся поправочным коэффициентом.

$$S_{\text{заг п}} = S_{\text{заг}} \cdot K = 0,110 \cdot 100 = 11,0 \text{ руб}$$

Таблица 2.1 - Результаты расчетов заготовки

	Штамповка	Прокат
Сложность	С2	-
Точность	Т3	2
Группа материала	М3	М3
Масса	0,23, кг	0,48, кг
Цена	25,1, руб.	11,0, руб.

### 2.2.3 Экономическое сравнение двух вариантов заготовки

Учтем изменяемую стоимость механической обработки:

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

где  $C_{\text{уд}} = 26$  - удельные затраты на снятие 1 кг стружки при черновой мехобработке, руб/кг [6, с. 3]

$K_o = 0,8$  - коэффициент обрабатываемости материала [4, с.5]

Штамповка

$$C_{\text{обр ш}} = 26 \cdot (0,23 - 0,13) / 0,8 = 3,25 \text{ руб}$$

Прокат

$$C_{\text{обр п}} = 26 \cdot (0,48 - 0,13) / 0,8 = 11,37 \text{ руб}$$

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

Штамповка

$$C_{\text{шт}} = 25,1 + 3,25 = 28,35 \text{ руб}$$

Прокат

$$C_{\text{пр}} = 11 + 11,37 = 22,37 \text{ руб}$$

Определив стоимость заготовок по принятым методам видно, что выгоднее



вариант штампованной заготовки. Определим эффект:

$$\mathcal{E}_r = (C_{пр} - C_{шт}) \cdot N_r \quad (2.11)$$

где  $N_r = 10000$  шт/год

$$\mathcal{E}_r = (28,35 - 22,37) \cdot 10000 = 59800 \text{ руб}$$

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

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

Таблица 2.2 - Последовательность обработки поверхностей заготовки

Обрабатываемая поверхность	IT	Ra	Маршрут
1,19	12	Ra 2,5	П, ТО
20	10	Ra 2,5	Ц, ТО
2,16,17,18,7,8,12,13	12	Ra 2,5	Т, Тч, ТО
3,15	7	Ra 0,63	Т, Тч, Ш, ТО, Шч
4,14,9	9	Ra 1,25	Т, Тч, ТО, Шч
5,10	7	Ra 1,25	Т, Тч, ТО, Шч
28	9	Ra 0,32	Т, Тч, ТО, 3
29	10	Ra 1,25	
6,11	9	Ra 0,32	Т, Тч, ТО, 3
26	10	Ra 2,5	Ф, ТО
27	9	Ra 0,63	Ф, ТО, 3
25	12	Ra 2,5	Ф, ТО
23,24	10	Ra 2,5	С, Р3, ТО
22	12	Ra 2,5	С, ТО
21	10	Ra 2,5	

## 2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

### 2.4.1 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров

#### 2.4.1.1 Расчет промежуточных припусков аналитическим методом

Рассчитаем припуски на  $\varnothing 22,3_{-0,05}$ , результирующие данные расчетов припуска приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Расчет припусков

№	переход	Элементы припуска, мкм			2Z min мкм	Операц допуск Td/IT	Предельн. размеры мм		Предельн. при- пуски, мм	
		a	$\rho^{i-1}$	$\epsilon_{уст}^{i-1}$			d <sup>i</sup> min	d <sup>i</sup> max	2Z max	2Z min
1	Прокат	400	364	-	-	Td 900 16	24,142	25,042	-	-
2	Точить начерно	50	22	225	1656	Td 330 13	22,486	22,816	2,556	1,326
3	Точить начи- сто	25	15	13	151	Td 84 10	22,335	22,419	0,481	0,067
4	Шлифовать	20	7	9	85	Td 50 9	22,250	22,300	0,169	0,035

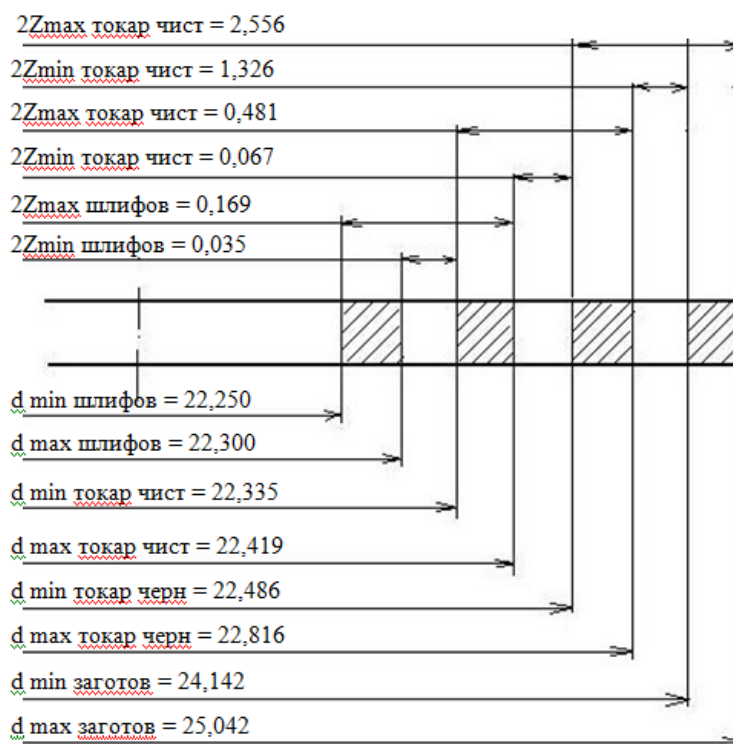


Рисунок 2.1 - Схема припусков

### 2.4.1.2 Расчет промежуточных припусков табличным методом

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

Таблица 2.4 - Припуски на обработку поверхностей фрезы пазовой

№ оп	операция	№ обраб. поверхн.	Припуск на сторону, мм
010	Центровально-подрезная	1,19	Z=1,0
010	Токарная (черновая)	10,14,15,16,17	Z=2,0 max
015	Токарная (черновая)	3,4,5,9	Z=2,0 max
020	Токарная (чистовая)	10,11,12,13,14,15, 16,17,18	Z=0,3
025	Токарная (чистовая)	2,3,4,5,6,7,8,9	Z=0,3
035	Круглошлифовальная (черновая)	3,15	Z=0,13
075	Круглошлифовальная (чистовая)	3,15 9	Z=0,07 Z=0,15
080	Круглошлифовальная (чистовая)	14,10	Z=0,15
085	Круглошлифовальная (чистовая)	4,5	Z=0,15
090	Заточная	27	Z=0,15
095	Заточная	28	Z=0,15
100	Заточная	29	Z=0,15
105	Заточная	6,11	Z=0,15

## 2.4.2 Проектирование и расчет заготовки

Найдем максимальный диаметр заготовки из проката

По результатам расчетов с учетом определенных припусков:

$$D = 22,3 + 2 \cdot (0,9 + 0,3 + 0,15) = 25 \text{ мм}$$

Принимаем прокат обычной точности по ГОСТ 2590-2006

$$\text{Круг} \frac{25 - \text{В1} - \text{ГОСТ 2590} - 2006}{\text{Р6М5} \text{ ГОСТ 19265} - 73}$$

Припуски на подрезание торцовых поверхностей определяют по [7, с. 13]

Припуск на подрезку 1,0 мм на сторону.

$$\text{Общая длина заготовки } L_3 = 118 + 1 \cdot 2 = 120 \text{ мм}$$

Принимаем длину заготовки 120 мм.

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 0,13 / 0,46 = 0,28 \quad (2.23)$$

## 2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки

### 2.5.1 Разработка схем базирования

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

ки, связывающего измерительную и технологическую базы, на погрешность выполняемого размера.

## 2.5.2 Технологический маршрут обработки детали

Таблица 2.5 - Технологический маршрут обработки детали.

№оп	Наименование операции	№ базовых поверхн.	№ обраб. поверхн.	IT	Ra
1	2	3	4	5	6
005	Абразивно-отрезная	9	1,19	15	Ra 10
010	Центровально-подрезная	9	1,19 20	12 10	Ra 2,5 Ra 2,5
015	Токарная (черновая)	1,20	10,14,15,16,17	13	Ra 5
020	Токарная (черновая)	20,19	3,4,5,9	13	Ra 5
025	Токарная (чистовая)	1,20	10,11,12,13,14,15, 16,17,18	10	Ra 2,5
030	Токарная (чистовая)	20,19	2,3,4,5,6,7,8,9	10	Ra 2,5
035	Круглошлифовальная (черновая)	19,20	3,15	8	Ra 1,6
040	Фрезерная	1,20	26,27	12	Ra 2,5
045	Фрезерная	3,15,19	25 23,22 21,24	12 12 10	Ra 2,5 Ra 2,5 Ra 2,5
050	Слесарная				
055	Моечная				
060	Контрольная				
065	Термическая (закалка)				
070	Центрошлифовальная	3,15,19	20,21	7	Ra 1,25
075	Круглошлифовальная (чистовая)	19,20	3,15 9	7 8	Ra 1,25 Ra 1,25
080	Круглошлифовальная (чистовая)	1,20,21	14 10	9 7	Ra 1,25 Ra 1,25

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
085	Круглошлифовальная (чистовая)	19,20,21	4	9	Ra 1,25
			5	7	Ra 1,25
090	Заточная	1,20,21	27	9	Ra 0,63
095	Заточная	19,20,21	28	9	Ra 0,32
100	Заточная	19,20,21	29	10	Ra 2,5
105	Заточная	1,20,21	6	9	Ra 0,32
		19,20,21	11	9	Ra 0,32
110	Моечная				
115	Контрольная				
120	Химикотермическая (цианирование)			-	-

### 2.5.3 План обработки детали

План обработки детали "Фреза пазовая" представлен в графической части выпускной квалификационной работы.

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

### 2.6.1 Обоснование выбора оборудования

Таблица 2.6 - Выбор оборудования

№ оп.	Наименование операции	Станок
1	2	3
005	Абразивно-отрезная	Абразивно-отрезной СИ-30
010	Центровально-подрезная	Центровально-подрезной 2982
015	Токарная (черновая)	Токарный с ЧПУ SL-20HE фирмы Haas Automation, Inc.
020		
025	Токарная (чистовая)	Токарный с ЧПУ SL-20HE фирмы Haas Automation, Inc.
030		

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3
035	Круглошлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный п/а 3М151
040	Фрезерная	Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ ЕС-300НЕ фирмы Haas Automation, Inc.
045		
050	Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407
055	Моечная	Камерная моечная машина
110		
070	Центрошлифовальная	Горизонтальный двухсторонний станок для шлифовки центров с ЧПУ ZS 2000
075	Круглошлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный п/а 3М151
080		
085		
090	Заточная	Универсально-заточной станок с ЧПУ TG-5 фирмы SOFTRON LLC
095		
100		
105		

2.6.2 Обоснования выбора приспособлений

Таблица 2.7 - Выбор приспособлений

№ оп.	Наименование опера- ции	Приспособление
1	2	3
005	Абразивно-отрезная	Универсальное наладочное приспособление с приз- мами ГОСТ 12195-66
010	Центровально- подрезная	Универсальное наладочное приспособление с само- центрирующими призмами и пневмоприводом
015	Токарная (черновая)	Поводок быстросъемный с центром
020		Центр вращающийся
025	Токарная (чистовая)	Поводок быстросъемный с центром
030		Центр вращающийся

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3
035	Круглошлифовальная (черновая)	Поводок быстросъемный с центром
		Центр упорный
035	Круглошлифовальная (черновая)	Поводок быстросъемный с центром
040	Фрезерная	Патрон специальный
045	Фрезерная	Приспособление специальное самоцентрирующее с поворотным устройством
070	Центрошлифовальная	Универсальное наладочное приспособление с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом
075	Круглошлифовальная (чистовая)	Поводок быстросъемный с центром
080		Центр упорный
085		
090	Заточная	Поводок быстросъемный с центром
095		Центр упорный
100		
105		

2.6.3 Обоснование выбора режущего инструмента

Таблица 2.8 - Выбор инструмента

№ оп.	Наименование операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4
005	Абразивно-отрезная	Шлифовальный круг 1 400x4x32 24A F46 K 9 V ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79
			Калибр-пробка ГОСТ 18356-73
010	Центровально-подрезная	Пластина ГОСТ 19052-80 Т5К10	Шаблон ГОСТ 2534-79
		Сверло центровальное Ø2,5 тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5, покрытие (Ti, Cr)C	
015 020	Токарная (черновая)	Резец проходной с механическим креплением.	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73



Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4
		Пластина 3-х гранная, T5K10, с покрытием (Ti, Zr)CN $\varphi=93^\circ$ , $\varphi_1=8^\circ$ , $\lambda=0$ $\alpha=5^\circ$ h=25 b=25 L=125	Шаблон ГОСТ 2534-79
025 030	Токарная (чистовая)	Резец проходной с механическим креплением.	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
		Пластина T15K6, с покрытием (Ti, Zr)CN $\varphi=93^\circ$ , $\varphi_1=27^\circ$ , $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125	Шаблон ГОСТ 2534-79
		Резец канавочный с механическим креплением.	
		Пластина канавочная, T15K6, с покрытием (Ti, Zr)CN h=25 b=25 L=125	
035	Круг-лошлифовальная (черновая)	Круг шлифовальный 1 450x20x205 91A F46 L 9 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
			Шаблон ГОСТ 2534-79
040	Фрезерная	Фреза двуугольная несимметричная ТУ 2-035-526-76 d=80 z=22 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-79
045	Фрезерная	Фреза концевая $\varnothing 25$ ГОСТ 17025-71 P6M5, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-79
		Сверло $\varnothing 4,5$ ГОСТ 10903-77 P6M5	Калибр резьбовой
		Сверло спиральное комбинированное P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C	ГОСТ 14829-69
		Метчик машинный M5 P6M5K5 ГОСТ 15162-82, P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C	
070	Центрошлифовальная	Коническая шлифовальная головка EW 16x50 91A F60 M 7 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79
075 080 085	Круг-лошлифовальная (чистовая)	Круг шлифовальный 1 450x15x205 91A F60 M 7 V A 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
			Приспособление мерительное с индикатором
			Шаблон ГОСТ 2534-79

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4
090 095	Заточная	Круг шлифовальный 11 100x30x20 91А F100 О 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79
			Приспособление мерительное с ин- дикатором
100	Заточная	Круг шлифовальный 11 100x30x20 91А F60 М 7 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781- 2007	Шаблон ГОСТ 2534-79
			Приспособление мерительное с ин- дикатором
105	Заточная	Круг шлифовальный 5 20x40x12 F100 О 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79
			Приспособление мерительное с ин- дикатором

## 2.7 Проектирование технологических операций

### 2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на токарную операцию 015.

#### 2.7.1.1 Исходные данные

- Деталь- фреза пазовая
- Материал- сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73  $\sigma_B = 1060$  МПа;
- Заготовка- прокат
- Обработка- обтачивание предварительное

#### 2.7.1.2 Структура операции (последовательность переходов)

Оп 15 Токарная черновая

Обточить, выдержать размеры  $\varnothing 13,6_{-0,27}$ ;

$\varnothing 16_{-0,27}$ ;  $\varnothing 7,5_{-0,22}$ ;  $38,36 \pm 0,2$ ;  $50,66 \pm 0,23$ ;  $98,71 \pm 0,23$ .

### 2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

Резец проходной с механическим креплением ( $h=25$   $b=25$   $L=125$ ). Пластина 3х-гранная, Т5К10  $\varphi=93^\circ$

### 2.7.1.4 Данные оборудования

Модель- SL-20HE

### 2.7.1.5 Расчет режимов резания

Срезаемый слой (припуск)  $t$ , мм

$t = 2,0$  мм max

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

$S = 0.5$  мм/об [14, с.268].

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

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.12)$$

где  $C_U$  - базовая величина для данных условий обработки;  $C_U = 350$  [14, с.270];

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

$t$  - срезаемый слой, мм;

$m, x, y$  - табличные величины степеней;  $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.35$ , [14, с.270];

$K_U$  - коэффициент обеспечивающий условия возникающие при обработке [14,с.282];

$$K_U = K_{МУ} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.13)$$

где коэффициенты учитывающие:

$K_{МУ}$  - состояние материала заготовки [14, с.261];

$K_{ПУ}$  - резание по корке или без;  $K_{ПУ} = 1.0$  [14, с.263];

$K_{ИУ}$  - свойства режущей пластины;  $K_{ИУ} = 0,8$  [14, с.263];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.14)$$

где  $K_{\Gamma} = 1.0$  [14,с.262];

$$n_U = 0.7 \text{ [14,с.262];}$$

$$K_{MU} = 0.7 \cdot \left(\frac{750}{1060}\right)^{1.0} = 0.49.$$

$$K_U = 0,8 \cdot 1.0 \cdot 0.49 = 0.40.$$

$$V = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 2.0^{0.15} \cdot 0.5^{0.35}} \cdot 0,40 = 70.9 \text{ м/мин}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.15)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 70.9}{3.14 \cdot 16} = 1411 \text{ мин}^{-1}.$$

Проведем корректировку частоты вращения по паспорту станка:

Фактическая частота вращения шпинделя (бесступенчатое регулирование)

$$n_1 = 1411 \text{ мин}^{-1}$$

Определим силовые составляющие

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.16)$$

где  $C_p$  - величина учитывающая условия обработки;  $C_p = 300$  [14,с.273];

$x, y, n$  - табличные значения степеней;  $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$  [14,с.273];

$K_p$  - корректирующий коэффициент

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\Gamma p} \quad (2.17)$$

$K_{MP}$  - коэффициент учитывающий качество материала заготовки [14,с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad (2.18)$$

где  $\sigma_B$  – механическое напряжение;

$$n = 0.75 \text{ [14, с.264];}$$

$$K_{MP} = \left(\frac{1060}{750}\right)^{0.75} = 1.30$$

$K_{\phi p}$ ,  $K_{\gamma p}$ ,  $K_{\lambda p}$ ,  $K_{r p}$ - показатели учитывают геометрию режущих пластин

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

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2.0^{1.0} \cdot 0,5^{0.75} \cdot 70.9^{-0.15} \cdot 1,30 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2178 \text{ Н.}$$

Определим требуемую мощность  $N$ , кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2178 \cdot 70.9}{1020 \cdot 60} = 2.5 \text{ кВт} \quad (2.19)$$

Потребная мощность должна быть меньше мощности станка. У станка SL-20HE  $N_{штп} = 14,9$  кВт;  $2.5 < 14,9$ , т. е. обработка возможна.

### 2.7.2 Расчет режимов резания табличным методом

Расчет режимов резания для остальных операций выполним табличным методом по методике, описанной в [1]. Результаты расчета в таблице 2.9.

Таблица 2.9 - Сводная таблица режимов резания

№	операция	переход	t, мм	S, мм/об	V <sub>т</sub> , м/мин	п <sub>т</sub> , /мин <sup>-1</sup>	п <sub>пр</sub> мин <sup>-1</sup>	V <sub>пр</sub> м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Центровально-подрезная	Подрезать Ø 25	1,0	0,1	73	929	958	75,2
		Центровать Ø 2,5	1,25	0,1	12	1528	958	7,5
15	Токарная (черновая)	Обточить Ø 16	2,0	0,5	70,9	1411	1411	70,9
20	Токарная (черновая)	Обточить Ø 16	2,0	0,5	70,9	1411	1411	70,9
		Обточить Ø23,2	2,0	0,5	70,9	973	973	70,9

Продолжение таблицы 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	Токарная (чистовая)	Обточить Ø 15,4 Точить канавку Ø 17	0,3 0,4	0,25 0,20	240 200	4963 3746	4000 3746	193,4 200,0
30	Токарная (чистовая)	Обточить Ø 15,4 Обточить Ø 22,6 Точить канавку Ø 17	0,3 0,3 0,17	0,25 0,25 0,20	240 240 200	4963 3382 3746	4000 3382 3746	193,4 240,0 200,0
35	Шлифов. (черновая)	Шлифовать Ø 15,14	0,13	0,008* 10	35	736	736	35
40	Фрезерная	Фрезеровать зубья	2,5	0,05·22	65	258	258	65
45	Фрезерная	Фрезеровать лыски Сверлить отв. Ø5,2 Сверлить отв. Ø4,5 Нарезать резьбу М5	1,6 2,6 2,25 0,5	0,05·6 0,1 0,1 0,5	40 24 22 10	509 1470 1556 636	509 1470 1556 636	40 24 22 10
75	Шлифов. (чистовая)	Шлифовать Ø 15  Шлифовать Ø 22,3	0,07  0,15	0,005* 8 0,008* 10	35  35	743  500	743  500	35  35
80	Шлифов. (чистовая)	Шлифовать радиус R25	0,15	2,5/0,5**	35	743	743	35
85	Шлифов. (чистовая)	Шлифовать радиус R25	0,15	2,5/0,5**	35	743	743	35
90	Заточная	Заточить переднюю пов. 27	0,15	0,01* 3***	25 м/с круга	4800	4000	21 м/с круга
95	Заточная	Заточить заднюю пов. 28	0,15	0,01* 3***	25 м/с круга	4800	4000	21 м/с круга
100	Заточная	Заточить заднюю пов. 29	0,15	0,02* 4***	25 м/с круга	4800	4000	21 м/с круга
105	Заточная	Заточить пов. 6,11	0,15	2,5/0,5**	35	500	500	35

\* - подача в мм/ход стола

\*\* - черновая/чистовая подача в мм/мин

\*\*\* - подача продольная в м/мин

### 2.7.3 Определение норм времени на все операции

Время на выполнение технологической операции [5]:

$$T_{ш-к} = T_{п-з}/n + T_{шт} \quad (2.20)$$

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

$n$  – объем заготовок в партии, шт

$$n = N \cdot a / D, \quad (2.21)$$

где  $N$ - объем выпуска изделий за год;

a- периодичность запуска в днях (3,6,12,24 дня). Принимаем a= 12;  
Д- количество рабочих дней.

Тогда

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

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

Для всех операций:

$$T_{шт} = T_o + T_B \cdot k + T_{об.от} \quad (2.22)$$

Для абразивных операции:

$$T_{шт} = T_o + T_B \cdot k + T_{тех} + T_{орг} + T_{от}, \quad (2.23)$$

где  $T_o$  - машинное время, мин

$T_B$  – время на управление станком, мин.

$$T_B = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}, \quad (2.24)$$

где  $T_{у.с}$  - время на базирование и снятие заготовки, мин

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

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

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

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

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

$T_{тех}$  - время на смазку и ремонт

$T_{от}$  - время на отдых, мин.

$$T_{тех} = T_o \cdot t_{п} / T, \quad (2.25)$$

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

$T$ - время между правками инструмента, мин

Приведем расчет норм времени на все операции. Результаты расчетов норм времени заносим 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
10	Центровально-подрезная	0,104	0,248	0,352	0,021	26	0,373	236	0,483
15	Токарная черновая	0,343	0,270	0,613	0,037	17	0,650	236	0,772
20	Токарная черновая	0,217	0,259	0,476	0,028	17	0,504	236	0,576
25	Токарная чистовая	0,095	0,351	0,446	0,026	17	0,472	236	0,544
30	Токарная чистовая	0,055	0,314	0,369	0,024	17	0,393	236	0,465
35	Круглошлифовальная предв.	0,177	0,303	0,480	0,038	7	0,518	236	0,547
40	Фрезерная	1,134	0,259	1,393	0,083	24	1,476	236	1,577
45	Фрезерная	0,725	0,296	1,021	0,061	28	1,082	236	1,201
70	Центрошлифовальная	0,236	0,314	0,550	0,044	7	0,594	236	0,624
75	Круглошлифовальная оконч.	0,242	0,536	0,778	0,062	7	0,840	236	0,869
80	Круглошлифовальная оконч.	0,281	0,370	0,651	0,052	7	0,703	236	0,732
85	Круглошлифовальная оконч.	0,281	0,370	0,651	0,052	7	0,703	236	0,732
90	Заточная	1,092	0,434	1,526	0,215	7	1,741	236	1,771
95	Заточная	1,092	0,434	1,526	0,215	7	1,741	236	1,771
100	Заточная	0,728	0,434	1,162	0,160	7	1,322	236	1,351
105	Заточная	0,562	0,487	1,049	0,135	7	1,184	236	1,213



## 3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

### 3.1 Проектирование станочного приспособления

Произведем описание конструкции и расчет токарного поводкового патрона для обработки детали на токарной операции 015.

#### 3.1.1 Расчет усилия резания

Для расчета токарного патрона необходимо определить главную составляющую силы резания  $P_z$ . Главная составляющая силы резания определена в п. разделе 2.7.1:  $P_z = 2178 \text{ Н}$

#### 3.1.2 Расчет усилия зажима

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

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

где  $K$  – гарантированный коэффициент запаса;

$P_z$  – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

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

$f$  – коэффициент трения на рабочей поверхности кулачка;  $f = 0,3$ ;

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



$K_6$  - изменение сил при обработке плоских заготовок;  $K_6 = 1,0$  [15,с.384].

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

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

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 2178 \cdot 25/2}{0,3 \cdot 25/2} = 18150 \text{ Н.}$$

### 3.1.3 Выбор конструкции и расчет зажимного механизма

Определим требуемое усилие силового привода:

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

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

$$K_1 = 1,05 \text{ [15, с. 153]}$$

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

$$Q = 1,05 \cdot (1 + 3 \cdot 48 \cdot 0,1/75)(16/48) \cdot 18150 = 6051 \text{ Н}$$

### 3.1.4 Выбор конструкции и расчет силового привода

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

Тянущая сила на штоке для привода двухстороннего действия определяется по формуле.

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

где  $Q$  – тянущая сила на штоке, Н;

$D$  – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

$d$  – диаметр штока пневмоцилиндра, мм;

$p$  - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода.

Приняв приближенно  $d = 0.2D$ , получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 (1 - 0.2^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.96 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.5)$$

Тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.96 \cdot p \cdot \eta}} = 1.15 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.6)$$

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{6051}{0,4 \cdot 0,9}} = 151.6 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартный размер пневмоцилиндра, присоединяемого к фланцевому концу шпинделя  $D = 160$  мм.

### 3.1.5 Описание конструкции и принципа работы приспособления

По результатам расчетов выполняем чертеж приспособления.

Приспособление состоит из рычажного патрона с установкой заготовки в центре и пневмопривода.

Патрон устанавливается на конец шпинделя и крепится с помощью пальцев 31 и гаек 28. Патрон состоит из корпуса 6, в направляющие которого установлены подкулачники 12. К подкулачникам винтами 24 с шайбами 39 крепятся сменные кулачки 8. В центральной отверстии корпуса патрона на винте 2 установлена втулка 3. В паз подкулачника 12 и в выточку втулки 3 входят сухари 15 и 16, установленные на рычаге 14 с помощью осей 10 и 11. Рычаг 14 установлен в корпусе патрона на оси 9. Ось фиксируется с помощью винтов стопорных 25,26. 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 содержит корпус 5, в котором с помощью болтов 22 с шай-

бами 38 установлена крышка 7. В пневмоцилиндре установлен поршень 13, который с помощью гайки 29 с шайбой 36 крепится к штоку 20. В отверстие штока 20 входит трубка муфты 1 для подвода воздуха.

Муфта 1 установлена в корпусе 5 с помощью болтов 21 с шайбами 37.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 32, 33, 34, 35.

Для предотвращения ударов поршня о стенки корпуса 5 и крышки 7 на поршне 13 установлены демпферы 4.

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

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается на центре 19 и поджимается задним центром.

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 13 через шток 20, тягу 17, винт 2 тянет втулку 3 влево, рычаг 14 поворачивается на оси 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

Центральная втулка 3 сделана сферической и установлена в корпусе 6 с зазором. При закреплении заготовки установка происходит по центру 19, кулачки 8 только передают вращающий момент, и при закреплении заготовки с отклонением от цилиндричности имеют возможность самоустанавливаться по разным диаметрам при повороте втулки 3.

## 3.2 Проектирование режущего инструмента

### 3.2.1 Анализ конструкции базового инструмента. Цели и задачи проектирования

Для выполнения токарных операций в работе применяются резцы с механическим креплением режущей пластины по ГОСТ 20872-73. При использовании таких резцов проявляется низкая надежность и как следствие низкая стойкость, сложность замены пластины.

### 3.2.2 Проектирование и расчет резца

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

3.2.2.1 Принимаем для оп. 015, 020 резец для контурного точения. С геометрией:  $\varphi=93^0$  принимаем трехгранную пластину ( $\gamma=10^0$ , задний угол  $\alpha=5^0$ )

3.2.2.2 Основные размеры резца принимаем, как в базовом варианте:

$h=25$  мм;

$b=25$  мм;

$h_1=25$  мм;

$L=95$  мм

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

для пластины- твердый сплав Т5К10,

для винта и гайки- сталь 45 (головку винта, ролик термообработать до 32...37 HRCэ)

3.2.2.4 Остальные технические требования на резец принимаем по ГОСТ

266613-85.

#### 3.2.2.5 Описание конструкции резца.

Резец токарный сборный с механическим креплением пластины 4 содержит державку 1, в резьбовые отверстия которой завинчены винты 7 и 8. Для закрепления пластины служит винт 2 с гайкой 6 и сферической шайбой 3. В отверстии державки 1 установлен ролик 5, который давит на скос винта 2. При закручивании винта 2 гайкой 6 винт своим скосом скользит по ролику 5, отходит назад и головкой поджимает режущую пластину 4 к основанию и боковой стороне державки.

#### 3.2.2.6 Чертеж инструмента представлен в графической части работы.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Исходные данные по технологическому паспорту объекта представляем в таблице 4.1

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Отрезка	Абразивно-отрезная операция	Заготовитель (резчик металла)	Абразивно-отрезной станок СИ-30	Металл
2	Центровка и подрезка	Центровально-подрезная операция	Сверловщик	Центровально-подрезной п/а 2982	Металл, СОЖ
3	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарный с ЧПУ SL-20HE фирмы Haas Automation, Inc.	Металл, СОЖ
4	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ ЕС-300HE фирмы Haas Automation, Inc.	Металл, СОЖ
5	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный п/а 3M151	Металл, СОЖ
6	Затачивание	Заточная операция	Заточник	Универсально-заточной станок с ЧПУ TG-5 фирмы SOFTRON LLC	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	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 2982
3	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ), острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Токарный с ЧПУ SL-20HE фирмы Haas Automation, Inc.
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	Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ ЕС-300HE фирмы Haas Automation, Inc.

## Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
5	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
6	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)	Универсально-заточной станок с ЧПУ TG-5 фирмы SOFTRON LLC

### 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.

Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов представлены в таблице 4.3

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	2	3	4
1	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная, очки защитные

### Продолжение таблицы 4.3

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

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

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- 1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;
- 2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;
- 3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

- 4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;
- 5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

Идентификацию классов и опасных факторов пожара приводим таблице 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	Центровально-подрезной п/а 2982 Токарный с ЧПУ SL-20HE фирмы Haas Automation, Inc. Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ EC-300HE фирмы Haas Automation, Inc.	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 Универсально-заточной станок с ЧПУ TG-5 фирмы SOFTRON LLC	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)

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приводим в таблице 4.5

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

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

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

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

Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности приводим в таблице 4.6

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ ЕС-300HE фирмы Haas Automation, Inc.	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

Идентификацию экологических факторов технического объекта приводим 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	Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ ЕС-300HE фирмы Haas Automation, Inc.	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.

Результаты заносим в таблицу 4.8

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

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

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

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления сборной пазовой фрезы, 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 сборной пазовой фрезы, 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 техни-



ческого 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 «Фреза пазовая сборная». Детальная информация, касающаяся этого технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому для выполнения поставленной цели представим только краткую характеристику сравниваемых вариантов.

Базовый вариант. Операция 010 – Токарная.

Последовательно осуществляется подрезка торцов и сверление центровочных отверстий на токарно-винторезный станок 16К20. Закрепление обеспечивает патрон 3-хкулачковый. В качестве инструмента используются: резец токарный подрезной сборный, пластина Т5К10,  $T_o = 0,508$  мин; сверло центровочное Ø2,5 тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5  $T_o = 0,25$  мин.

Проектный вариант. Операция 010 – Центровально-подрезная.

Одновременно осуществляется подрезка торцов и сверление центровочных отверстий одновременно двумя головками на центровально-подрезном п/а 2982. Закрепление обеспечивает специальное самоцентрирующее приспособление. В качестве инструмента применяется: 2 пластины ГОСТ 19052-80, Т5К10,  $T_o = 0,104$  мин; 2 сверла центровочный Ø2,5 тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5,  $T_o = 0,104$  мин.

Указанные изменения позволяют сократить трудоемкость выполнения операции 010, а именно:

- штучное время с 1,403 мин. до 0,483 мин.;
- основное время с 0,758 мин. до 0,104 мин.

Кроме перечисленных параметров, для проведения экономического обосно-

вания, необходима следующая информация: масса детали  $M_D = 0,13$  кг; масса заготовки (прокат)  $M_3 = 0,46$  кг; материал – сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73; годовая программа  $ПГ = 10000$  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  $K_{ВВ.ПР} = 298152,78$  руб., включающая затраты по замене оборудования, инструмента, затраты на проектирование, затраты на доставку и монтаж 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.

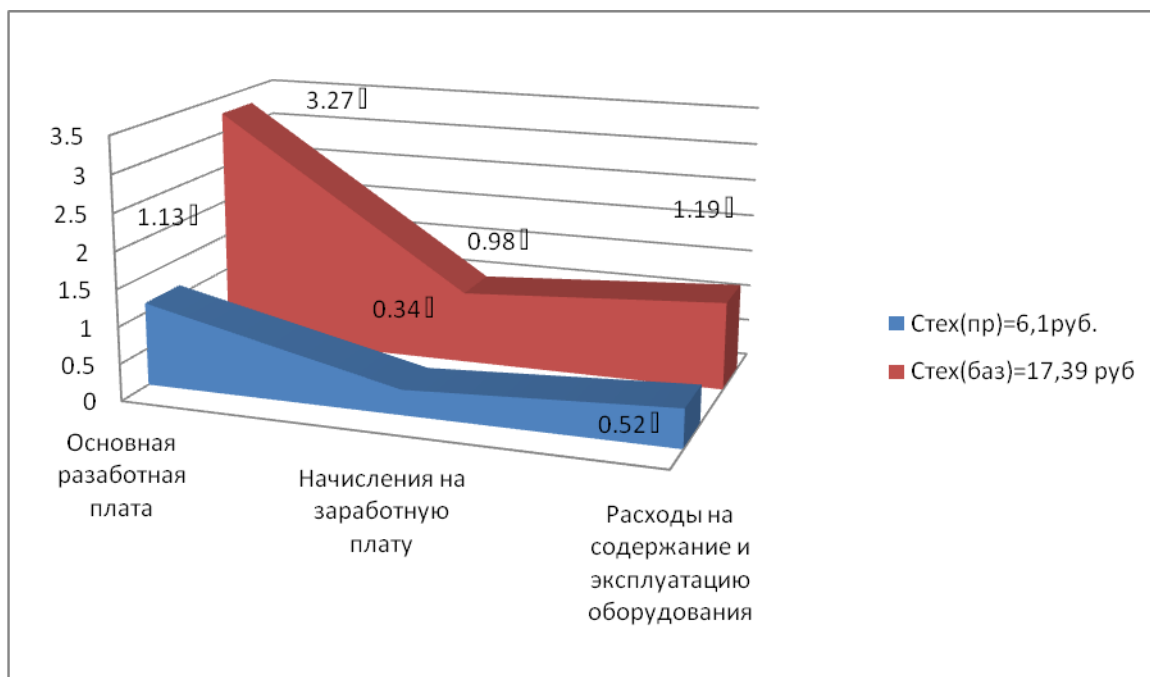


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения операции по двум вариантам

На основе представленных значений рассчитываем величину полной себестоимости выполнения операции, которая выполняется на третьем этапе. Согласно расчетам по представленной методике составления калькуляции себестоимости [10] по базовому варианту полная себестоимость имеет величину 17,39 руб.; а по проектному варианту – 6,1 руб.

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

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

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (7,39 - 6,1) \cdot 10000 = 112900 \text{ руб.}$$

$$Н_{ПРИБ} = П_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \quad (5.2)$$

$$Н_{ПРИБ} = 112900 \cdot 0,2 = 22580 \text{ руб.}$$

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

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = 112900 - 22580 = 90320 \text{ руб.}$$

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

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{298152,78}{90320} + 1 = 4,3 = 5 \text{ лет}$$

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

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 90320 \cdot \left( \frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} + \frac{1}{(1+0,15)^5} \right) = 342312,8 \text{ руб.}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = 342312,8 - 298152,78 = 44160,02 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{342312,8}{298152,78} = 1,15 \text{ руб./руб.}$$

Предложенные изменения по операции технологического процесса изготовления детали «Фреза пазовая сборная», можно считать экономически обоснованными, что доказывает полученная в ходе расчетов положительная величина интегрального экономического эффекта, в размере 44160,02 руб.

## Заключение

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- разработан технологический процесс изготовления детали;
- разработана заготовка, полученная из проката нормальной точности с допусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применено высокопроизводительное оборудование и оснастка;
- вместо последовательной обработки торцев и сверления центровых отверстий на токарной операции предложено их обрабатывать на центровально-подрезной операции параллельно двумя головками
- вместо правки центров применить центрошлифование. Это уменьшило штучное время, увеличило точность центров, уменьшило припуски на обработку;
- для фрезерных, сверлильных и токарных работ применили оборудование фирмы Haas Automation, Inc, отличающееся сравнительно небольшой ценой, высокой точностью и наивысшими показателями производительности;
- вместо ручной заточки применили автоматическую на заточном станке с ЧПУ фирмы SOFTRON LLC;
- применен режущий инструмент с износостойкими покрытиями, применение которого дает существенное форсирование режимов резания и снижение штучного времени;
- спроектирован резец токарный с механическим креплением режущей пластины;
- спроектирован патрон поводковый с автоматизированным приводом для токарной операции.

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

Экономический эффект от внедрения данных мероприятий составит 44160,02 рублей.

## 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 тех-

никумах: 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 станочного приспособления.
4. Спецификация к чертежу резца токарного сборного.





































Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.562.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.562.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.562.60.002	Винт	1	
		3	16.07.ТМ.562.60.003	Втулка	3	
		4	16.07.ТМ.562.60.004	Демпфер	2	
		5	16.07.ТМ.562.60.005	Корпус	3	
		6	16.07.ТМ.562.60.006	Корпус патрона	1	
		7	16.07.ТМ.562.60.007	Крышка	1	
		8	16.07.ТМ.562.60.008	Кулачок	3	
		9	16.07.ТМ.562.60.009	Ось	3	
		10	16.07.ТМ.562.60.010	Ось	3	
		11	16.07.ТМ.562.60.011	Ось	3	
		12	16.07.ТМ.562.60.012	Подкулачник	3	
		13	16.07.ТМ.562.60.013	Поршень	1	
		14	16.07.ТМ.562.60.014	Рычаг	3	
		15	16.07.ТМ.562.60.015	Сухарь	3	
			16.07.ТМ.562.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Ильясое			Лит.	Лист
Проев.		Щиляное				Листов
						1 3
Н. Контр.		Виткалоев			ТГУ, гр. ТМбз-1131	
Утв.		Бобровский				

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		16	16.07.ТМ.562.60.016	Сухарь	3	
		17	16.07.ТМ.562.60.017	Тяга	1	
		18	16.07.ТМ.562.60.018	Фланец	1	
		19	16.07.ТМ.562.60.019	Центр	1	
		20	16.07.ТМ.562.60.020	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.562.60.000		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2



