

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 Малыхин Сергей Игоревич гр. ТМбз-1131

1. Тема Технологический процесс изготовления червяка
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 15000 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

5. Ориентировочный перечень графического материала (6-7 листов формата А1)

1) Деталь (с изменениями)	0,5 – 1
2) Заготовка	0,25 – 1
3) План обработки	1 – 2
4) Технологические наладки	1 – 2
5) Приспособление	1 – 1,5
6) Режущий инструмент	0,5 – 1
7) Презентация	0,5 – 1

6. Консультанты по разделам

7. Дата выдачи задания «_____» марта 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы	<hr/> (подпись)	<i>А.В. Бобровский</i> <hr/> (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	<hr/> (подпись)	<i>С.И. Малыгин</i> <hr/> (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Технологический процесс изготовления червяка. Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

В выпускной квалификационной работе разобраны проблемы разработки технологического процесса изготовления детали «Червяк».

Предложено:

- получение заготовки методом горячей объемной штамповки 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 для токарной операции;
- спроектирован сборный шлифовальный круг.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 62 страницы, содержащей 18 таблиц, 6 рисунков, и графической части, содержащей 7 листов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы	7
1 Описание исходных данных	8
1.1 Анализ служебного назначения детали.....	8
1.2 Анализ технологичности конструкции	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 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки	14
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	20
2.4 Определение припуска и проектирование заготовки	21
2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки	24
2.6 Выбор средств технологического оснащения	26
2.7 Проектирование технологических операций.....	28
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	36
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	36
3.2 Проектирование режущего инструмента	44
4 Безопасность и экологичность технического объекта	46
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	46
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	47
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	47
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)	48

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	52
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	53
5 Экономическая эффективность работы.....	55
Заключение.....	59
Список используемой литературы.....	60
Приложения.....	62

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Большинство машиностроительных предприятий ищут возможности и средства для правильного решения технологического процесса, выбор соответствующих заготовок, режущего и измерительного инструмента, режимов резания в соответствии с последними достижениями технологической науки.

Современная экономическая ситуация сложившаяся в стране диктует необходимость использования вложенных средств с максимальной отдачей, чтобы в перспективе ожидать повышение производительности и снижения материалоемкости.

Сформулируем цель выпускной квалификационной работы: разработать технологический процесс обработки детали, в условиях принятого типа производства, с качеством и точностью указанным на чертеже, с минимальными затратами.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Проведем анализ служебного назначения, который необходим для определения правильности назначения точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей, исходя из точности и положения сопрягаемых деталей.

Данная деталь называется «червяк», устанавливается в узле механизма регулировки ножа станка Хотелбур АМР-30 и предназначена для установки сопрягаемых деталей и передачи крутящего момента.

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

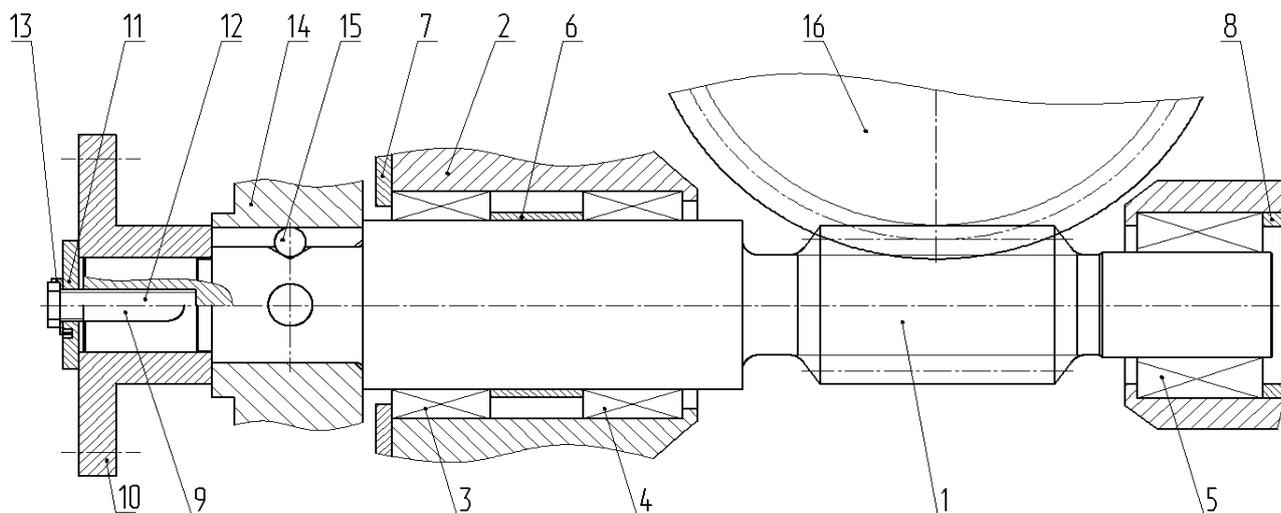


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла механизма регулировки ножа

Червяк 1 (рисунок 1.1) устанавливается в корпусе 2 с помощью подшипников 3, 4 и 5. Между подшипниками 3 и 4 находится распорная втулка 6. В наружное кольцо подшипника 3 упирается крышка 7. В наружное кольцо подшипника 5 упирается бурт крышки 8. На выходном конце червяка 1 на шпонке 9 установлена полумуфта 10, которая фиксируется концевой шайбой 11 и болтом

12 со стопорной шайбой 13. На шейке червяка 1 установлены муфта 14 с шариками 15.

В зацеплении с зубчатым венцом червяка 1 находится колесо червячное 16.

1.1.2 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

С целью выявления поверхностей, влияющих на выполнение деталью своего служебного назначения, проведём классификацию поверхностей детали (рисунок 1.2).

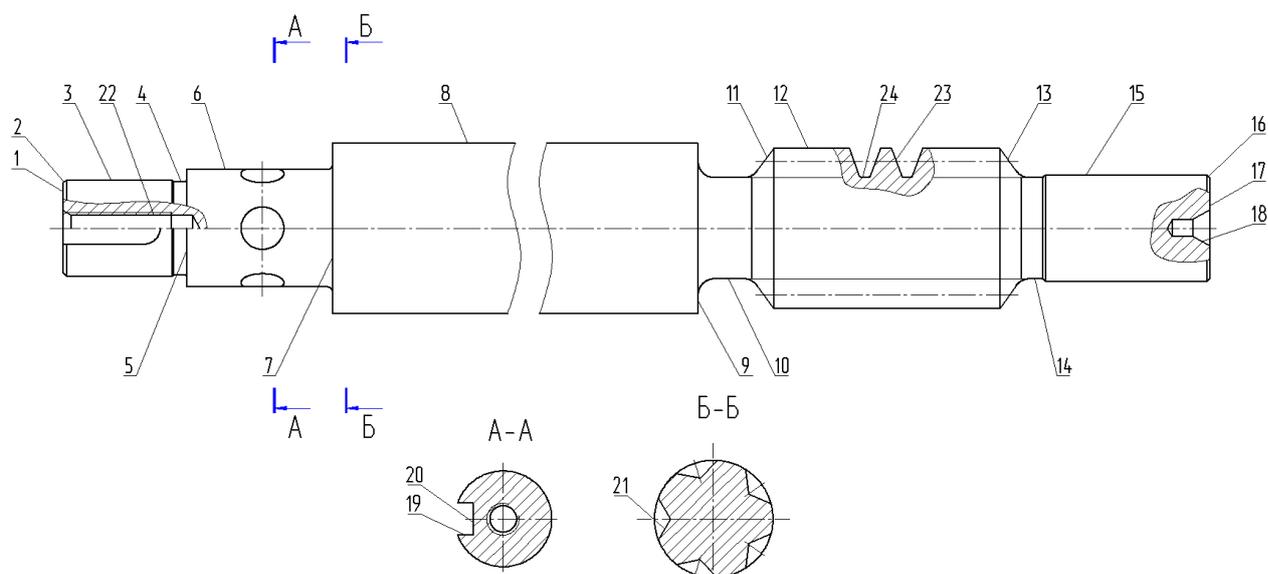


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей детали «Червяк»

Как показано, повышенные требования необходимо предъявлять к основным, вспомогательным конструкторским базам и исполнительным поверхностям. Свободные поверхности конструктивно оформляют деталь.

19, 23 - относятся к исполнительным поверхностям;

8, 15- основная конструкторская база (ОКБ);

3, 5, 6, 7, 20, 21, 22- вспомогательные конструкторские базы (ВКБ);

Остальные - свободные

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Основным критерием технологичности заготовки являются технологические и механические свойства материала. Материал данной детали обладает

низкими литейными свойствам. Поэтому в качестве метода получения заготовки целесообразно использовать штамповку или прокат.

Червяк имеет достаточно высокие требования к материалу и точности изготовления.

Материал червяка: сталь 40Х по ГОСТ 4543-71.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40Х, в процентах

Элемент	углерод	сера	фосфор	медь	никель	магний	хром	кремний
Содержание	0.36-0,44%	0.035%	0.035%	0,3%	0.25%	0.5-0.8%	0.8-1.2%	0.17-0.37%

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 40Х

Заготовка	Сечение, мм	σ_T	σ_B	δ_5	ψ	КСУ	НВ
		МПа	МПа	%	%	Дж/см ²	Не более
Пруток Закалка 860°С, масло, Отпуск 500°С, вода.	Ø25	780	980	10	45	59	217
Поковка. Нормализация	До 100	345	590	18	45	59	217

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 технологическом 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.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Таблица 1.3 - Характеристика базового техпроцесса

Операция		Средства технического оснащения			Тшт, час
№оп	Наименование операции	Оборудование	Приспособление	Инструмент (материал режущей части)	
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная				
005	Отрезная				
010	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон самоцентрирующий	Резец подрезной Т5К10	0,2
				Сверло центровочное Р6М5	
015	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный 16К20	Патрон поводковый с центром	Резец проходной Т5К10	1,25

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6
020	Токарная (чистовая)	Токарно- винторезный 16К20	Патрон повод- ковый с цен- тром	Резец проходной Т15К6	0,85
020	Кругло- шлифовальная	Круглош- лифовальный станок 3М151	Патрон повод- ковый с цен- тром. Центр упорный	Шлифовальный круг	0,60
025	Резьбофрезерная	Резьбофрезер- ный станок 5991	Приспособление специальное	Фреза дисковая профильная Ø 140 ГОСТ 12157-82 Р6М5	1,85
030	Токарная	Токарно- винторезный 16К20	Патрон само- центрирующий	Сверло центровочное Р6М5	0,21
				Сверло Р6М5	
				Зенковка 45° Р6М5	
035	Сверлильная	Вертикально сверлильный 2Р135	Тиски	Сверло центровочное Р6М5	0,26
				Сверло спиральное Р6М5	
040	Фрезерная	Вертикально фрезерный 6Р11	Тиски	Фреза шпоночная Р6М5	0,22
045	Слесарная				0,22
050	Моечная	КММ			0,1
055	Контрольная				
060	Термическая				
065	Токарная	Токарно- винторезный 16К20	Патрон само- центрирующий	Сверло центровочное	0,12
070	Кругло- шлифовальная	Круглош- лифовальный станок 3М151	Патрон повод- ковый с цен- тром.	Шлифовальный круг	0,60
			Центр упорный		
075	Резьбошлифо- вальная	Резьбошлифо- вальный 5К822В	Патрон повод- ковый с цен- тром.	Шлифовальный круг	0,82
			Центр упорный		
080	Моечная	КММ			0,5
085	Контрольная				

1.4 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, определить экономический эффект от предложенных изменений в технологический процесс.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

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

При массе детали 1,6 кг и годовой программе выпуска $N_{г} = 15000$ шт тип производства определяем как среднесерийное [9, с. 17]

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

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

2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

Заготовка может быть получена:

- поковка или штамповка;
- прокат.

Определим параметры исходных заготовок.

Масса штамповки $M_{ш}$, кг, ориентировочно определяется по формуле [8, с. 23]

$$M_{ш} = M_{д} \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где $M_{д}$ – весовая характеристика детали, кг;

Для данной детали примем $K_p = 1,4$ [8, с. 23].

$$M_{ш} = 1.6 \cdot 1.4 = 2.24 \text{ кг}$$

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

- штамповочное оборудование: КГШП;
- нагрев заготовки: индукционный;
- класс точности – Т3 [8, с.28];
- группа стали – М2 [8, с.8];
- степень сложности – С1 [8, с. 29].

Определим массу проката $M_{пр}$

$$M_{пр} = V \cdot \gamma, \quad (2.2)$$

где V – произведение площади фигуры на высоту, мм^3 ;

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

Определим размеры проката [11, с. 23]:

$$d_{пр} = d_{д}^{\max} \cdot 1,05 = 32 \cdot 1,05 = 33.6 \text{ мм} \quad (2.3)$$

где $d_{д}^{\max}$ – максимальный радиальный размер, мм

Принимаем $d_{пр} = 34 \text{ мм}$

$$l_{пр} = l_{д}^{\max} \cdot 1,05 = 338 \cdot 1,05 = 354.9 \text{ мм} \quad (2.4)$$

где $l_{д}^{\max}$ – габаритный осевой размер, мм

Принимаем $l_{пр} = 355 \text{ мм}$

Объем заготовки V , мм³ [11, с. 24]

$$V = \pi \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot l_{\text{пр}} / 4 = 3,14 \cdot 34^2 \cdot 355 / 4 = 322148 \text{ мм}^3 \quad (2.5)$$

Тогда масса из проката:

$$M_{\text{пр}} = 322148 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2.53 \text{ кг}$$

Принимаем прокат обычной точности по ГОСТ 2590-2006

$$\text{Круг} \frac{34 - \text{В} - \text{ГОСТ} \ 2590 - 2006}{40\text{X} - \text{ГОСТ} \ 4543 - 71}$$

2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

Окончательное решение по выбору способа изготовления заготовки принимаем на основании экономического расчета.

Критерием оптимальности должна быть минимальная величина стоимости изготовления детали $C_{\text{д}}$, руб, которая определяется по формуле [11, с. 24]

$$C_{\text{д}} = C_3 + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}}, \quad (2.6)$$

где C_3 – цена материала, руб;

$C_{\text{мо}}$ – цена мех обработки, руб;

$C_{\text{отх}}$ – цена стружки, руб.

2.2.2.1 Вариант горячей штамповки

Цена заготовки находится по формуле [11, с. 24]

$$C_3 = C_6 \cdot M_{\text{ш}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{сл}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (2.7)$$

где C_6 – цена материала 1 кг заготовки, руб/кг;

$M_{\text{ш}}$ – нормативная масса штамповки, кг;

Коэффициенты:

K_T – от КТ штамповки;

$K_{сл}$ – от СС штамповки;

K_B – соотносящий массу заготовки;

K_M – от материала;

$K_{п}$ – серийности производства;

$$C_6 = 11,2 \text{ руб/кг [11, с. 23]}$$

$$\text{Для КТ Т3} - K_T = 1,0 \text{ [11, с. 24]}$$

$$\text{Для СС С1} - K_{сл} = 0,77 \text{ [11, с. 24]}$$

$$K_B = 1,14 \text{ [11, с. 24]}$$

$$\text{Для стали 40Х принимаем } K_M = 1,18 \text{ [11, с. 24]}$$

$$\text{Для среднесерийного производства } K_{п} = 1,0 \text{ [11, с. 24]}$$

$$C_3 = 11,2 \cdot 2,24 \cdot 1,0 \cdot 0,77 \cdot 1,14 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 25,99 \text{ руб}$$

Стоимость механической обработки штамповки $C_{мо}$, руб, определяется по формуле:

$$C_{мо} = (M_{ш} - M_{д}) \cdot C_{уд}, \quad (2.8)$$

где $C_{уд}$ – цена съема 1 кг материала, руб/кг.

Удельные затраты при механической обработке резанием $C_{уд}$, руб, могут быть определены по формуле:

$$C_{уд} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2.9)$$

где C_c – цеховые расходы, руб/кг;

C_k – затраты на основные средства, руб/кг;

E_n – процентное соотношение основных затрат

($E = 0,1 \dots 0,2$). Для машиностроения принимает $E_n = 0,16$

$$\text{Принимаем } C_c = 14,8 \text{ руб/кг, } C_k = 32,5 \text{ руб/кг [11, с. 25]}$$

Тогда

$$C_{\text{МО}} = (2.24 - 1.6) \cdot (14.8 + 0.16 \cdot 32.5) = 12.80 \text{ руб}$$

Стоимость отходов $C_{\text{отх}}$, руб, является возвратной величиной и определяется как

$$C_{\text{отх}} = (M_{\text{ш}} - M_{\text{д}}) \cdot C_{\text{отх}}, \quad (2.10)$$

где $C_{\text{отх}}$ – цена отходов (стружки), руб/кг.

Принимаем $C_{\text{отх}} = 0.4$ руб/кг [11, с. 25]

Тогда

$$C_{\text{отх}} = (2.24 - 1.6) \cdot 0.4 = 0.26 \text{ руб}$$

$$C_{\text{д}} = 25.99 + 12.80 - 0.26 = 38.53 \text{ руб}$$

2.2.2.2 Вариант заготовки из проката

Цена проката определяется по формуле [11, с. 26]

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{мпр}} \cdot M_{\text{пр}} + C_{\text{оз}}, \quad (2.11)$$

где $C_{\text{мпр}}$ – стоимость материала 1 кг проката в руб/кг; $C_{\text{мпр}} = 12$ руб/кг

$C_{\text{оз}}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

$$C_{\text{оз}} = \frac{C_{\text{пз}} \cdot T_{\text{шт}}}{60}, \quad (2.12)$$

где $C_{\text{пз}}$ – приведенные затраты на рабочем месте, руб/ч; $C_{\text{пз}} = 30.2$ руб/ч [11, с. 26]

$C_{\text{оз}}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

Штучное время $T_{\text{шт}}$, мин, определяется по формуле [11, с. 26]

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{о}} \cdot \varphi_{\text{к}}, \quad (2.13)$$

где T_o – машинное время, мин;

φ_k – коэффициент, определяющий производство и используемую оснастку.

Для расчетов на этапе выбора заготовки можно принять $\varphi_k = 1,5$, а основное время для отрезных станков T_o , мин, определяется по формуле [11, с. 27]

$$T_o = 0,19 \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.14)$$

где $d_{\text{пр}}$ – диаметр проката, мм

$$T_o = 0,19 \cdot 34^2 \cdot 10^{-3} = 0.22 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0.22 \cdot 1,5 = 0.33 \text{ мин}$$

$$C_{\text{оз}} = 30,2 \cdot 0.33 / 60 = 0.17 \text{ руб}$$

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{мпр}} \cdot M_{\text{пр}} + C_{\text{оз}} = 12 \cdot 2.53 + 0.17 = 30.51 \text{ руб}$$

Стоимость механической обработки составит

$$C_{\text{мо}} = (M_{\text{пр}} - M_{\text{д}}) \cdot C_{\text{уд}} = (2.53 - 1.6) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 18.58 \text{ руб}$$

Стоимость отходов

$$C_{\text{отх}} = (2.53 - 1.6) \cdot 0.40 = 0.37 \text{ руб}$$

Тогда

$$C_{\text{д}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}} = 30.51 + 18.58 - 0.37 = 48.72 \text{ руб}$$

2.2.3 Сравнение вариантов исходных заготовок

КИМ определяется по формуле [11, с. 28]

$$K_{\text{им}} = M_{\text{д}} / M_{\text{з}} \quad (2.15)$$

Для штамповки

$$K_{им} = 1.60/2.24 = 0.71$$

Для проката

$$K_{им} = 1.60/2.53 = 0.63$$

Проведя экономический расчёт принимаем метод получения – штамповку.

Условное снижение себестоимости от применения проката, $\mathcal{E}_г$, руб, определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_г = (C_{д пр} - C_{д шт}) \cdot N_г, \quad (2.16)$$

где $N_г = 15000$ шт/год- кол-во деталей выпускаемых за год.

$$\mathcal{E}_г = (48.72 - 38.53) \cdot 15000 = 152850 \text{ руб.}$$

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

В зависимости от точности и шероховатости поверхностей, выбираем маршрут их обработки [17] и [11, с. 32-34, табл. 5.17-5.19]

Результаты выбора методов обработки корпуса приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1- Методы обработки поверхностей

Номер поверхности	Вид поверхности	Операционные размеры		Точность поверхности				Шероховатость Ra, мкм	Твердость НРС	Технологический маршрут	Коэффициент трудоемкости
				Размеров, мм		Формы	Расположение				
				d	l						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Плоск	18	18	14	14	-	-	6,3	37	П(13)+ТО	1,0
2	Конич	0,5x45°	0,5	14	14	-	-	6,3	37	Тчист(11)+ТО	1,2
3	Цил	18h6	23	6	14	-	0.016	1,25	37	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(8)+ТО+Шчист(6)	4,3
4	Канавка	2,5x0,25	2,5	14	14	-	-	6,3	37	Тчист(11)+ТО	1,2
5	Плоск	18/22	2	14	14	-	-	6,3	37	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
6	Цил	22	27	14	14	-	-	3,2	37	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
7	Плоск	22/32	5	14	14	-	-	6,3	37	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
8	Цил	32f7	193	7	14	-	0.020	0,63	37	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(8)+ТО+Шчист(7)	4,3
9	Плоск	19/32	6,5	14	14	-	-	6,3	37	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
10	Цил	19	10	14	14	-	-	6,3	37	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
11	Конич	4x36°	4	14	14	-	-	6,3	37	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	Цил	30h7	42	7	14	-	0.026	2,5	37	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(8)+ТО+Шчист(7)	4,3
13	Конич	4x36°	4	14	14	-	-	6,3	37	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО	2,2
14	Канавка	4x0,5	4	14	14	-	-	6,3	37	Тчист(11)+ТО	1,2
15	Цил	20f7	31	7	14	-	0.016	1,25	37	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(8)+ТО+Шчист(7)	4,3
16	Конич	0,3x45°	0,5	14	14	-	-	6,3	37	Тчист(11)+ТО	1,2
17	Плоск	20	20	14	14	-	-	6,3	37	П(13)+ТО	1,0
18	Конич	6.7x60°	6,97	7	10	-	-	1,6	37	Ц(10)+ТО+Шчист(7)	3,0
19	Плоск	3,5x18	18	9	14	-	-	3,2	37	Ф(9)+ТО	1,0
20	Плоск	6x18	18	12	14	-	-	6,3	37	Ф(12)+ТО	1,0
21	Конич	3x120°	3	14	14	-	-	6,3	37	С(13)+ТО	1,0
22	Резьб	M6	20	7H	14	-	-	6,3	37	С(13)+Рез(7H)+ТО	2,0
23	Резьб	25	50	7C	14	-	-	1,25	46	РФ(9)+ТО+РЩ(7-С)	3,0
24	Цил	19	50	13	14	-	-	3,2	46	РФ(12)+ТО	1,5

2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

2.4.1 Расчет операционных припусков и размеров расчетно-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на $\varnothing 32f7 \begin{matrix} 0.025 \\ 0.050 \end{matrix}$

Расчет припусков по переходам.

Данные расчета припуска приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2- Расчет припуска

№	переход	Элементы припуска			Операц допуск Тd/IT	Предельные размеры		Предельн. припуски	
		Rz ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹	ε _{уст} ⁱ⁻¹		d ⁱ max	d ⁱ min	2Z max	2Z min
1	КГШП	0.360	0.661	-	1.8	36.615	34.815	-	-
					T3				
2	обтачивание предварительное	0.100	0.040	0.450	0.390	32.886	32.496	3.729	2.319
					IT 13				
3	обтачивание чистовое	0.050	0.026	0.027	0.100	32.299	32.199	0.587	0.297
					IT 10				
4	шлифование предварительное	0.030	0.013	0.018	0.039	32.075	32.036	0.224	0.163
					IT 8				
5	Шлифование получистовое	0.020	0.007	0	0.025	31.975	31.950	0.100	0.086
					IT 7				

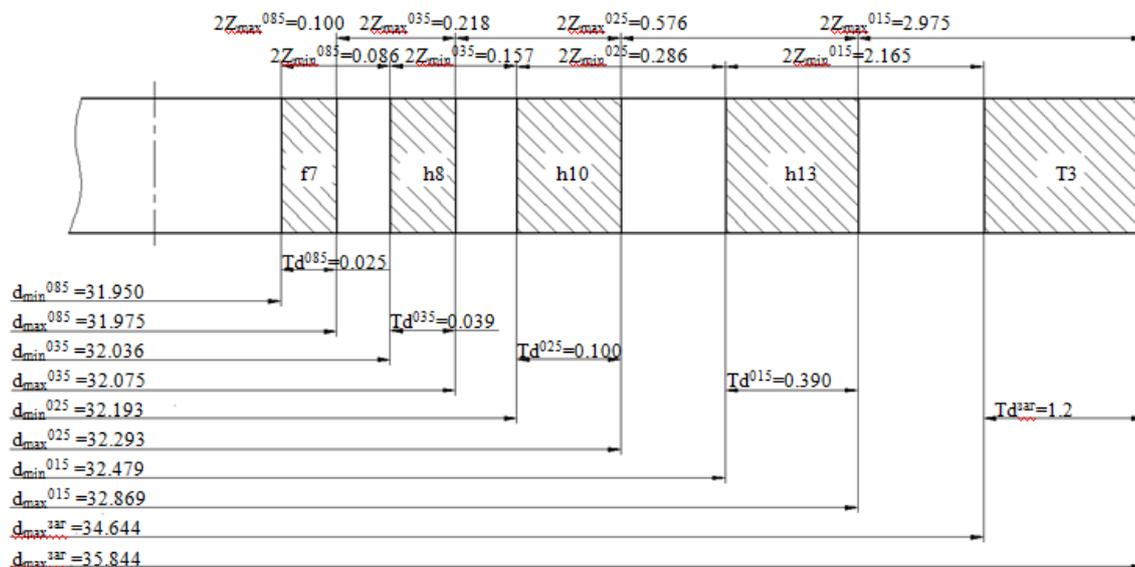


Рисунок 2.1 – Схема расположения припусков $\varnothing 32f7 \left(\begin{matrix} 0.025 \\ 0.050 \end{matrix} \right)$

2.4.2 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров табличным методом [16, с. 191]

Результаты расчетов припусков табличным методом приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Табличные припуски

№	Переход	Поверхности	Припуск на сторону, мм
1	2	3	4
005	Подрезание	1,17	Z=1,4
010	Обтачивание предварительное	9,10,11,12,13,15	Z=1,1
015	Обтачивание предварительное	2,3,6,7,8	Z=1,1
020	Обтачивание чистовое	9-16	Z=0,35
025	Обтачивание чистовое	1-8	Z=0,35
030	Шлифование предварительное	12,15	Z=0,10

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
035	Шлифование предварительное	3,8	Z=0,10
080	Шлифование окончательное	12,15	Z=0,05
085	Шлифование окончательное	3,8	Z=0,05
090	Шлифование резьбы	23	Z=0,15

2.4.3 Проектирование и расчет штампованной заготовки

Основные параметры заготовки принимаем по [8].

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Класс точности – Т3 [8, с.28]

Группа стали – М2 [8, с.8]

Степень сложности – С1 [8, с. 29]

Конфигурация поверхности разъема штампа - П (плоская) [8, с.8]

Исходный индекс 9 [8, с.10]

Эскиз заготовки представлен на рисунке 2.2

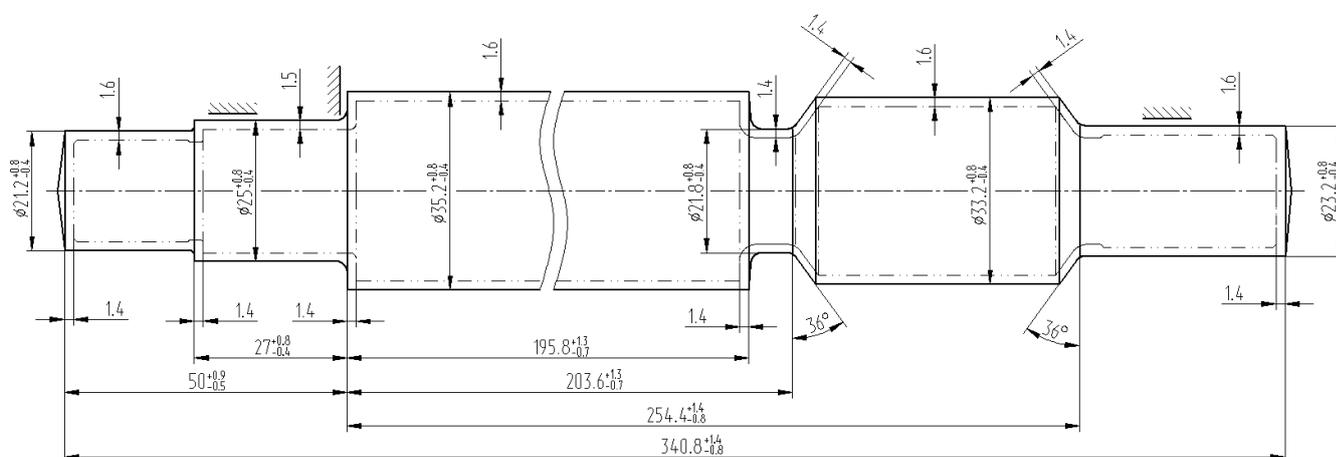


Рисунок 2.2 – Эскиз заготовки

Объем цилиндрических элементов заготовок определяется по формуле (2.5).

$$V = 3,14/4 \cdot (21,2^2 \cdot 23 + 25^2 \cdot 27 + 35,2^2 \cdot 195,8 + 21,8^2 \cdot 7,8 + 33,2^2 \cdot 43,2 + 27,5^2 \cdot 3,8 + 28,2^2 \cdot 3,8 + 23,2^2 \cdot 36,4) = 272232 \text{ мм}^3 .$$

Масса штамповки M_3

$$M_3 = V \cdot \gamma = 272232 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2,14 \text{ кг}$$

$$\text{КИМ} = M_d / M_3 = 1,60 / 2,14 = 0,75$$

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

Схемы базирования представлены в графической части данной работы, в плане обработки

2.5.2 Разработка технологического маршрута изготовления детали

Таблица 2.4- Технологический маршрут обработки червяка

№ оп	Операция	базы	Обрабатываемые поверхности	IT	Ra, мкм
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная			T3	Ra 40
005	Центровально- подрезная	6,7,15	1,17	13	Ra 6,3
			18	10	Ra 6,3
010	Токарная (черновая)	1,18	9,10,11,12,13,15	13	Ra 12,5
015	Токарная (черновая)	17,18	2,3,6,7,8	13	Ra 12,5
020	Токарная (чистовая)	1,18	9-16	10	Ra 6,3
025	Токарная (чистовая)	17,18	1-5,7,8	10	Ra 6,3
			6	10	Ra 3,2
030	Круглошлифовальная (черновая)	1,18	12	8	Ra 3,2
			15	8	Ra 2,5
035	Круглошлифовальная (черновая)	17,18	3	8	Ra 2,5
			8	8	Ra 1,6
040	Резьбофрезерная	1,18	23	9	Ra 3,2
			24	11	Ra 3,2
045	Фрезерная	7,8,15	22	9H	Ra 6,3
			21	13	Ra 6,3
			19	9	Ra 3,2
			20	12	Ra 6,3
050	Слесарная				
055	Моечная				
060	Контрольная				
065	Термическая				
070	Правильная				
075	Центрошлифовальная	3,15,5	18	7	Ra 1,6

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
080	Круглошлифовальная (чистовая)	1,18	12	7	Ra 2,5
			15	7	Ra 1,25
085	Круглошлифовальная (чистовая)	17,18	3	6	Ra 1,25
			8	7	Ra 0,63
090	Резьбошлифовальная	1,18	23	7-С	Ra 1,25
095	Моечная				
100	Контрольная				

2.5.3 Разработка плана обработки

Проведенные работы позволяют выполнить проектирование плана обработки, который представлен в графической части выпускной квалификационной работы.

2.6 Выбор средств технологического оснащения

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

Данные по выбору средств технологического оснащения сведены в таблицу 2.5

Таблица 2.5 - Выбор оборудования и технологической оснастки

№ оп.	операция	оборудование	технологическая оснастка		
			приспособление	инструмент	средства контроля
1	2	3	4	5	6
005	Центровально-подрезная	Центровально-подрезной п/а 2А923	СНП с призмой и пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Пластина для подрезки ГОСТ 19052-80 Т5К10 покрытие (Ti,Cr)N	Калибр-пробка ГОСТ 14827-69
				Сверло центровочное Ø3,15 тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5, покрытие (Ti, Cr)C.	Шаблон ГОСТ 2534-79

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	
010	Токарная (черновая)	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Патрон повод- ковый с цен- тром ГОСТ 2571-71	Резец проходной с механиче- ским креплением.	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73	
015			Центр вращаю- щийся тип А ГОСТ 8742-75. Люнет	Пластина 3х гранная, Т5К10, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83		Шаблон ГОСТ 2534-79
020	Токарная (чистовая)	Токарный с ЧПУ 1 6К20Ф3	Патрон повод- ковый с цен- тром ГОСТ 2571-71	Резец проходной с механиче- ским креплением.	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73	
025			Центр вращаю- щийся тип А ГОСТ 8742-75. Люнет	Правый и левый Пластина 3х гранная, Т15К6, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83		Шаблон ГОСТ 2534-79
030	Круг- лошлифо- вальная (черновая)	Круглошли- фовальный с ЧПУ 3М151Ф2	Патрон повод- ковый с цен- тром ГОСТ 2571-71	Шлифовальный круг 1 450x20x203 91А F46 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73	
035			Центр упорный ГОСТ 18259-72 Люнет			Шаблон ГОСТ 2534-79
040	Резь- бофрезер- ная	Резьбофре- зерный п/а 5Б64	Патрон повод- ковый с цен- тром ГОСТ 2571-71	Фреза дисковая модульная $\varnothing 70$ z = 12 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C. ОСТ 2И41-3-85	Шаблон ГОСТ 2534-73	
			Центр упорный ГОСТ 18259-72 Люнет			Приспособле- ние меритель- ное с индикатором ГОСТ 5584-61
045	Фрезерная	Горизон- тальный фрезерно- расточной с ЧПУ 500HS	Приспособле- ние специаль- ное поворотное с самоцентр. призмами и пневмоприво- дом ГОСТ 12195-66	Фреза шпоночная $\varnothing 6$ ГОСТ 9140-78 P6M5K5, по- крытие (Ti, Cr)C.	Шаблон ГОСТ 2534-79	
				Сверло спиральное $\varnothing 5$, $\varnothing 12$ ГОСТ 10903-77 P6M5K5, по- крытие (Ti, Cr)C.		Калибр-пробка ГОСТ14827-69
				Метчик машинный М6 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C. ГОСТ 3266-81		
050	Слесарная	Электрохи- мический станок для снятия за- усенцев 4407				

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
055 095	Моечная	Камерная моечная ма- шина			
070	Правиль- ная	Пресс ПГ- 1000			
075	Центро- шлифо- вальная	Центрошли- фовальный станок с ЧПУ ZS 2000	СНП с призма- ми и пневмо- приводом ГОСТ 12195-66	Шлиф. головка EW10x15 91A F60 M 7 V A 20 м/с ГОСТ 2447-82.	Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособле- ние контроль- ное с индика- тором
080 085	Круг- лошлифо- вальная (чистовая)	Круглошли- фовальный с ЧПУ 3M151Ф2	Патрон повод- ковый с цен- тром ГОСТ 2571-71 Центр упорный ГОСТ 18259-72 Люнет	Шлифовальный круг 1 450x20x203 91A F60 L 6 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособле- ние меритель- ное с индика- тором
090	Резь- бошлифо- вальная	Резьбошли- фовальный п/а 5K822В	Патрон повод- ковый с цен- тром ГОСТ 2571-71 Центр упорный ГОСТ 18259-72 Люнет	Шлифовальный круг 1 450x65x203 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособле- ние меритель- ное с индика- тором

2.7 Проектирование технологических операций

2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на токарную операцию 025.

2.7.1.1 Исходные данные

Деталь - червяк

Материал - сталь 40X ГОСТ 4543-71 $\sigma_B = 590$ МПа

Заготовка - штамповка

Приспособление - патрон поводковый с центром, центр вращающийся, люнет

2.7.1.2 Структура операции (последовательность переходов)

Обточить, выдержать размеры $\varnothing 18,3_{-0,070}$;

$\varnothing 22_{-0,084}$; $\varnothing 32,2_{-0,084}$; $0,65 \times 45^\circ$; $282,2 \pm 0,1$; $309,2 \pm 0,1$; $\varnothing 17,5$; $2,5$; $R0.5$; 45°

2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

Резец проходной с механическим креплением ($h=25$ $b=25$ $L=125$).

Пластина T15K6 $\varphi = 93^\circ$, $\varphi_1 = 27^\circ$, $\lambda = -2^\circ$, $\alpha = 11^\circ$;

2.7.1.4 Выбор оборудования

Принимаем станок токарно-винторезный модели SAMAT 135 NC

2.7.1.5 Расчет режимов резания

Срезаемый слой (припуск) t , мм

$t = 0,35$ мм

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

При точении $\varnothing 22$: $S = 0.15$ мм/об [17, с.268]

При точении $\varnothing 18,3$; $\varnothing 32,3$: $S = 0.25$ мм/об [17, с.268]

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

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.17)$$

где C_U - базовая величина для данных условий обработки; $C_U = 420$ [17, с.270]

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

t - припуск, мм;

m, x, y - табличные величины степеней; $m = 0.2$, $x = 0.15$, $y = 0.20$ [17, с.270]

K_U - коэффициент обеспечивающий условия возникающие при обработке:

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.18)$$

где коэффициенты учитывающие:

$K_{МУ}$ - состояние материала заготовки. [17, с.261]

$K_{ПУ}$ - резание по корке или без; $K_{ПУ} = 1.0$ [17, с.263]

$K_{ИУ}$ - свойства режущей пластины; $K_{ИУ} = 1,0$ [17, с.263]

$$K_{МУ} = K_{Г} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.19)$$

где $K_{Г} = 1.0$ [17, с.262]

σ_B - механическое напряжение;

$n_U = 1,0$.

$$K_{МУ} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{590}\right)^{1,0} = 1.27.$$

$$K_U = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,27 = 1,27.$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,35^{0,15} \cdot 0,25^{0,20}} \cdot 1,27 = 363.6 \text{ м/мин.}$$

Определим частоту вращения шпинделя, мин^{-1}

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.20)$$

$$\text{Ø}18,3: n_1 = \frac{1000 \cdot 363.6}{3.14 \cdot 18.3} = 6328 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{Ø}22: n_2 = \frac{1000 \cdot 363.6}{3.14 \cdot 22} = 5264 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{Ø}32,3: n_3 = \frac{1000 \cdot 363.6}{3.14 \cdot 32.3} = 3585 \text{ мин}^{-1}$$

Проведем корректировку частоты вращения по паспорту станка:

$$n_{1-3} = 2240 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{При точении } \varnothing 18,3: V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 18.3 \cdot 2240}{1000} = 128.7 \text{ м/мин}$$

$$\text{При точении } \varnothing 22: V_2 = \frac{3.14 \cdot 22 \cdot 2240}{1000} = 154.7 \text{ м/мин}$$

$$\text{При точении } \varnothing 32,3: V_3 = \frac{3.14 \cdot 32.3 \cdot 2240}{1000} = 227.2 \text{ м/мин}$$

Определим силовые составляющие

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.21)$$

где C_p - величина учитывающая условия обработки; $C_p = 300$ [17, с.273]

x, y, n - табличные значения степеней; $x=1.0, y=0.75, n= -0.15$;

K_p - корректирующий коэффициент

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.22)$$

K_{MP} - коэффициент учитывающий качество материала заготовки [17, с.264]

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.23)$$

где σ_B - механическое напряжение;

$$n = 0.75$$

$$K_{MP} = \left(\frac{590}{750} \right)^{0.75} = 0,83;$$

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

$$K_{\varphi p}=0,89 \quad K_{\gamma p}=1,0 \quad K_{\lambda p}=1,0 \quad K_{rp} = 1,0$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.35^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 227.2^{-0,15} \cdot 0,83 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 122 \text{ Н.}$$

Определим требуемую мощность N , кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{122 \cdot 227.2}{1020 \cdot 60} = 0,45 \text{ кВт} \quad (2.24)$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка SAMAT 135 NC

$$N_{\text{штп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}; \quad 0,45 < 7,5, \text{ т. е. обработка возможна.}$$

2.7.2 Расчет режимов резания табличным методом

Расчет припусков табличным методом проводим по методике, описанной в [1]. Результаты расчета в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Сводная таблица режимов резания

№ оп	операция	переход	t, мм	S, мм/об	V _т , м/мин	n _т , об/мин	n _{пр} об/мин	V _{пр} м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Центроваль-но-подрезная	Центровать Ø 3,15/6,7	1,57	0,04	24	1140	900	18,9
		Подрезать торец 23,2	1,9	0,04	66	905	900	65,5
10	Токарная (черновая)	Обточить Ø 21	1,1	0,5	160,2	2430	2240	147,7
		Обточить Ø 31	1,1	0,5	160,2	1646	1646	160,2
		Точить канав. Ø19,7	1,1	0,5	160,2	2590	2240	138,6
15	Токарная (черновая)	Обточить Ø 19	1,1	0,5	160,2	2686	2240	133,6
		Обточить Ø 20,7	1,1	0,5	160,2	2465	2240	145,6
		Обточить Ø 33	1,1	0,5	160,2	1546	1546	160,2
20	Токарная (чистовая)	Обточить Ø 20,3	0,35	0,25	363,6	5704	2240	142,8
		Обточить Ø 30,3	0,35	0,25	363,6	3822	2240	213,1
		Точить канав. Ø 19	0,35	0,25	363,6	6096	2240	133,6
25	Токарная (чистовая)	Обточить Ø 18,3	0,35	0,25	363,6	6328	2240	128,7
		Обточить Ø 22	0,35	0,15	363,6	5264	2240	154,7
		Обточить Ø 32,3	0,35	0,25	363,6	3585	2240	227,2
30	Круглошлифовальная (черновая)	Шлифовать Ø 20,1	0,1	0,012* 6	25	396	396	25
		Шлифовать Ø 30,1	0,1	0,012* 10	25	264	264	25
35	Круглошлифовальная (черновая)	Шлифовать Ø 18,1	0,1	0,012* 6	25	440	440	25
		Шлифовать Ø 32,1	0,1	0,010* 8	25	248	248	25
40	Резьбофрезерная	Фрезеровать витки червяка d25	5,5	1,0	75	341	315	69,2
45	Фрезерная	Фрезеровать паз 6	3,5	0,02	26	1380	1250	23,5
		Сверлить Ø5	2,5	0,12	29	1847	1600	25,1
		Нарезать резьбу М6	0,5	0,5	9	477	500	9,4
		Сверлить Ø8	4,0	0,15	32	1273	1250	31,4

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	Круглошлифовальная (чистовая)	Шлифовать Ø 20	0,05	0,006* 4	35	557	500	31,4
		Шлифовать Ø 30	0,05	0,008* 6	35	371	371	35
85	Круглошлифовальная (чистовая)	Шлифовать Ø 18	0,05	0,006* 4	35	619	500	28,3
		Шлифовать Ø 32	0,05	0,005* 4	35	348	348	35
90	Резьбошлифовальная	Шлифовать витки червяка d25	0,12	0,10**	0,6	6,4	6	0,56
			0,04	0,05**	0,6	6,4	6	0,56
			0,04	0,05**	0,6	6,4	6	0,56

*- подача поперечная в мм/дв. ход

** - подача в мм/об на врезание при шлифовании за 3 прохода

2.7.3 Определение норм времени на все операции

Произведем расчет технических норм времени на все операции технологического процесса изготовления червяка.

Время на выполнение технологической операции [5, с.101]:

$$T_{ш-к} = T_{п-з}/n + T_{шт} \quad (2.25)$$

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

n - объем заготовок в партии, шт

$$n = N \cdot a / Д, \quad (2.26)$$

где N - объем выпуска изделий за год;

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

$Д$ - количество рабочих дней.

Тогда

$$n = 15000 \cdot 6 / 254 = 354$$

Определим время на выполнение технологической операции $T_{шт}$ [5, с.101]

$$T_{шт} = T_o + T_b \cdot k + T_{об.от} \quad (2.27)$$

Для абразивной операции $T_{шт}$, мин [5, с.101]

$$T_{шт} = T_o + T_b \cdot k + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} \quad (2.28)$$

где T_o - машинное время, мин;

T_b - время на управление станком [5, с.101]

$$T_b = T_{y.c} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}, \quad (2.29)$$

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

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

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

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

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

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

$T_{тех}$ - время на смазку и ремонт

$T_{от}$ - время на отдых, мин.

$$T_{тех} = T_o \cdot t_{п} / T \quad (2.30)$$

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

T - время между правками инструмента, мин

Проведем расчет норм времени на все операции. Результаты расчетов норм времени заносим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7- Нормы времени

№ оп	Наименование оп	T_o	T_b	$T_{оп}$	$T_{об.от}$	$T_{п-з}$	$T_{шт}$	п	$T_{шт-к}$
		мин	мин	мин	мин	мин	мин		мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
05	Центровально-подрезная	0,305	0,385	0,690	0,041	26	0,731	354	0,804
10	Токарная (черновая)	0,120	0,358	0,478	0,029	21	0,507	354	0,566

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	Токарная (черновая)	0,300	0,346	0,646	0,039	19	0,685	354	0,739
20	Токарная (чистовая)	0,211	0,592	0,803	0,048	21	0,851	354	0,910
25	Токарная (чистовая)	0,485	0,536	1,021	0,061	19	1,082	354	1,136
30	Круглошлифовальная (черновая)	0,238	0,522	0,760	0,065	21	0,825	354	0,884
35	Круглошлифовальная (черновая)	1,160	0,522	1,682	0,158	21	1,840	354	1,899
40	Резьбофрезерная	1,685	0,440	2,125	0,127	26	2,252	354	2,325
45	Фрезерная	0,151	0,555	0,706	0,042	28	0,748	354	0,827
75	Центрошлифовальная	0,210	0,381	0,591	0,047	19	0,638	354	0,692
80	Круглошлифовальная (чистовая)	0,254	0,522	0,776	0,069	21	0,845	354	0,904
85	Круглошлифовальная (чистовая)	1,742	0,522	2,264	0,217	21	2,481	354	2,540
90	Резьбошлифовальная	1,012	0,522	1,534	0,193	21	1,727	354	1,786

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления.

Цели проектирования

На токарной операции 025 для закрепления детали в базовом варианте применяется 3-х кулачковый поводковый рычажный патрон.

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

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

3.1.2 Расчет усилия резания

При точении ведем расчет по главной составляющей силы резания P_z .

Главная составляющая силы резания определена п. 2.7: $P_z = 122 \text{ Н}$

3.1.3 Расчет усилий закрепления заготовки

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

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

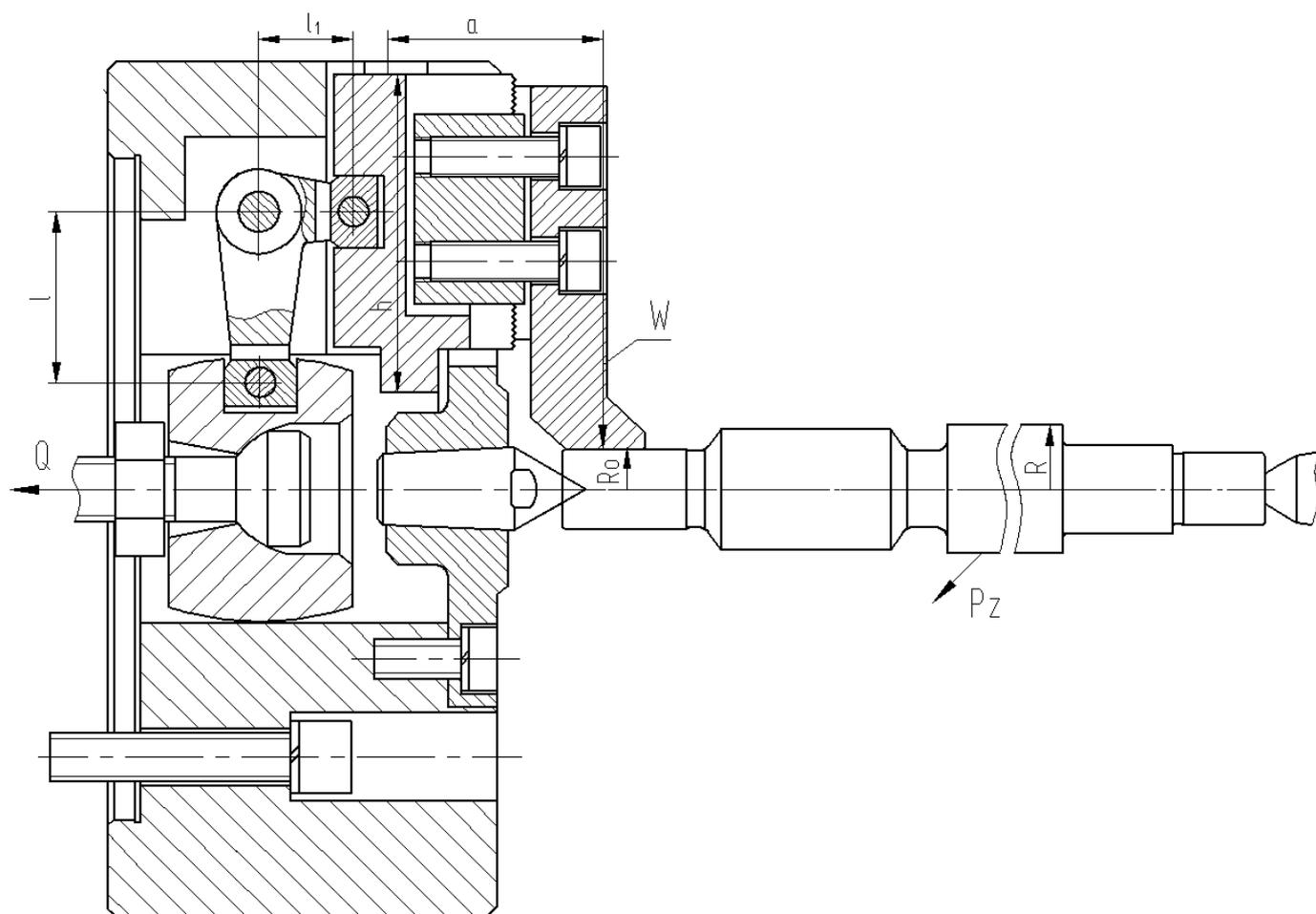


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

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

Тогда условие равновесия определяется по формуле:

$$M_{тр} = M_{рез}, \quad (3.1)$$

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

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

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

R - радиус обрабатываемой поверхности, мм;

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

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

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

W_z – суммарная сила зажима, Н;

f – коэффициент трения на рабочей поверхности цанг; При гладкой поверхности кулачков $f = 0,16$ [2, с. 153];

R_0 - радиус зажимаемой поверхности, мм;

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

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

где K - коэффициент запаса

Коэффициент запаса K определяется по формуле [18, с.382]:

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

где K_0 - гарантированный коэффициент запаса. $K_0 = 1,5$ [18, с.382];

K_1 - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки. $K_1 = 1,2$ [18, с.382];

K_2 - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания вследствие затупления режущего инструмента. $K_2 = 1,0$ [18, с.383];

K_3 - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании. $K_3 = 1,2$ [18, с.383];

K_4 - коэффициент, характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом. $K_4 = 1,0$ [18, с.383];

K_5 - коэффициент, характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма; $K_5 = 1,0$ [18, с.383].

K_6 - коэффициент, учитывающийся только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью. $K_6 = 1,0$ [18, с.384].

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

Если $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

Тогда:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 122 \cdot 20,3 / 2}{0,16 \cdot 32,3 / 2} = 1198 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

Схема зажимного механизма представлена на рисунке 3.1.

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

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

где $K_1 = (1,05 \div 1,2)$ – коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне. Принимаем $K_1 = 1,1$ [2, с.153]

f_1 – коэффициент трения направляющей постоянного кулачка и корпуса патрона; $f_1 = 0,1$ [2, с.153];

L_K – вылет кулачка, мм; $L_K = 53$ мм;

H_K – длина направляющей постоянного кулачка, мм; $H_K = 80$ мм.

$$W_1 = 1.1 \cdot \frac{1198}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \left(\frac{3}{80} \right)} = 1645 \text{ Н.}$$

Определяем усилие Q , создаваемое силовым приводом, и передаваемое через зажимной механизм на постоянный кулачок по формуле (3.7):

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

где l_1, l – плечи рычага, мм

$$Q = 1645 \cdot \frac{21}{42} = 823 \text{ Н.}$$

3.1.5 Расчет силового привода

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

Тянущая сила на штоке для привода двухстороннего действия определяется по формуле [18, с. 449] .

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

где Q – тянущая сила на штоке, Н

D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм

d – диаметр штока пневмоцилиндра, мм

p - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,95$ -КПД привода

Приняв по [14, с. 379] приближенно $d = 0.25D$, получим:

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

Тогда:

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

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{823}{0,4 \cdot 0,9}} = 55.9 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартное значение присоединяемого пневмоцилиндра с вращающейся муфтой для резьбового конца шпинделя станка SAMAT 135 NC D = 160 мм.

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

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

где T – допуск на размер от базовой поверхности до поверхности закрепления, мм; для $\varnothing 18,3h10$ T = 0.07 мм

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

J_p – жесткость РЗМ ($J_p = 14700-24500$ кН/м), Н/мм;

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

$\Delta_{\text{Ш}}$ - технологический зазор между гайкой и качающейся втулкой, для обеспечения самоустановки кулачков ($\Delta_{\text{Ш}} = 1 \dots 1,2$ мм), мм;

$$S_{p(w)} = 0,07 + 0,3 + \frac{1645}{2,0 \cdot 10^4} + 0,3 + 1,1 = 1.85 \text{ мм}$$

Принимаем с учетом запаса $S_{p(w)} = 2,0$ мм

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

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

где i_{Π} - передаточное отношение перемещений рычага, мм.

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

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

$$S_{p(Q)} = 2,0 \cdot \frac{42}{21} = 4 \text{ мм}$$

$$\text{Примем } S_{p(Q)} = 4 \text{ мм}$$

3.1.6 Расчет погрешности базирования

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

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

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

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

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

Максимальный допуск на линейные размеры на токарной операции $T1 = 0.20$ мм $< 0,07$ мм, следовательно, приспособление обеспечивает заданную точность.

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

3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Приспособление состоит из патрона и пневмопривода.

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

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

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

Муфта 1 установлена в корпусе 9 с помощью гайки.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 32-37.

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

Пневмоцилиндр устанавливается на заднем конце шпинделя и фиксируется винтом 27.

Патрон работает следующим образом:

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

3.2 Проектирование режущего инструмента

3.2.1 Анализ конструкции базового инструмента. Цели проектирования

На шлифовальной операции 030 применяются шлифовальные круги ПП 450x20x203 24A40CM18K3 35 м/с. Недостатком такого круга является низкая производительность шлифования вследствие неоптимально подобранной марки круга.

Поэтому, основная задача проектирования- выбор наиболее оптимальной марки материала с целью устранения указанного недостатка.

3.2.2 Проектирование шлифовального круга

В качестве материала шлифовального круга примем сложнолегированный электрокорунд 91А, дающий наибольшие показатели качества обрабатываемой поверхности, и наименьший расход абразива.

Маркировка по ГОСТ Р 52781-2007:

Марка абразивных зерен- 91А - сложнолегированный электрокорунд

Зернистость – шлифзерно F46 по ГОСТ Р 52781-2007

Твердость – Р – средняя (рекомендуется для шлифования незакаленных углеродистых и легированных сталей)

Структура – 4 – закрытая

Связка – V керамическая

Принимаем тип круга – 1 (плоский прямой)

Принимаем класс круга- A.

Допустимая окружная скорость – 35 м/с (обычное шлифование)

Класс неуравновешенности – 2 кл.

Маркировка полной характеристики круга:

1 450x20x203 91A F46 P 4 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007

Технические требования на шлифовальный круг принимаем по ГОСТ 1347-80.

Выполняем чертеж шлифовального круга в сборе с крышками, указанием всех предельных отклонений и технических требований

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Заготовительная операция	Кузнец-штамповщик	Пресс КГШП	Металл
2	Центрование и подрезка	Центровально-подрезная операция	Фрезеровщик	Центровально-подрезной п/а 2A923	Металл, СОЖ
3	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Металл, СОЖ
4	Резьбофрезерование	Резьбофрезерная операция	Зуборезчик	Резьбофрезерный п/а 5B64	Металл, СОЖ
4	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500HS	Металл, СОЖ
5	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный с ЧПУ 3M151Ф2	Металл, СОЖ
6	Центрошлифование	Центрошлифовальная операция	Шлифовщик	Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000	Металл, СОЖ
7	Резьбошлифование	Резьбошлифовальная операция	Зубошлифовщик	Резьбошлифовальный п/а 5K822B	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Пресс КГШП
2	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарно-винторезный с ЧПУ SAMAT 135 NC
3	Центровально-подрезная операция Резьбофрезерная операция Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Центровально-подрезной п/а 2A923 Резьбофрезерный п/а 5B64 Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500HS
4	Круглошлифовальная операция Центрошлифовальная операция Резьбошлифовальная 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 с ЧПУ 3M151Ф2 Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000 Резьбошлифовальный п/а 5K822B

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе необходимо подобрать и обосновать используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства)

защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора.

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

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

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

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникнове-

ния 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, энергетическо-

го оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;

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

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

4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;

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

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Кузнечный участок	КГШП	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок механической обработки	2A923 SAMAT 135 NC 5B64 500HS 3M151Ф2 ZS 2000 5K822B	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

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

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

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

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500HS	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 запрещенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

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

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

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерование	Горизонтальный фрезерно-расточной с ЧПУ 500HS	Пыль стальная, стружка	Взвешенные вещества, нефтепродукты	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью

				1,0 м ³
--	--	--	--	--------------------

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта 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 червяка, 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 червяка, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

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

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов

пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

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

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в работе 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 030 – Токарная (тонкая). На операции производится обработка шеек тонким точением. $T_O = 0,892$ мин., $T_{шт} = 1,597$ мин.

Оборудование – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16A20Ф305.

Оснастка – поводковый патрон с центром, центр упорный.

Инструмент – резец-вставка токарный для контурного точения, пластина 3-хгранная, Т30К4.

Проектный вариант.

Операции 030 – Круглошлифовальная (черновая). На операции производится обработка шеек черновым шлифованием. $T_O = 0,238$ мин., $T_{шт} = 0,884$ мин.

Оборудование – круглошлифовальный станок с ЧПУ, модель 3М151Ф2.

Оснастка – поводковый патрон с центром, центр упорный.

Инструмент – шлифовальный круг 1 450×20×203 91AF464VA 35м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007.

Дополнительными исходными данными являются:

- Деталь – червяк
- Масса детали $M_D = 1,6$ кг.
- Масса заготовки (штамповка) – $M_3 = 2,14$ кг.
- Материал – сталь 40Х ГОСТ 4543-71;
- Годовая программа $P_T = 15000$ 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 проектном варианте, а именно замену оборудования, инструмента, затраты на проектирование и другие составные элементы, мы получили необходимую для вложения величину капитальных затрат, размер которой составит: $K_{ВВ.ПР} = 283673,3$ 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.

Используя полученные значения, рассчитываем величину полной себестоимости выполнения совершенствованной операций 030. Согласно расчетам по применяемой методике составления калькуляции [10] были получены следующие значения: для базового варианта полная себестоимость составила 19,7 руб.; а для проектного варианта – 11,45 руб.

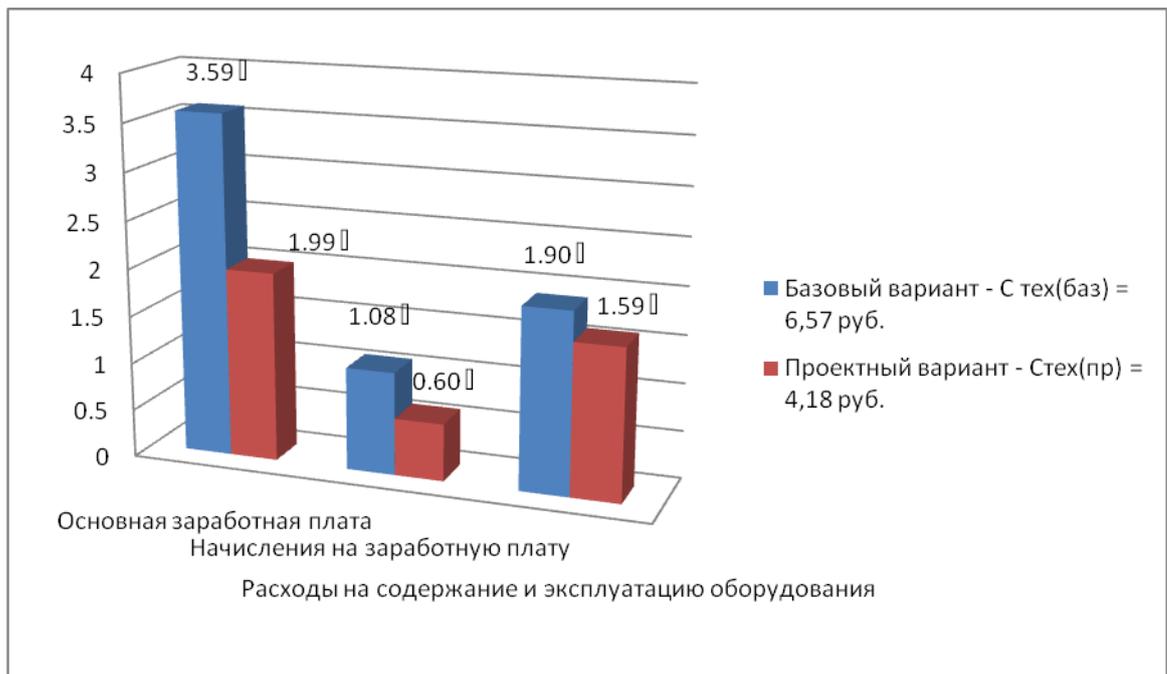


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения операций 030 по сравниваемым вариантам

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.

$$\Pi_{\text{Р.ОЖ}} = \mathcal{E}_{\text{УГ}} = (C_{\text{ПОЛ(БАЗ)}} - C_{\text{ПОЛ(ПР)}}) \cdot \Pi_{\Gamma} \quad (5.1)$$

$$\Pi_{\text{Р.ОЖ}} = \mathcal{E}_{\text{УГ}} = (9,7 - 11,45) \cdot 15000 = 123750 \text{ руб.}$$

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

$$H_{\text{ПРИБ}} = 123750 \cdot 0,2 = 24750 \text{ руб.}$$

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

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = 123750 - 24750 = 99000 \text{ руб.}$$

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

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{283673,2}{99000} + 1 = 3,87 = 4 \text{ года}$$

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

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 99000 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} \right) =$$

$$= 313731 \text{ руб.}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 313713 - 283673,3 = 30057,7 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{313713}{283673,3} = 1,11 \text{ руб./руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операции 030 технологического процесса. В результате чего предприятие имеет возможность получения дополнительной чистой прибыли в размере 99000 руб. от снижения себестоимости. А также достичь экономического эффекта положительной величины 30057,7 руб., что окончательно подтверждает целесообразность внедрения предложенного инженерного решения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- разработан новый технологический процесс изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- разработана заготовка, полученная методом горячей объемной штамповки с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применено высокопроизводительное оборудование - станки с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы;
- применена высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом;
- применен высокопроизводительный инструмент с износостойкими покрытиями;
- спроектирован патрон поводковый с центром для токарной операции;
- спроектирован сборный шлифовальный круг.

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 при сравнении вариантов техпроцесса составит 30057,7 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, 2000, 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, 2008, 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: 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта технологического процесса

Дубл. Взам. Годп.											01101.25225			3	6
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Плз.
Б	Код, наименование оборудования														
01Т	391810XXX- шлифовальный круг 1 450x20x203 91А F46 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007														
02Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84														
03Т	393125XXX- приспособление мерительное с индикатором														
04															
05А	XXXXXX 040 4153 Резьбофрезерная ИОТ И 37.101.7419-85														
06Б	38132XXX 5Б64 2 18632 411 1Р 1 1 1 354 1 26 2,252														
07Т	391810XXX- фреза дисковая модульная Ø70 Р6М5К5 ОСТ 2И41-3-85; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83														
08Т	393125XXX- приспособление мерительное с индикатором														
09															
10А	XXXXXX 045 4260 Фрезерная ИОТ И 37.101.7111-89														
11Б	391213XXX 6904ВМФ2 2 17335 411 1Р 1 1 1 354 1 28 0,748														
12Т	391810XXX- фреза шпоночная Ø6 ГОСТ 9140-78 Р6М5К5; 391267XXX- сверло спиральное Ø5 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5;														
13Т	391267XXX- сверло спиральное Ø12 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5; 391275XXX- метчик машинный М6 Р6М5К5 ГОСТ 3266-81;														
14Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84														
15															
16А	XXXXXX 050 0190 Слесарная														
17Б	XXXXXX 4407														
18															
МК															

Дубл.	Взам.	Подп.													01101.25225	4	6	
А			цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа						
Б			Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Плз.	Тшт.	
01А	XXXXXX	055	0130	Моечная														
02Б	375698XXX	КММ																
03																		
04А	XXXXXX	060	0200	Контрольная														
05																		
06А	XXXXXX	065	0511	Термическая														
07																		
08А	XXXXXX	070	0180	Правильная														
09Б	375686XXX	Пресс ПГ-1000																
10																		
11А	XXXXXX	075	4130	Шлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85														
12Б	38131Х	3922					2	18873	411	1Р	1	1	1	354	1	17		0,638
13Т	398110 XXX	- головка шлифовальная ЕW10x15 91А F60 М 7 V А 20 м/с ГОСТ 2447-82.																
14Т	393120XXX-	шаблон ГОСТ 9038-83; 393125XXX- приспособление мерительное с индикатором																
15																		
16А	XXXXXX	080	4131	Шлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85														
17Б	38132XXX	3М151Ф2					2	18873	411	1Р	1	1	1	354	1	21		0,845
18Т	391810XXX-	шлифовальный круг 1 450x20x205 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007																
МК																		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация к чертежу станочного приспособления

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.570.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.570.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.570.60.002	Винт	1	
		3	16.07.ТМ.570.60.003	Втулка	3	
		4	16.07.ТМ.570.60.004	Втулка	1	
		5	16.07.ТМ.570.60.005	Демпфер	2	
		6	16.07.ТМ.570.60.006	Кольцо	1	
		7	16.07.ТМ.570.60.007	Кольцо	1	
		8	16.07.ТМ.570.60.008	Корпус патрона	1	
		9	16.07.ТМ.570.60.009	Корпус	1	
		10	16.07.ТМ.570.60.010	Крышка	1	
		11	16.07.ТМ.570.60.011	Кулачок	3	
		12	16.07.ТМ.570.60.012	Ось	3	
		13	16.07.ТМ.570.60.013	Ось	6	
		14	16.07.ТМ.570.60.014	Подкулачник	3	
		15	16.07.ТМ.570.60.015	Поршень	1	
			16.07.ТМ.570.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Издано.	Малыхин				Лист	Листов
Пров.	Бобровский				1	2
И. контр.	Виткалов				ТГУ, в.р. ТМБз-1131	
Утв.	Бобровский					

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		16	16.07.ТМ.570.60.016	Рычаг	1	
		17	16.07.ТМ.570.60.017	Тяга	1	
		18	16.07.ТМ.570.60.018	Сухарь	3	
		19	16.07.ТМ.570.60.019	Сухарь	6	
		20	16.07.ТМ.570.60.020	Фланец	1	
		21	16.07.ТМ.570.60.021	Центр	1	
		22	16.07.ТМ.570.60.022	Шток	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Винты ГОСТ 11738-72		
		23		M10x208.88	3	
		24		M10x28.88	6	
		25		M10x32.88	6	
		26		M12x60.88	6	
				Винт ГОСТ 1477-75		
		27		M10x10.48	1	
		28		M10x23.48	3	
				Винт M10x16.48	3	
		29		ГОСТ 1478-75	3	
		30		Гайка M38.6.05		
				ГОСТ 6393-73	1	
		31		Гайка M16x1,5-6H.5.029		
				ГОСТ 5927-70	2	
				Кольца ГОСТ 9833-73		
		32		120-180-46-2-4	1	
		33		180-230-46-2-4	1	
		34		300-400-56-2-4	1	
		35		320-420-56-2-4	2	
				16.07.ТМ.570.60.000		Итого
Изм.	Итого	№ докум.	Исполн	Дата		2

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация к чертежу режущего инструмента

