

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 Калугин Павел Сергеевич гр. ТМбз-1101

1. Тема Технологический процесс изготовления муфты привода прессы
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

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>П.С. Калугин</i> <hr/> (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Технологический процесс изготовления муфты привода пресса

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

В выпускной квалификационной работе предложен вариант технологического процесса обработки муфты привода пресса.

В работе представлено:

- разработка ТП обработки детали;
- получение заготовки методом горячей объемной штамповки;
- оборудование используемое в техпроцессе позволяет повысить производительность до серийного производства;
- применен многоцелевой горизонтальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н, что позволит обработать все отверстия детали с высокой точностью за один установ;
- для токарных операций спроектирован контурный резец с механическим креплением режущей пластины;
- спроектирован патрон клиновый с торцовым поджимом с автоматизированным приводом для токарной операции

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 64 страницы, содержащей 23 таблицы, 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	11
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	11
1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса.....	13
2 Технологическая часть работы.....	14
2.1 Выбор типа производства	14
2.2 Техничко-экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.....	14
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	18
2.4 Определение припуска и проектирование заготовки	19
2.5 Разработка технологического маршрута.....	24
2.6 Выбор средств технологического оснащения	27
2.8 Проектирование технологических операций.....	30
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	38
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	38
3.2 Проектирование режущего инструмента	44
4 Безопасность и экологичность технического объекта	47
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	47
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	48
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	49

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)	50
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	54
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	56
5 Экономическая эффективность работы.....	57
Заключение	61
Список используемой литературы.....	62
Приложения.....	64

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 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Данная деталь является муфтой зубчатой прессы и предназначена для соединения соосных валов и передачи крутящего момента при угловых, радиальных и осевых смещениях валов.

На рисунке 1.1. приведен фрагмент узла.

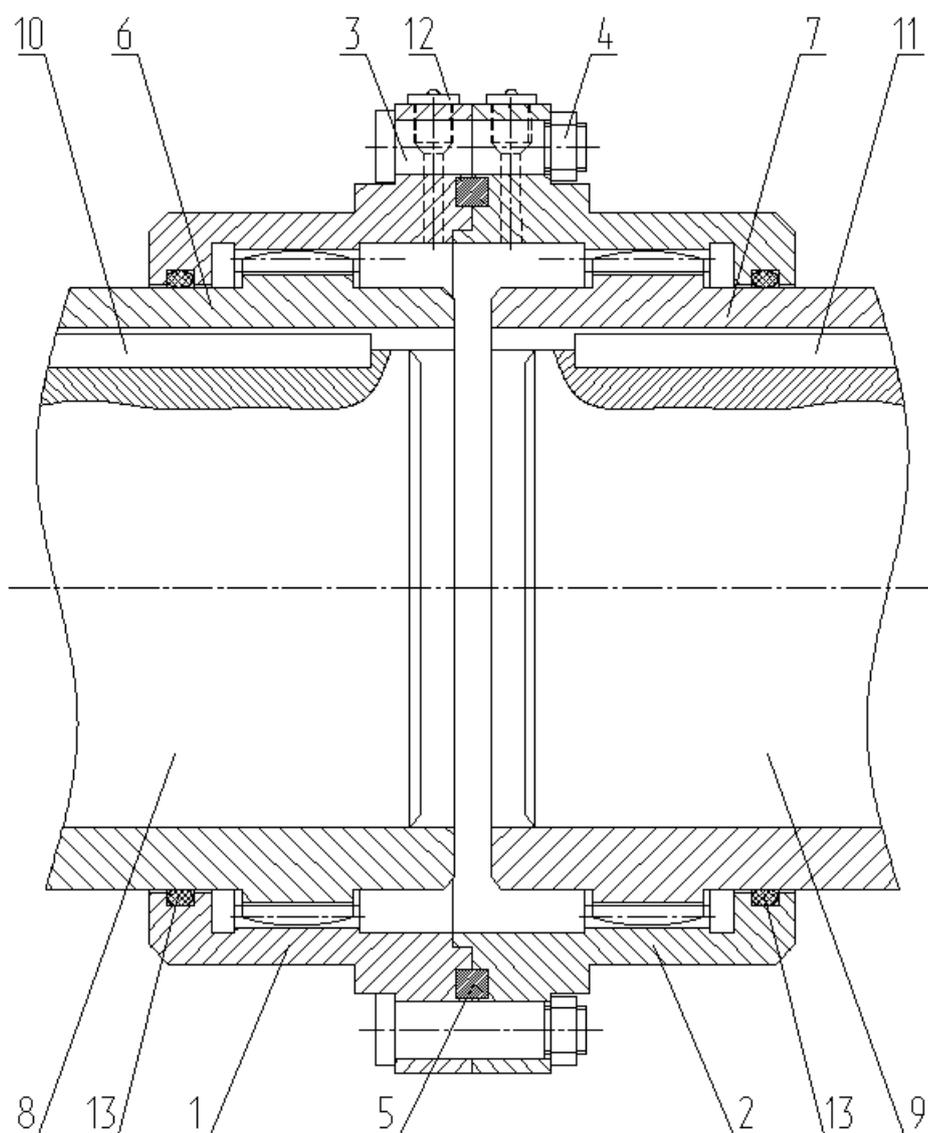


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла зубчатой муфты агрегатного станка

Муфта зубчатая (рисунок 1.1) состоит из двух зубчатых полумуфт 1 и 2, которые жестко закрепляются с помощью штифтов 3 гаек 4. В выточках полумуфт входит кольцевая втулка 5. В зацеплении с внутренними зубьями полумуфт 1 и 2 входят зубчатые венцы втулок 6 и 7, вершины наружных зубьев которых обтачиваются по сферической поверхности, что позволяет при сохранении жесткости деталей компенсировать монтажные неточности взаимного расположения валов 8 и 9, которые на шпонках 10 и 11 установлены в этих втулках. В торцевых резьбовых отверстиях полумуфт 1 и 2 установлены масленки 12, через которые производится смазка муфты. Для уплотнения в выточках полумуфт 1 и 2 находятся резиновые кольца 13.

1.1.2 Анализ материала детали

Муфта привода пресса имеет достаточно высокие требования к материалу и точности изготовления.

Материал муфты привода пресса: сталь 40Х по ГОСТ 4543-71.

В таблице 1.1 приведен химический состав стали 40Х.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40Х ГОСТ 4543-71

В процентах

Элемент	С	S	P	Cu	Ni	Mn	Cr	Si
		Не более						
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

В таблице 1.2 приведены физико-механические свойства стали 40Х

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 40Х

Состояние поставки. режим термообработки	Сечение, мм	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	НВ
Поковка. Нормализация	100-300	345	590	17	40	54	174-217
Пруток Закалка 860°С, масло, Отпуск 500°С, вода.	Ø 25	780	980	10	45	59	217

Проанализировав данные двух таблиц можно сделать вывод о полном соответствии материала служебному назначению детали.

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Присвоим всем поверхностям номера и сформулируем служебное назначение поверхностей.

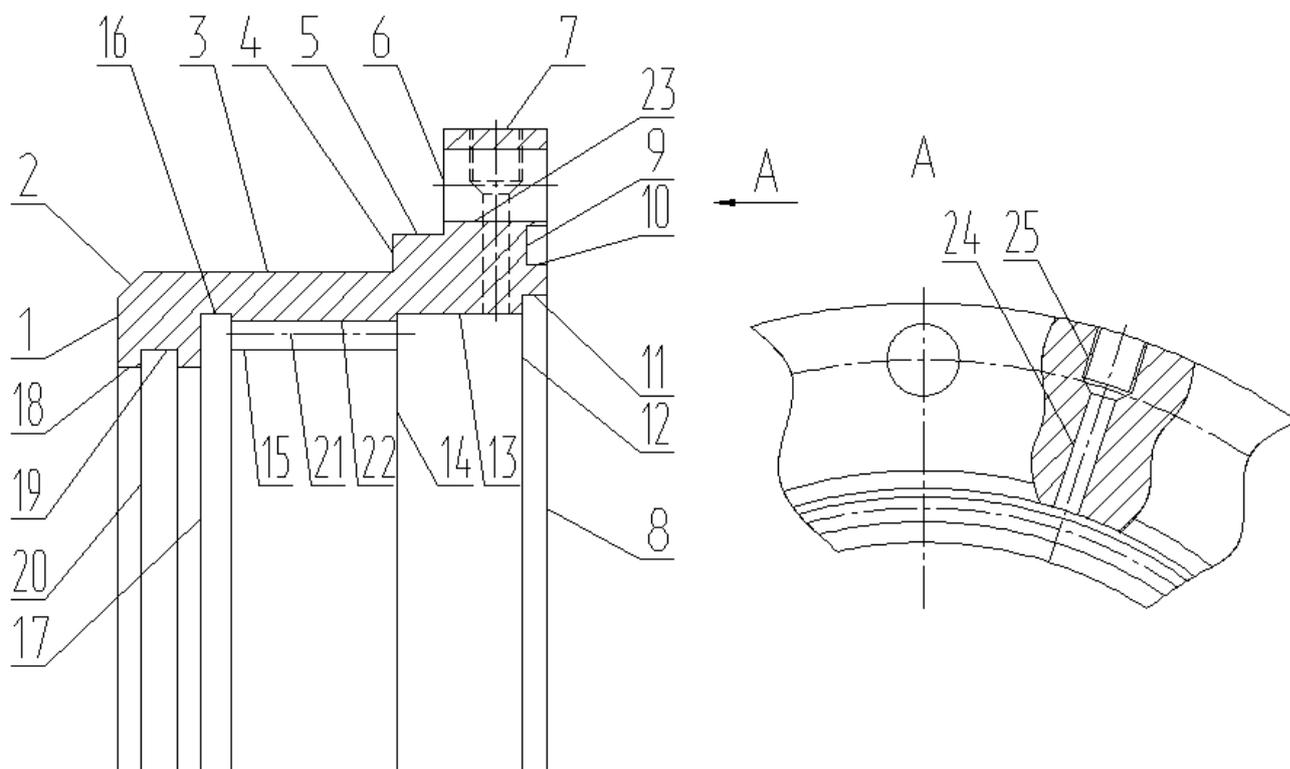


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей

Основные конструкторские базы.

Поверхности ориентирующие данную деталь в механизме – 8, 23;

Вспомогательные конструкторские базы.

Поверхности ориентирующие другие детали по отношению к данной – 18, 20, 9, 10, 11, 25;

Исполнительные поверхности.

Поверхности выполняющие служебное назначение детали – 21, 23;

Свободные поверхности.

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

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

При анализе чертежа детали было выяснено, что все ответственные поверхности по классификации поверхностей имеют необходимую шероховатость и точность. А также проставлены требуемые отклонения от базовых поверхностей и погрешности формы.

Проведена унификация вспомогательных элементов.

Специальных инструментов и средств контроля не требуется, доступ ко всем поверхностям удобный. Также указанные точности не требуют специального оборудования.

Основываясь на перечисленном можно сделать вывод, деталь технологична.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Задача анализа - выявить недостатки базового техпроцесса (ТП), устранение которых будет содействовать достижению цели ТП.

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Таблица 1.3 - Характеристика базового техпроцесса

№ название операции	станок	оснастка	РИ	Тшт мин
1	2	3	4	5
005				
Заготовительная				
010	универсальный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло спиральное Р6М5	54
Токарная черновая			Резец проходной Т5К10	
			Резец подрезной Т5К10	
			Резец расточной Т5К10	
015	универсальный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Резец проходной Т15К6	28
Токарная чистовая			Резец подрезной Т15К6	
			Резец расточной Т5К10	
			Резец канавочный Т5К10	
020	Вертикально- сверлильный 2Р135	Тиски	Сверло центровочное Р6М5	12
Сверлильная			Сверло спиральное Р6М5	
			Зенкер Р6М5	
			Развертка Р6М5	
025	Вертикально- сверлильный 2Р135	Тиски	Сверло центровочное Р6М5	7
Сверлильная			Сверло спиральное Р6М5	
030	Вертикально- долбежный 7Д450	Приспособление специальное	Долбяк	14
Долбежная				
035			Метчик машинный Р6М5	1,5
Слесарная			Напильник	
			Шкурка шлифовальная	
040	КММ			0,5
Моечная				
045				
Контрольная				
050				
Термическая				

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5
055	Торцевнутришлифовальный станок 3К228В	Патрон цанговый	Шлифовальный круг	6
Торцевнутришлифовальная				
060	Координатношлифовальный станок 32К84СФ4	Патрон цанговый	Шлифовальный круг	6
Координатношлифовальная				
065	КММ			0,5
Моечная				
070				
Контрольная				

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

Проанализировав базовый технологический процесс, сформулируем задачи работы и пути совершенствования ТП:

- 1) спроектировать заготовку, определить припуски,
- 2) выбрать СТО соответствующее серийному производству,
- 3) для обработки отверстий и резьб применить многоцелевой горизонтальный станок 2206ВМФ2, что позволит обработать все отверстия детали с высокой точностью за один установ. Резьбу в отверстиях нарезать на этой операции;
- 4) спроектировать патрон с автоматизированным приводом на токарную операцию,
- 5) спроектировать резец токарный сборный,
- 6) проанализировать опасные и вредные факторы возникающие при производстве детали,
- 7) выполнить экономический расчет.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

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

По [9, с. 24, табл. 31] при массе детали 7,5 кг и годовой программе выпуска $N_T = 10000$ шт производство – среднесерийное.

2.2 Техничко-экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

По конфигурации и материалу детали приближенно определяем возможные методы получения: штамповка или поковка и 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 [8, с. 22]

$$m_d = 7,5 \cdot 1,6 = 12 \text{ кг}$$

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

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Точность штампованной заготовки характеризуется классом - Т3 [8, с.28, табл. 19].

Материалы (стали) применяемые для изготовления заготовок подразделяются на группы – М2 [8, с.8, табл. 1].

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

Определим массу проката

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

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

γ – плотность стали, $\text{кг}/\text{мм}^3$.

Учитывая простую форму заготовки из проката определение размеров сводится к определению диаметра заготовки и длины прутка:

$$d_{\text{пр}} = d_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 = 250 \cdot 1,05 = 262,5 \text{ мм} \quad (2.3)$$

где $d_{\text{д}}^{\text{max}}$ – максимальный размер детали в радиальном направлении

Принимаем ближайшее большее значение диаметра прутка $d_{\text{пр}} = 270 \text{ мм}$

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 = 83 \cdot 1,05 = 87 \text{ мм} \quad (2.4)$$

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

Принимаем $l_{\text{пр}} = 87 \text{ мм}$

Объем цилиндрических элементов заготовок

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

где d – диаметр, мм

l – длина, мм

$$V = 3,14 \cdot 270^2 \cdot 87 / 4 = 4978705 \text{ мм}^2$$

Тогда масса заготовки из круглого проката

$$m_{зПР} = 4978705 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 39,1 \text{ кг}$$

Произведя определение габаритных размеров заготовки по ГОСТ 2590-2006

$$\text{Круг} \frac{270 - \text{В} - \text{ГОСТ} \ 2590 - 2006}{40\text{X} - \text{ГОСТ} \ 4543 - 71}.$$

2.2.2 Техничко-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 материала 1 т заготовок, руб, $C_i = 373$ руб [5, с. 37];

m_3 - масса фигуры заготовки, кг;

m_d - масса фигуры заготовки, кг;

коэффициенты:

k_T - для штамповки нормальной точности $k_T = 1.0$ [5, с. 37];

k_c - для стали 3 группы сложности $k_c = 1,0$ [5, с. 38]

k_B - веса, $k_B = 0,8$ [5, с. 38];

k_M - марки материала, $k_M = 1,13$ [5, с. 37]

k_{Π} - программы, $k_{\Pi} = 1,0$;

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

$$S_{\text{заг}} = 373/1000 \cdot (12 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,13 \cdot 1,0) - 24/1000 \cdot (12 - 7,5) = 3,938 \text{ руб}$$

Расчет выполнен по ценам 1985 года, и для объективной картины цен необходимо ввести поправочный коэффициент

$$S_{\text{заг Ш}} = S_{\text{заг}} \cdot K = 3,938 \cdot 100 = 393,8 \text{ руб} \quad (2.7)$$

2.2.2.2 Стоимость заготовки из проката

$$\begin{aligned} S_{\text{заг}} &= C_i/1000 \cdot m_3 - (m_{3,\Pi} - m_d) (C_{\text{отх}}/1000) = \\ &= 180/1000 \cdot 39,1 - (39,1 - 7,5)(24/1000) = 6,280 \text{ руб} \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$S_{\text{заг П}} = S_{\text{заг}} \cdot K = 6,280 \cdot 100 = 628,0 \text{ руб}$$

Таблица 2.1 – сравнительная таблица выбора заготовки

Показатели	Штамповка	Прокат
Степень сложности	С3	-
Класс точности	Т3	2
Группа стали	М2	М2
Масса, кг	12,0	39,1
Стоимость заготовки, руб	393,8	628,0

2.2.2.3 Экономическое сравнение двух вариантов заготовки

При определении стоимости заготовки необходимо определить затраты на механическую обработку проката до состояния штамповки

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

где $C_{\text{уд}} = 26$ – стоимость снятия 1 кг припуска при предварительной токарной обработки, руб/кг [6, с. 3]

$$K_o = 0,95 \text{ - [6, с.5]}$$

Для заготовки полученной на КГШП

$$C_{\text{обр ш}} = 26 \cdot (12-7,5)/0,95 = 123,1 \text{ руб}$$

Для заготовки полученной отрезкой от прутка

$$C_{\text{обр п}} = 26 \cdot (39,1-7,5)/0,95 = 864,8 \text{ руб}$$

Определим стоимость заготовки и механической обработки

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

$$C_{\text{шт}} = 393,8 + 123,1 = 516,9 \text{ руб}$$

$$C_{\text{пр}} = 628 + 864,8 = 1492,8 \text{ руб}$$

Анализируя полученные стоимости можно сделать вывод о том, что заготовка полученная штамповкой дешевле, чем прокат.

Выгода, полученная от применения штамповки за год, руб

$$\mathcal{E}_Г = (C_{\text{пр}} - C_{\text{шт}}) \cdot N_Г \quad (2.11)$$

где $N_Г = 10000$ шт/год- годовая программа выпуска

$$\mathcal{E}_Г = (1492,8 - 516,9) \cdot 10000 = 9759000 \text{ руб.}$$

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Для получения требуемой точности на отдельной поверхности необходимо назначить последовательность переходов по [18] и [11, с. 32-34, табл. 5.17-5.19]

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

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

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| Т - обтачивание черновое, | Тч - обтачивание чистовое, |
| Р - растачивание черновое, | Рч - растачивание чистовое, |
| Ш - шлифование, | Зд - зубодолбление, |
| С - сверление, | З - зенкерование, |
| Разв - развертывание, | Рез - резьбонарезание, |
| То - термообработка | |

Таблица 2.2- Методы обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Точность IT	Шероховатость Ra, мкм	Твердость HRC	Маршруты обработки	Коэффициент трудоемкости
1	2	3	4	5	6
1	14	6,3	32	Т, Тч, ТО	2,2
2					
3					
4					
5					
6					
7					
9	12	6,3	32	Т, Тч, ТО	2,2
10	14	3,2	32	Т, Тч, ТО	2,2
8	7	1,6	32	Т, Тч, ТО, Ш	3,4

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
18	14	6,3	32	Р, Рч, ТО	2,4
14					
13					
12					
16					
17					
18	10	3,2	32	Р, Рч, ТО	2,4
19					
15	11	3,2	32	Р, Рч, ТО	2,4
11	7	1,6	32	Р, Рч, ТО, Ш	5,2
21	8-В	1,6	32	Зд, ТО	1,5
22	13	6,3	32	Зд, ТО	1,5
24	14	6,3	32	С, ТО	1,2
25	10	6,3	32	С, Рез, ТО	2,2
23	7	0,8	32	С, З, Разв, ТО, Ш	5,2

2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

2.4.1 Расчет операционных припусков и размеров расчетно-аналитическим методом

Для проектирования заготовки необходимо определить припуски для начала воспользуемся методикой изложенной в справочнике А.Г.Касиловой, расчет проведем для цилиндрического отверстия $\varnothing 185H7^{(+0,046)}$

Таблица 2.3 - Последовательность обработки поверхности, оборудование, установка

№	Методы обработки поверхности	Оборудование	Установка заготовки
1	010	Универсальный АС16К25Ф3/1500	3-х кулачковый самоцентрирующий патрон
	Растачивание черновое		
2	020	Универсальный АС16К25Ф3/1500	3-х кулачковый самоцентрирующий патрон
	Растачивание чистовое		
3	055	3К228В	Специальный мембранный патрон
	Шлифование чистовое		

Таблица 2.4 - Расчет припуска

№ пер	Технологический переход	Элементы припуска, мкм			2Z min мкм	Операц допуск Тд/ТТ	Предельн. размеры Мм		Предельн. припуски мм	
		a	ρ^{i-1}	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$			d' min	d' max	2Z max	2Z min
1	Штамповать	360	743	-	-	1800 16	180,181	181,981	-	-
2	Растачивание черновое	100	44	440	2447	720 13	183,708	184,428	4,247	1,727
3	Растачивание чистовое	50	30	100	418	190 10	184,656	184,846	1,138	0,228
4	Шлифовать	15	15	40	200	46 7	185,000	185,046	0,390	0,154

Определим элементы припуска ρ_0 и $\varepsilon_{уст}$

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{ДЕФ}^2 + \rho_{ЭКС}^2}, \quad (2.12)$$

где $\rho_{деф}$ - коробление, мм;

$\rho_{экс}$ – отклонение формы отверстий, на заготовительных операциях на прессах и ГКМ, мм.

$$\rho_{ДЕФ} = \Delta_y \cdot L, \quad (2.13)$$

где Δ_y – отклонение расположения поверхностей заготовки, мкм/мм;

L – максимальный размер в осевом направлении, мм.

$$\rho_{ДЕФ} = 1,6 \cdot 87 = 139 \text{ мкм}$$

Выполняем квадратичное суммирование для определения отклонения расположения:

$$\rho_0 = \sqrt{0,139^2 + 0,743^2} = 0,756 \text{ мм}$$

При базировании заготовок возникает погрешность установки для кулачкового самоцентрирующего патрона:

$$1 \text{ переход } \varepsilon_{уст} = 440 \text{ мкм}$$

2 переход $\varepsilon_{уст} = 100$ мкм

Для мембранного патрона:

$\varepsilon_{уст} = 40$ мкм

Определим припуск min:

$$2Z_{min} = 2(Rz+h+2\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (2.14)$$

Определим операционные max и min размеры

$$d^{i-1}_{max} = d^i_{max} - 2Z_{min} \quad (2.15)$$

$$d^i_{min} = d^i_{max} - Td^i \quad (2.16)$$

определим max припуски:

$$2Z_{max} = d^{i-1}_{max} - d^i_{min} \quad (2.17)$$

определим min припуски:

$$2Z_{min} = d^{i-1}_{min} - d^i_{max} \quad (2.18)$$

В заключении расчета выполним проверку:

$$2Z^i_{max} - 2Z^i_{min} = TD^i + TD^{i-1} - \text{условие проверки} \quad (2.19)$$

Все полученные данные заносим в таблицу и для полного понимания выполним графическое изображение полученных результатов:

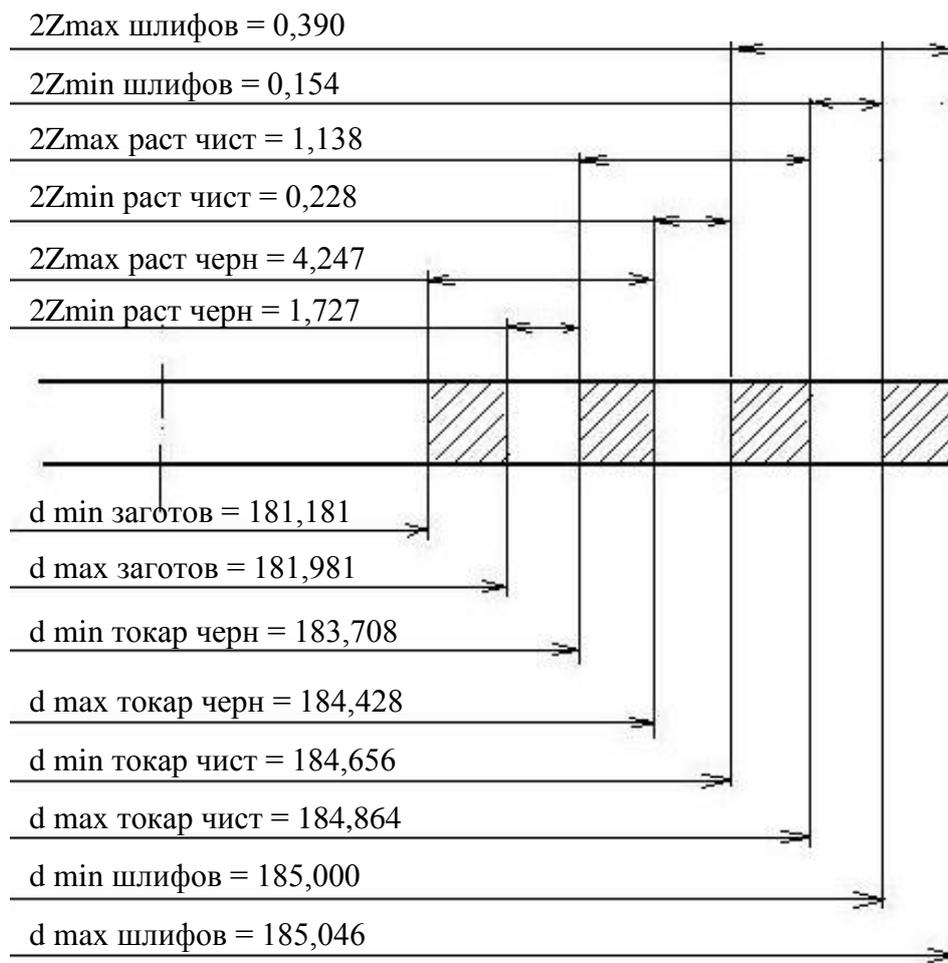


Рисунок 2.1 - Схема расположения припусков

2.4.2 Определение промежуточных припусков и операционных размеров табличным методом по методике [17]

Таблица 2.5 – табличные припуски на обработку муфты привода пресса

№ операции	Поверхности	Припуск на сторону, мм
1	2	3
005	1-6	2,0 $_{\max}$
Токарная (черновая)		
010	7-20	2,0 $_{\max}$
Токарная (черновая)		
015	1-6	0,6
Токарная (чистовая)		

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3
020	7-20	0,6
Токарная (чистовая)		
055	11, 8	0,2
Внутришлифовальная		

2.4.3 Проектирование и расчет штампованной заготовки

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

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

Материал штамповки подразделяется на группы – М2 [8, с.8, табл. 1].

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

Плоскость разъема штампа может иметь сложную конфигурацию, но для рассматриваемой детали простой формы сложная плоскость не требуется - П (плоская) [8, с.8, табл. 1].

При определении основных параметров заготовки припусков и допусков необходим исходный индекс, определяемый по номограмме - 13 [8, с.10, табл. 2].

Остальные геометрические параметры заготовки принимаем по [8, с. 17, табл. 8].

Уклон поверхностей необходимый для извлечения заготовки из пресс формы: на наружной и внутренней поверхности – не более 5°

Радиусы закругления наружных углов – 3,0 мм [8, с. 15, табл. 7]

Остальные параметры указаны на чертеже заготовки представленной в графической части.

Эскиз заготовки приведен на рисунке 2.2

Объем заготовки

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4 = 3,14/4 \cdot (198,6^2 \cdot 53 + 213,6^2 \cdot 10 + 254,6^2 \cdot 24,8 - 180^2 \cdot 5,2 - 173,4^2 \cdot 24 - 159,1^2 \cdot 24,8 - 140^2 \cdot 15 - 152,4^2 \cdot 18,8) = 1496001 \text{ мм}^3$$

Масса заготовки m_3 , кг

$$m_3 = V \cdot \gamma = 1496001 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 11,7 \text{ кг}$$

Для сверления используются базы аналогичные токарной операции поверхности 3 и 1, тем самым выполняется принцип постоянства баз.

При зубодолбежной обработке в качестве баз используем поверхность 3 и торец 1.

При координатно-шлифовальной обработке в качестве баз используем поверхность 11 и торец 8 с угловым центрированием по отв. 23.

Графическое изображение схем базирования представлены на плане обработки в графической части.

2.5.2 Технологический маршрут обработки детали

Произведем описание технологического маршрута обработки детали по каждой операции с описанием номера и наименования операции, номеров базовых и обрабатываемых операций, качества и шероховатости, применяемого оборудования. Технологический маршрут обработки заносим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 - Технологический маршрут обработки детали.

№ Наименование операции	№ базовых поверхностей	№ обрабатываемых поверхностей	IT квалитет	Ra Шерохов.
1	2	3	4	5
000	-	-		
Штамповка				
005	7,8	1-6	13	12,5
Токарная (черновая)				
010	1,3	7-20	13	12,5
Токарная (черновая)				
015	7,8	1,2,4-6	10	6,3
Токарная (чистовая)		3	9	6,3
020	1,3	7,8,9,11,12,13,14,16,	10	6,3
Токарная (чистовая)		17,18	10	6,3
		10,15,19,20	10	3,2

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5
025	1,3	21	8-В	1,6
Зубодолбежная		22	12	6,3
030	1,3	24	13	6,3
Сверлильная		25	10	6,3
		23	8	1,6
035			-	-
Слесарная				
040				
Моечная				
045				
Контрольная				
050			-	-
Термическая	1,3	11	7	1,6
055		8	8	1,6
Внутришлифовальная				
060	8,11	23	7	0,8
Координатно-шлифовальная				
065				
Моечная				
070				
Контрольная				
075				
Гальваническая				

2.5.3 План обработки детали

Для подробного описания технологического процесса проведем разработку плана обработки. Информацию сведем в таблицу. В которой присутствует информация об использованном оборудовании, положении заготовки при обработ-

ке, операционные размеры и получаемой шероховатости. На все операционные размеры назначены технологические допуски. План обработки представлен в графической части 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.

2.6.1 Обоснование выбора оборудования

Таблица 2.7 - Выбор оборудования

№ операции	оборудование
005	Токарно-винторезный с ЧПУ AC16K25Ф3/1500
010	
Токарная (черновая)	
015	Токарно-винторезный с ЧПУ AC16K25Ф3/1500
020	
Токарная (черновая)	
025	Зубодолбежный п/а 5140
Зубодолбежная	
030	Горизонтальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н
Сверлильная	
035	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407
Слесарная	
040	Камерная моечная машина
065	
Моечная	
055	Внутришлифовальный п/а 3К228В
Внутришлифовальная	
060	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 32К84СФ4
Координатно-шлифовальная	

2.6.2 Выбор станочных приспособлений

Таблица 2.8 - Выбор приспособлений

№ оп.	операция	Приспособление
005 010	Токарная (черновая)	Патрон токарный 3-х кулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80
015 020	Токарная (чистовая)	Патрон токарный 3-х кулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80
025	Зубодолбежная	Приспособление специальное самоцентрирующее с гидроприводом ГОСТ 12195-66
030	Сверлильная	Приспособление специальное самоцентрирующее с гидроприводом ГОСТ 12195-66
055	Внутришлифовальная	Патрон мембранный самоцентрирующий ОСТ 3-3843-77
060	Координатно-шлифовальная	Приспособление специальное самоцентрирующее, с угловым центрированием на съемный срезанный палец, с гидроприводом ГОСТ 12195-66

2.6.3 Выбор режущего и контрольного инструмента

Таблица 2.9 - Выбор инструмента

№ оп	Наименование операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4
010 010	Токарная (черновая)	<p>Резец токарный проходной с механическим креплением. Пластина 3-х 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</p> <p>Резец токарный расточной с механическим креплением. Пластина 3-х гранная, Т5К10, с покрытием (Ti,Cr)N $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=20 b=20 L=100 ОСТ 2И.101-83</p>	<p>Калибр-скоба ГОСТ 18355-73</p> <p>Шаблон ГОСТ 2534-79</p>

Продолжение таблицы 2.9

1	2	3	4
		<p>Резец токарный канавочный с механическим креплением. Пластина канавочная Т5К10 $\varphi=90^\circ$, $h=25$ $b=25$ $L=125$ ОСТ 2И.101-83</p>	
015 020	Токарная (чистовая)	<p>Резец токарный проходной с механическим креплением. Пластина Т15К6, покрытие (Ti,Si)CN $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$, $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ ОСТ 2И.101-83 Резец токарный расточной с механическим креплением. Пластина Т15К6, покрытие покрытие (Ti,Si)CN $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$, $\alpha=11^\circ$ $h=16$ $b=16$ $L=80$ ОСТ 2И.101-83 Резец токарный канавочный с механическим креплением. Пластина канавочная Т15К6 $\varphi=90^\circ$, $h=25$ $b=25$ $L=125$ ОСТ 2И.101-83</p>	<p>Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69</p>
025	Зубодолбежная	<p>Долбяк дисковый прямозубый тип 1 $m=2.5$ $\varnothing 100$ ГОСТ 9323-79, покрытие (Ti, Cr)C.</p>	<p>Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором</p>
030	Сверлильная	<p>Сверло центровочное $\varnothing 3,15$ тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5, покрытие (Ti, Cr)C. Сверла спиральные $\varnothing 10$, $\varnothing 5$, $\varnothing 13$ ГОСТ 10903-77 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C. Зенкер цельный $\varnothing 13,6$ ГОСТ 12489-71 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C Развертка машинная цельная $\varnothing 13,9$ ГОСТ 1672-80 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C Метчик машинные М10 Р6М5К5 ГОСТ 3266-81, покрытие (Ti, Cr)C</p>	<p>Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69</p>

Продолжение таблицы 2.9

1	2	3	4
055	Внутришлифовальная	Круг шлифовальный 5 100x15x20 91A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Круг шлифовальный 6 60x25x20 91A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69 Приспособление мерительное с индикатором
060	Координатно-шлифовальная	Головка шлифовальная AW 8x10x4 91A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69 Приспособление мерительное с индикатором

2.7 Проектирование технологических операций

2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на токарную операцию 015.

2.7.1.1 Исходные данные

- Деталь- муфта привода пресса
- Материал- сталь 40Х ГОСТ 4543-71 $\sigma_B = 590$ МПа
- Заготовка- штамповка
- Приспособление- патрон 3-х кулачковый
- Закрепление заготовки- по наружной поверхности с опорой на торец
- Жесткость – средняя

2.7.1.2 Структура операции (последовательность переходов)

Оп 15 Токарная (чистовая)

Содержание операции: обтачивание получистовое,

Ø194_{-0,10}; Ø209_{-0,19}; 5x45°; 20,2±0,05; 30,2±0,05; 83,2±0,06

2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

Для обработки используется токарный резец с механическим креплением пластины. Пластина T15K6, покрытие (Ti,Si)CN

$\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$, $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125

2.7.1.4 Данные оборудования

Принимаем станок токарно-винторезный модели AC16K25Ф3/1500 с ЧПУ.

2.7.1.5 Расчет режимов резания

2.7.1.5.1 припуск на обработку точением t, мм

t = 0.6 мм

2.7.1.5.2 перемещение инструмента за оборот заготовки S, мм/об

S = 0.25 мм/об [17, с.268].

2.7.1.5.3 определяем скорость перемещения поверхности по поверхности инструмента V, м/мин

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.21)$$

где C_U - поправочный коэффициент; $C_U = 420$ [17, с.270];

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

t - припуск, мм;

m, x, y - табличное значение степеней; m= 0.2, x= 0.15, y= 0.20, [17, с.270];

K_U - поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания [17, с.282];

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.22)$$

где

коэффициенты:

K_{MU} – от учитывающий качество [17, с.261];

$K_{ПУ}$ – от состояние поверхности заготовки; $K_{ПУ} = 1.0$ [17, с.263];

$K_{ИУ}$ – от материала инструмента; $K_{ИУ} = 1,0$ [17, с.263];

$$K_{МУ} = K_{Г} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{В}}\right)^{n_U}, \quad (2.23)$$

где $K_{Г}$ - по группе стали по обрабатываемости; $K_{Г} = 1.0$ [17, с.262];

$\sigma_{В}$ - предел прочности;

n_U - показатель степени; $n_U = 1,0$ [17, с.262].

$$K_{МУ} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{590}\right)^{1,0} = 1,27.$$

$$K_U = 1,27 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 1.27.$$

$$V = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0,6^{0.15} \cdot 0.25^{0.20}} \cdot 1,27 = 335,3 \text{ м/мин.}$$

2.7.1.5.4 скорость вращения преобразуем в частоту вращения заготовки n , мин^{-1}

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.24)$$

где V - скорость, м/мин;

П1: обработка $\varnothing 194$:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 335,3}{3.14 \cdot 194} = 550 \text{ мин}^{-1}$$

П2: обработка $\varnothing 209$:

$$n = \frac{1000 \cdot 335,3}{3.14 \cdot 209} = 510 \text{ мин}^{-1}$$

2.7.1.5.5 Определяем фактические значения режимов непосредственно для станка:

$$n_1 = 500 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2 = 500 \text{ мин}^{-1}$$

Тогда фактическая скорость резания V , м/мин:

При точении $\varnothing 194$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 194 \cdot 500}{1000} = 304,6 \text{ м/мин};$$

При растачивании Ø209

$$V_2 = \frac{3.14 \cdot 209 \cdot 500}{1000} = 328,1 \text{ м/мин}$$

2.7.1.5.6 Определение силовых составляющих при точении

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.25)$$

где C_p – справочный показатель; $C_p = 300$ [17, с.273];

x, y, n – табличные значения; $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$ [17, с.273];

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{γр}} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\text{гр}} \quad (2.26)$$

K_{MP} – материал и его состояние оценивается к-том [17, с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.27)$$

где σ_B - предел прочности;

$n = 0.75$ [17, с.264];

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

$K_{\text{фр}}, K_{\text{γр}}, K_{\lambda p}, K_{\text{гр}}$ - к-ты определяющие геометрии пластины:

$$K_{\text{фр}} = 0,89;$$

$$K_{\text{γр}} = 1,0;$$

$$K_{\lambda p} = 1,0;$$

$$K_{\text{гр}} = 1,0 \text{ [14, с.275];}$$

Тогда:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,6^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 328,1^{-0,15} \cdot 0,83 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 197 \text{ Н.}$$

2.7.1.5.7 По силе резания определяем потребную мощность обработки:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{197 \cdot 328,1}{1020 \cdot 60} = 1,05 \text{ кВт} \quad (2.28)$$

Требуемая мощность должна быть меньше, чем мощность оборудования: для станка АС16К25Ф3/1500 - $N_{\text{штп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$; $1,05 < 7,5$, т. е. обработка возможна.

2.7.2 Определение режимов резания табличным методом

Расчет припусков табличным методом проводим по методике, описанной в [1]. Выполним расчет на внутришлифовальную операцию 055

2.7.2.1 Исходные данные

- Деталь - корпус
- материал - сталь 40Х ГОСТ 4543-71 $\sigma_B = 590 \text{ МПа}$
- Заготовка - штамповка
- Обработка- торцевнутришлифовальная
- Тип производства- серийное
- Приспособление- патрон мембранный
- Закрепление заготовки- по наружной поверхности с упором в торец.

2.7.2.2 Содержание операций

Оп 55 Внутришлифовальная

Переход 1: Шлифовать отверстие $\text{Ø}185\text{H}7$

Переход 2: Шлифовать торец в размер $83 \pm 0,04$

2.7.2.3 Выбор режущих инструментов

Переход 1: Круг шлифовальный 5 100x15x20 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл.
ГОСТ Р 52781-2007

Переход 2: Круг шлифовальный 6 60x25x20 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл.
ГОСТ Р 52781-2007

2.7.2.4 Расчет режимов резания

2.7.2.4.1 Глубина резания t , мм.

Переход 1: $t = 0,20$ мм.

Переход 2: $t = 0,20$ мм.

2.7.2.4.2 Поперечная минутная продольная $S_{м пр}$, мм/мин

$$S_{м пр} = S_{м} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.29)$$

где $S_{м}$ – табличное значение, мм/мин [1, с. 214]

K_1 – к-нт, учитывающий припуск и точность;

K_2 – к-нт, учитывающий форму детали

$$S_{м} = 7000 \cdot 0,77 \cdot 1,0 = 5400 \text{ мм/мин}$$

Рекомендуемая минутная подача может быть установлена на станке 3К228В с бесступенчатым регулированием в пределах 1000-7000 мм/мин

2.7.2.4.3 Подача минутная поперечная $S_{дв.ход}$, мм/дв.ход

$$S_{дв.ход} = S_t \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (2.30)$$

где S_t – подача миллиметр на двойной ход, мм/дв.ход [1, с. 214];

коэффициенты:

K_1 – учитывающий материал заготовки и точности на операции;

K_2 – учитывает величину припуска;

K_3 – учитывает размер инструмента;

K_4 – учитывает метод проведения контроля;

K_5 – учитывает жесткость детали и форму поверхности;

K_6 – учитывает жесткость оборудования и точности операции;

K_7 – учитывает твердость инструмента.

$$\text{Переход 1: } S_{дв.ход} = 0,005 \cdot 1,0 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,005 \text{ мм/дв.ход}$$

$$\text{Переход 2: } S_{дв.ход} = 0,006 \cdot 1,0 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,006 \text{ мм/дв.ход}$$

2.7.2.4.4 Скорость круга, V , м/с

$$V = 35 \text{ м/с}$$

2.7.2.4.5 Скорость вращения детали, м/мин

$$v_3 = 45 \text{ м/мин}$$

2.7.2.4.6 Частота вращения шпинделя n , мин^{-1}

Переход 1: $n_{31} = 1000 v_3 / \pi d = 1000 \cdot 45 / 3.14 \cdot 185 = 77 \text{ мин}^{-1}$

Переход 2: $n_{32} = 1000 \cdot 45 / 3.14 \cdot 250 = 57 \text{ мин}^{-1}$

Для остальных операций технологического процесса назначим режимы аналогичным способом, пользуясь [1].

Таблица 2.10 - Сводная таблица режимов резания

№ оп	Наименование оп.	Наименование перехода	припуск t , мм	подача, м/об	скорость резания, V_r , м/мин	Частота вращения шпинделя, n_r , об/мин	Частота вращения шпинделя $n_{пр}$, об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$, м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Токарная (черновая)	Обтачивание $\varnothing 195,2$	2,0	0,5	146	238	200	122,5
		Обтачивание $\varnothing 210,2$	2,0	0,5	146	221	200	132,0
10	Токарная (черновая)	Обтачивание $\varnothing 251,1$	1,7	0,5	150	190	200	157,7
		Растачивание $\varnothing 183,4$	1,7	0,5	135	234	250	143,9
		Растачивание $\varnothing 176,8$	2,0	0,5	131	235	250	138,8
		Растачивание $\varnothing 162,5$	2,0	0,5	131	256	250	127,5
		Растачивание $\varnothing 155,8$	2,0	0,5	131	267	250	122,3
		Расточить канавку $\varnothing 177$	7,2	0,3	90	161	160	88,9
		Расточить канавку $\varnothing 163$	3,6	0,3	90	175	160	81,9
15	Токарная (чистовая)	Обтачивание $\varnothing 194$	0,6	0,25	335,3	550	500	304,6
		Обтачивание $\varnothing 209$	0,6	0,25	335,3	510	500	328,1
20	Токарная (чистовая)	Обтачивание $\varnothing 250$	0,6	0,25	335,3	427	400	314,0
		Растачивание $\varnothing 184,6$	0,6	0,25	301,8	520	500	289,8
		Растачивание $\varnothing 178$	0,6	0,25	301,8	539	500	279,5
		Растачивание $\varnothing 163,75$	0,6	0,25	301,8	586	500	257,1
		Растачивание $\varnothing 157$	0,6	0,25	301,8	612	500	246,5
		Растачивание канавки $\varnothing 178$	0,5	0,15	240	429	400	223,5
		Растачивание канавки $\varnothing 164$	0,5	0,10	240	466	400	206,0
	Точить канавку $\varnothing 197/212$	0,5	0,10	240	360	315	209,6	

№ оп	Наименование оп.	Наименование перехода	припуск t , мм	подача, м/об	скорость резания, V_r , м/мин	Частота вращения шпинделя, n_r , об/мин	Частота вращения шпинделя $n_{пр}$, об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	Долбежная	Долбить зубья	5,9	0,3* 0,051**	45	592	560	42,5

Продолжение таблицы 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	Сверлиль- ная	Центровать Ø3,15	1,57	0,10	16	1617	1600	15,8
		Сверлить отв Ø9	4,5	0,25	30	1061	1000	28,2
		Сверлить Ø 5	2,5	0,15	32	2038	2000	31,4
		Сверлить Ø 13	6,5	0,30	29	710	630	25,7
		Зенкеровать Ø 13,6	0,3	0,50	26	608	630	26,9
		Развернуть Ø 13,9	0,1	0,7	12	274	250	10,9
		Нарезать резьбу M10	1,0	1,0	9	286	250	7,9
55	Внутришли- фовальная	Шлифовать Ø185	0,20	5400*** 0,005****	35	77	77	35
		Шлифовать торец	0,20	5400*** 0,006****	35	57	57	35
60	Координат- но-шлифо- вальная	Шлифовать Ø14	0,05	1000*** 0,004****	20 м/с	-	-	20 м/с

*-подача круговая (обката) в мм/дв.ход

**-подача радиальная (врезание) в мм/дв.ход

***-подача в мм/мин

****-подача на врезание в мм/ход стола

2.7.3 Определение норм времени на все операции

Норма времени определим, пользуясь [5]. Результаты в таблице 2.11

Таблица 2.11 - Нормы времени

№ оп	Наименование оп	То мин	Тв мин	Топ мин	Тоб.от мин	Тп-з мин	Тшт мин	n	Тшт-к мин
05	Токарная (черновая)	1,130	0,702	1,832	0,110	17	1,942	945	1,960
10	Токарная (черновая)	1,718	0,802	2,520	0,151	28	2,671	945	2,700
15	Токарная (чистовая)	0,904	0,758	1,662	0,079	17	1,741	945	1,759
20	Токарная (чистовая)	1,374	0,906	2,280	0,137	28	2,417	945	2,447
25	Зубодолбежная	3,384	0,614	3,998	0,240	32	4,238	945	4,272
30	Сверлильная	4,018	0,758	4,776	0,286	38	5,062	945	5,102
55	Внутришлифовальная	0,545	0,596	1,141	0,114	17	1,255	945	1,273
60	Координатно-шлифовальная	0,720	0,596	1,316	0,120	26	1,436	945	1,463

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На токарной операции 15 для закрепления детали применяется 3-х кулачковый клиновый патрон.

Основным недостатком данного патрона является низкая точность установки заготовки, т.к при зажиме торец заготовки может отходить от базового торца кулачка.

Поэтому основной задачей является проектирование нового клинового патрона с торцовым поджимом, в котором кулачки при зажиме заготовки подтягивают ее до торцовых опор, гарантированно прижимая к ним.

3.1.2 Расчет усилия резания

Для выполнения расчета приспособления необходимо определить силы резания возникающие при обработки, в нашем случае достаточно P_z .

Силу резания при точении определили в п. 2.7: $P_z = 197$ Н.

3.1.3 Расчет усилия зажима

При точении на обрабатываемую заготовку действуют силы: со стороны патрона действует сила которая удерживает заготовку, со стороны инструмента действует сила которая стремится повернуть заготовку. Поэтому при равенстве моментов указанных сил заготовка будет находиться в равновесии, учитывая, что условия резания могут изменяться в процессе обработки, в расчете необходимо добавить коэффициент запаса. Из этого условия определим требуемое усилие зажима. Схема приложения сил представлена на рисунке 3.1.

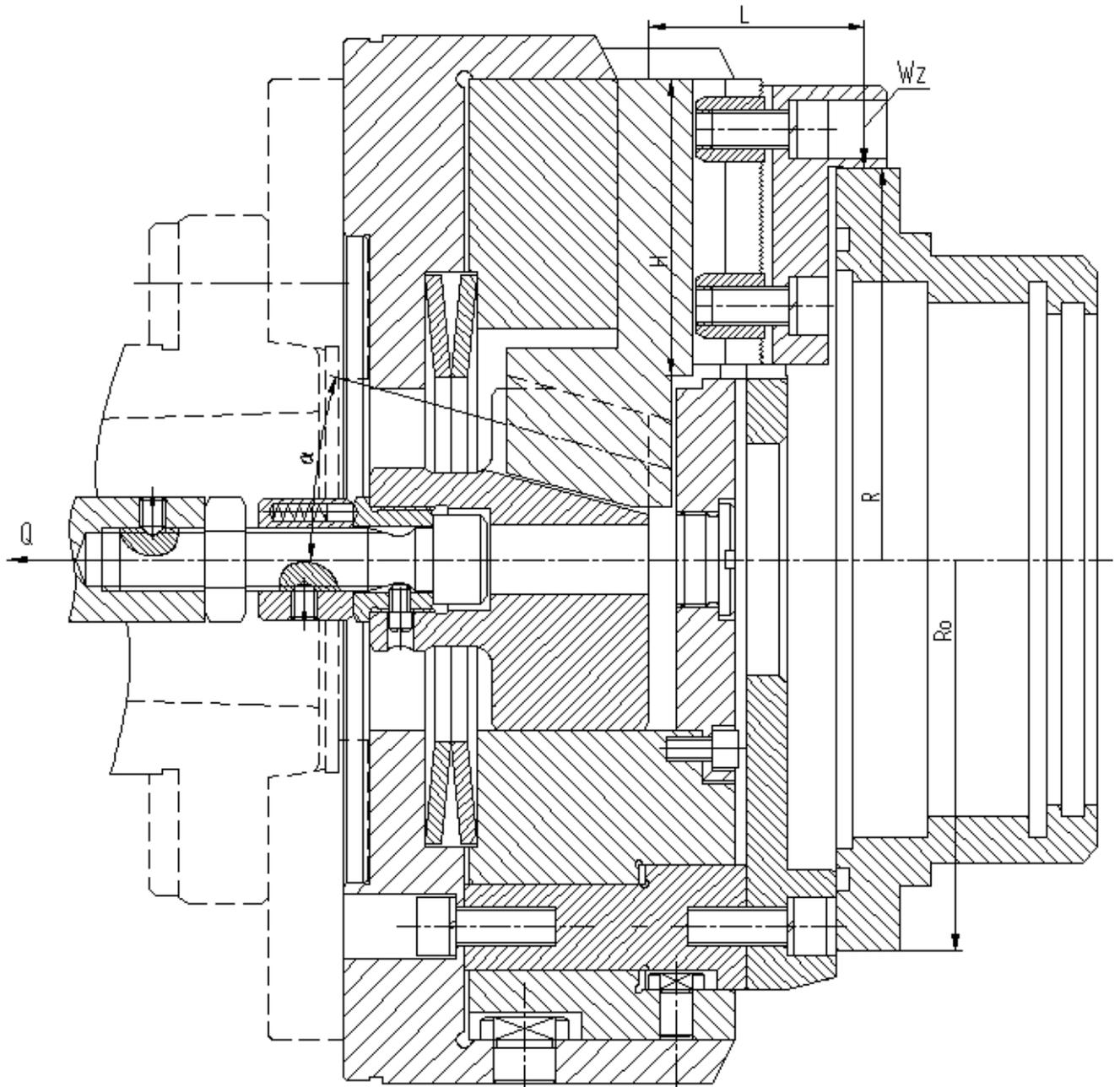


Рисунок 3.1- Схема приложения сил

Таким образом требуемая сила воздействия кулачков на деталь при точении определим [2, с.35]:

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

где K – к-нт обеспечивающий надежность закрепления;

P_z – сила резания направленная по касательной к обработанной поверхности,
Н;

R_0 – 1/2 диаметра обтачиваемой поверхности, мм

f – коэффициент учитывающий возникновение трения между поверхностью кулачков и заготовкой; $f = 0,3$;

R – 1/2 диаметра поверхности по которой происходит зажим заготовки, мм.

Определим коэффициент обеспечивающий надежность закрепления [18, с.382]:

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

где коэф-ты:

K_0 – базовый; $K_0 = 1.5$ [18, с.382];

K_1 – обеспечивающий учет увеличения силы при несанкционированном увеличении глубины резания; $K_1 = 1.0$

[18, с.382];

K_2 – обеспечивающий учет увеличения силы при изменении состояния режущих кромок РИ; $K_2 = 1.2$ [18, с.383];

K_3 – обеспечивающий изменение сил при непостоянной обработке; $K_3 = 1.2$ [18, с.383];

K_4 – учитывает стабильность силовых характеристик идущих от ЗМ приспособления; $K_4 = 1.0$ [18, с.383]

K_5 – учитывает удобство использования ручного зажимного механизма; $K_5 = 1.0$ [18, с.383];

K_6 – учитывающий обработку нестандартной заготовки; $K_6 = 1.0$ [18, с.384].

Тогда:

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

При $K < 2,6$, в расчете используем – $K = 2,5$

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 197 \cdot 251,2 / 22}{0,16 \cdot 251,2 / 2} = 3078 \text{ Н.}$$

Сила зажима которая прикладывается к постоянным кулачкам приспособления и на сменных кулачках не одинакова, последняя будет немного выше и определится по выражению:

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot \frac{L_K}{H_K}}; \quad (3.3)$$

где f_1 – коэффициент учитывающий препятствие при скольжении поверхности корпуса и постоянного кулачка; $f_1 = 0,1$;

L_K – расстояние от точки приложения силы сменного кулачка и его направляющих, мм; $L_K = 68$ мм;

H_K – размер поверхности обеспечивающей перемещение постоянного кулачка, мм; $H_K = 95$ мм.

$$W_1 = \frac{3078}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{68}{95}} = 3919 \text{ Н.}$$

Определяем требуемое усилие Q , которое должен создавать силовой привод, и которое передается через ЗМ на подкулачник. Для наихудшего случая при действии тарельчатых пружин

$$Q = (W_1 + P) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (3.4)$$

где P – усилие тарельчатых пружин сжатия;

α – угол скоса направляющих;

φ – угол трения.

$$Q = (3919 + 2000) \cdot \operatorname{tg}(15 + 5^{\circ}43') = 2238 \text{ Н.}$$

3.1.4 Выбор конструкции и расчет силового привода

Для обеспечения исходной силы требуется привод, он может быть пневматический или гидравлический, предпочтение следует отдавать первому. В условиях нашего проектирования примем пневмоцилиндр двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа.

Исходную силу на штоке определим по выражению:

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

где D – наружный размер поршня или внутренний размер цилиндра, мм

d – диаметр штока пневмоцилиндра, мм

p - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода

Приняв приближенно $d = 0.2D$, получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2(1 - 0.2^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.96 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.6)$$

Тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.96 \cdot p \cdot \eta}} = 1.15 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.7)$$

$$D = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2238}{0,4 \cdot 0,9}} = 90 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартный пневмоцилиндр, устанавливаемый на фланцевый конец шпинделя $D = 200$ мм.

Определим ход штока поршня $h_{ш}$ пневмоцилиндра, приняв его равным ходу клина S_k по формуле

$$h_{ш} = S_k = S_W \cdot i_{п}, \quad (3.8)$$

где $S_W = 2$ мм – ход кулачков;

$i_{п} = \text{ctg}\alpha$ - передаточное отношение зажимного механизма по перемещению.

$$i_{п} = \text{ctg}\alpha = \text{ctg}15^{\circ} = 3,73;$$

$$h_{ш} = 2.0 \cdot 3.73 = 7.46 \text{ мм}$$

Примем $h_{ш} = 8$ мм

3.1.5 Расчет суммарных погрешностей приспособления

Погрешность базирования при установке заготовки в самоцентрирующем клиновом патроне $\varepsilon_B = 0$ - т.к. измерительная и технологическая базы совпадают;

Погрешность установки заготовки в приспособлении $\varepsilon_y = 0$, т.к. рабочие поверхности кулачков патрона и торцовые опоры обрабатываются в сборе.

3.1.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Приспособление состоит из клино-плунжерного самоцентрирующего 3-х кулачкового патрона с установкой заготовки по наружной поверхности в кулачках и пневмопривода.

Патрон располагается на переднем конце шпинделя и крепится винтами 37 с шайбами 48.

Конструкция приспособления включает корпус 12, в отверстии которого на тарельчатых пружинах 22 с помощью стойки 23 установлена втулка 6. Стойка 22 крепится к корпусу 12 винтами 35 с шайбами 47. Под действием тарельчатых пружин 22 у втулки есть возможность перемещения в корпусе 12 на величину поджима 0,5 мм.

Фиксация втулки 6 от проворота, обеспечивается шпонкой 27.

В конструкции втулки предусмотрены направляющие Т-вида, в которых располагаются подкулачники 17. К ним через сухари 24 винтами 34 и шайбы 47 крепятся сменные кулачки 15.

Пневмоцилиндр и патрон соединены между собой тягой 25.

Конструкция пневмоцилиндра включает корпус 11, в котором установлена крышка 14. В пневмоцилиндре располагается поршень 18, который крепится к штоку 28. В штоке предусмотрена втулка 5 с кольцами 9 и 10. В отверстие втулки 5 входит трубка муфты 1 для подвода воздуха.

Муфта 1 установлена в корпусе 11 с помощью гайки.

Исключение ударных нагрузок при работе пневмоцилиндра обеспечивается с помощью демпфера 7 установленных на поршне.

Пневмоцилиндр крепиться на заднем конце шпинделя, болтами 30 с шайба-

ми 47.

Приспособление работает следующим образом:

При подаче воздуха в левую полость цилиндра клин 8 отходит влево, подкулачники 17 скользят по наклонному пазу к центру, кулачки 15, закрепляют заготовку.

При подаче воздуха в правую полость клин 8 отходит влево, подкулачники 17 скользят по наклонному пазу от центра и кулачки 15 расходятся, освобождая заготовку.

3.2 Проектирование режущего инструмента

3.2.1 Анализ конструкции базового инструмента. Цели проектирования

Для выполнения токарных операций используются инструменты с механическим креплением режущих пластин.

Недостатками таких резцов являются недостаточная производительность вследствие низкой надежности закрепления режущей пластины, большое время замены пластины.

3.2.2 Проектирование и расчет резца

Учитывая недостатки базового инструмента, применим резец с конструкцией крепления пластины сокращающий влияние этих недостатков.

3.2.2.1 для контурного точения будем использовать проходной резец. Трехгранная пластина позволит обеспечить главный угол в плане $\varphi = 97^{\circ}$, передний угол $\gamma = 10^{\circ}$, задний угол $\alpha = 5^{\circ}$ - определяются конструкцией пластины

3.2.2.2 Материал державки – сталь 40X (твердость 40...45 HRCэ, оксидировать), материал режущей части пластины - твердый сплав Т5К10, винт - сталь 45 (головку винта термообработать до 32...37 HRCэ)

3.2.2.4 Технические требования на резец принимаем по ГОСТ 266613-85.

3.2.2.5 Описание конструкции резца.

Применяемый инструмент - резец токарный сборный с механическим креплением пластины 5 содержит державку 4, в резьбовые отверстия которой завинчены винт 2 и болт 1, которые служат для регулировки положения резца.

Сферическая головка винта 3 позволяет правильно прижать пластину 5 и подкладку 6. Ось винта 3 наклонена под углом 10° к оси пластины.

3.2.2.6 Конструкция резца представлена на сборочном чертеже графической части.

3.2.3 Проверочный расчет на прочность

3.2.3.1 Определяем изгибающий момент:

3.2.3.1.1 Вылет резца принимаем равным

$$l = 1,25 H = 1,25 \times 25 = 31 \text{ мм.} \quad (3.9)$$

3.2.3.1.2 Рассчитываем силу P_z :

По предыдущим расчетам $P_z = 197 \text{ Н}$

3.2.3.1.3 Определяем изгибающий момент

$$M_{из} = P_z \cdot l = 197 \cdot 31 = 6107 \text{ Н}\cdot\text{м.} \quad (3.10)$$

3.2.3.2 Определяем момент сопротивления изгибу

$$W_{из} = B^3/6 = 25^3/6 = 2604 \text{ мм}^3. \quad (3.11)$$

3.2.3.3 Напряжения изгиба, возникающие в державке резца:

$$\sigma_{из} = M_{из} / W_{из} = 6107/2604 = 2,3 \text{ МПа.} \quad (3.12)$$

3.2.3.4 Для изготовления корпуса принимаем сталь марки 40Х с механическими свойствами $\sigma_b = 900$ МПа, $\sigma_T = 700$ МПа.

3.2.3.5 Допускаемое напряжение на изгиб:

$$[\sigma_{изг}] = 700 \cdot 0,48 = 336 \text{ МПа} > \sigma_{изг} = 2,3 \text{ МПа}$$

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

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

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Заготовительная операция	Кузнец-штамповщик	Пресс КГШП	Металл
2	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ АС16К25Ф3/1500	Металл, СОЖ
3	Зубодолбление	Зубодолбежная операция	Зуборезчик	Зубодолбежный п/а 5140	Металл, СОЖ
4	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н	Металл, СОЖ
5	Внутреннее шлифование	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Торцевнутришлифовальный п/а 3К2278В	Металл, СОЖ
6	Координатное шлифование	Координатно-шлифовальная операция	Оператор станка с ЧПУ	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

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

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
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)	Токарный с ЧПУ АС16К25Ф3/1500
3	Фрезерная операция Зубодолбежная 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)	Горизонтальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н Зубодолбежный п/а 5140
4	Внутришлифовальная операция Координатно-шлифовальная 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)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4

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	2	3	4
1	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Ограждение оборудования	Краги для металлурга
2	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная, очки защитные
3	Подвижные части производственного оборудования; передвижающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные
4	Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль)	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
5	Токсические, раздражающие (СОЖ)	Применение приточно-вытяжной вентиляции, ограждение оборудования, защитный экран	Респиратор, перчатки

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
6	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания	Беруши, наушники

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

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

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

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

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

б) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

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

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

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- 1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;
- 2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;
- 3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;
- 5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Кузнечный участок	Пресс КГШП	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок лезвийной обработки	Токарный станок с ЧПУ АС16К25Ф3/1500 Горизонтальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н Зубодолбежный п/а 5140	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
2	Участок абразивной обработки	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	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

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приводятся в таблице 4.5

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

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

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

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

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Сверлильная операция Горизонтальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н	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 недопущенных 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.)
Сверлильная операция	Горизонтальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты, СОЖ	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).

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

Наименование технического объекта	Сверление
1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «сухих» механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидро-	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения

сферу	
-------	--

Продолжение таблицы 4.8

1	2
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 муфты привода пресса, 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 муфты привода пресса, 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.

Для выполнения данного раздела, будем использовать описанные условия и рассчитанные параметры технологического процесса изготовления детали «Муфта привода пресса». Особый интерес из этой информации для экономической эффективности работы представляют изменения, а точнее отличия между сравниваемыми вариантами. Поэтому считаем необходимым указать только эти изменения, которые, в конечном счете, и позволят сделать вывод о целесообразности описанных изменений. Краткое описание сравнений по вариантам представлено в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика вариантов ТП

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p><u>Операции 060 – Координатно-расточная</u> На операции производится тонкое растачивание отверстия Ø10 мм.</p> <p><u>Оборудование</u> – координатно-расточной станок с ЧПУ 2Д450АФ2.</p> <p><u>Оснастка</u> – специальное самоцентрирующее приспособление</p> <p><u>Инструмент</u> – резец расточной, пластина Т30К4</p>	<p><u>Операции 060 – Координатно-шлифовальная</u> На операции производится координатное шлифование отверстия Ø10 мм.</p> <p><u>Оборудование</u> – координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 32К84СФ4.</p> <p><u>Оснастка</u> – специальное самоцентрирующее приспособление</p> <p><u>Инструмент</u> – головка шлифовальная АW 8×10×4 91AF46L9VA ГОСТ Р 52781-2007</p>
<p>Масса детали М = 7,5 кг.</p> <p>Масса заготовки (штамповка) Мз = 11,7 кг</p> <p>Материал – сталь 40Х ГОСТ 4543-71</p>	
<p>Тип производства – среднесерийный</p> <p>Условия труда – нормальные.</p> <p>Форма оплата труда – повременно-премиальная.</p>	

Кроме представленных сравнительных параметров, для экономического обоснования нам понадобятся программа выпуска и трудоемкость выполнения операций, которые представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Краткое описание дополнительных исходных данных для экономического обоснования по сравниваемым вариантам

№	Показатели	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базовый	Проектный
1	Годовая программа выпуска	$P_G, \text{шт.}$	10000	10000
2	Норма штучного времени, в том числе и машинное время	$T_{\text{шт}}, \text{мин.}$	3,441	1,463
		$T_{\text{маш}}, \text{мин.}$	2,3	0,72

С учетом представленных изменений необходимо экономически обосновать целесообразность их внедрения, для этого, применяя методику «Экономического обоснования совершенствования технологического процесса механической обработки» [10], последовательно определим: капитальные вложения, полную себестоимость и экономическую эффективность.

Все экономические значения для проведения необходимых расчетов были получены на кафедре «Управление инновациями и маркетинг» от консультанта раздела.

Далее, применения программного обеспечение Microsoft Excel и имеющиеся данные, были получены следующие значения:

- капитальные вложения в проектируемый вариант, учитывающие приобретение нового оборудования, замену оснастки и инструмента, затраты на проектирование и многое другое, которые составляют $K_{\text{ВВ.ПР}} = 285907,4$ руб. Они учитывают только вложения применительно к заданной программе выпуска;

- полная себестоимость выполнения рассматриваемых операций по вариантам: $C_{\text{ПОЛН(БАЗ)}} = 42,26$ руб., $C_{\text{ПОЛН(ПР)}} = 27,76$ руб. Представленные значения не учитывают затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию, ни матери-

ал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Все вышеперечисленное, является достаточным материалом для проведения завершающего этапа – экономического обоснования. Согласно представленной ранее методике [10] выполним этот этап по следующему алгоритму:

$$\Pi_{\text{р.о.ж}} = \mathcal{E}_{\text{уг}} = (C_{\text{пол(аз)}} - C_{\text{пол(пр)}}) \cdot \Pi_{\text{г}} \quad (5.1)$$

$$\Pi_{\text{р.о.ж}} = \mathcal{E}_{\text{уг}} = (2,26 - 27,76) \cdot 10000 = 145000 \text{ руб.}$$

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

$$H_{\text{приб}} = 145000 \cdot 0,2 = 29000 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{р.чист}} = \Pi_{\text{р.о.ж}} - H_{\text{приб}} \quad (5.3)$$

$$\Pi_{\text{р.чист}} = 145000 - 29000 = 116000 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{ок.расч}} = \frac{K_{\text{вв.пр}}}{\Pi_{\text{р.чист}}} + 1, \quad (5.4)$$

$$T_{\text{ок.расч}} = \frac{285907,4}{116000} + 1 = 3,465 = 4 \text{ года}$$

$$D_{\text{диск.общ}} = \Pi_{\text{р.чист.диск}}(T) = \sum_1^T \Pi_{\text{р.чист}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (5.5)$$

$$D_{\text{диск.общ}} = \Pi_{\text{р.чист.диск}}(T) = 116000 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} \right) = 331296 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД} = D_{\text{общ.диск}} - K_{\text{вв.пр}} \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИИТ}} = \text{ЧДД} = 331296 - 285907,4 = 45388,6 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{331296}{285907,4} = 1,16 \text{ руб./руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операциям 060 технологического процесса изготовления детали «Муфта привода пресса». В результате чего предприятие имеет возможность получить дополнительную прибыль от снижения себестоимости, в размере 116000 руб., а также достичь экономического эффекта положительной величины – 45388,6 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- разработан технологический процесс обработки детали обеспечивающий производительность среднесерийного производства;
- разработана конструкция штамповки, определены припуски;
- Произведен выбор средств технологического оснащения соответствующий типу производства;
- применен многоцелевой горизонтальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н, что позволит обработать все отверстия детали с высокой точностью за один установ;
- спроектирован резец токарный для контурного точения с механическим креплением режущей пластины;
- спроектирован патрон клиновый с торцовым поджимом с автоматизированным приводом для токарной операции

Перечисленные усовершенствования позволили получить экономический эффект порядка 45388,6 рубля.

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 Горбачев, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбачев, 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 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 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

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация к чертежу станочного приспособления

Форм.	Зона	Лоз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.534.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.534.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.534.60.002	Винт	1	
		3	16.07.ТМ.534.60.003	Втулка	1	
		4	16.07.ТМ.534.60.004	Втулка	1	
		5	16.07.ТМ.534.60.005	Втулка	1	
		6	16.07.ТМ.534.60.006	Втулка	1	
		7	16.07.ТМ.534.60.007	Демпфер	1	
		8	16.07.ТМ.534.60.008	Клин	1	
		9	16.07.ТМ.534.60.009	Кольцо	3	
		10	16.07.ТМ.534.60.010	Кольцо	1	
		11	16.07.ТМ.534.60.011	Корпус	1	
		12	16.07.ТМ.534.60.012	Корпус патрона	1	
		13	16.07.ТМ.534.60.013	Крышка	1	
		14	16.07.ТМ.534.60.014	Крышка	1	
		15	16.07.ТМ.534.60.015	Кулачок	1	
				16.07.ТМ.534.60.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Калугин			Лит.	Лист
Прое.		Бобровский				Листов
						1
						3
Н. Контр.		Виткалов			ТГУ, гр. ТМбз-1101	
Утв.		Бобровский				

