

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
профиль «Технология машиностроения»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления оправки цанговой

Студент(ка)	<u>Зверев Дмитрий Александрович</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>Бобровский Александр Викторович</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>Горина Лариса Николаевна</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>Зубкова Наталья Викторовна</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>Виткалов Виталий Григорьевич</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой
к.т.н, доцент

_____ А.В. Бобровский
(личная подпись)

« _____ » _____ 2016 г.

Тольятти 2016

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 Зверев Дмитрий Александрович _____ гр. ТМбз-1101

1. Тема Технологический процесс изготовления оправки цанговой _____
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>Д.А. Зверев</i> <hr/> (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Технологический процесс изготовления оправки цанговой

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

В выпускной квалификационной работе представлен технологического процесса изготовления оправки

Предложено:

- получение заготовки методом штамповки на КГШП;
- применение станков с ЧПУ, автоматов и полуавтоматов;
- применение современного инструмента с износостойкими покрытиями;
- спроектирован токарный поводковый патрон с пневмоприводом;
- спроектировано сверло спиральное с повышенной стойкостью и улучшенной схемой резания.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 60 страниц, содержащей 20 таблиц, 6 рисунков, 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	10
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	11
1.4 Цели и задачи работы. Пути совершенствования	12
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.....	23
2.6 Выбор средств технологического оснащения	25
2.7 Проектирование технологических операций.....	27
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	32
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	32
3.2 Проектирование режущего инструмента	39
4 Безопасность и экологичность технического объекта	44
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	44
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	45
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	45
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)	46
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	50

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	51
5 Экономическая эффективность работы.....	53
Заключение.....	57
Список используемой литературы.....	58
Приложения.....	60

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Основным направлением развития машиностроения является задача повышение производительности выпуска продукции, а добиться этого возможно применением металлорежущих станков с ЧПУ, особенно с автоматической загрузкой заготовок и сменой инструмента. При этом технический уровень и качество выпускаемых машин, их надежность и долговечность должны быть значительно повышены.

При проведении подготовки производства необходимо повышать не только применение компьютерных технологий, а качество и уровень технической проработки применяемых технических решений.

Развитие машиностроения неразрывно связано с большинством отраслей и не только промышленности.

В данной работе мы проводим разработку технологического процесса оправки. Эта деталь является базирующим элементом приспособления и отвечает за точность обработки детали, поэтому цель работы сформулирована следующим образом: разработка технологического процесса изготовления детали в условиях выбранного производства с минимальными затратами.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Данная деталь является оправкой, устанавливается в цанговом патроне и предназначена для установки сопрягаемых деталей и передачи крутящего момента со шпинделя на зажимаемую деталь.

На рисунке 1.1. приведен фрагмент узла.

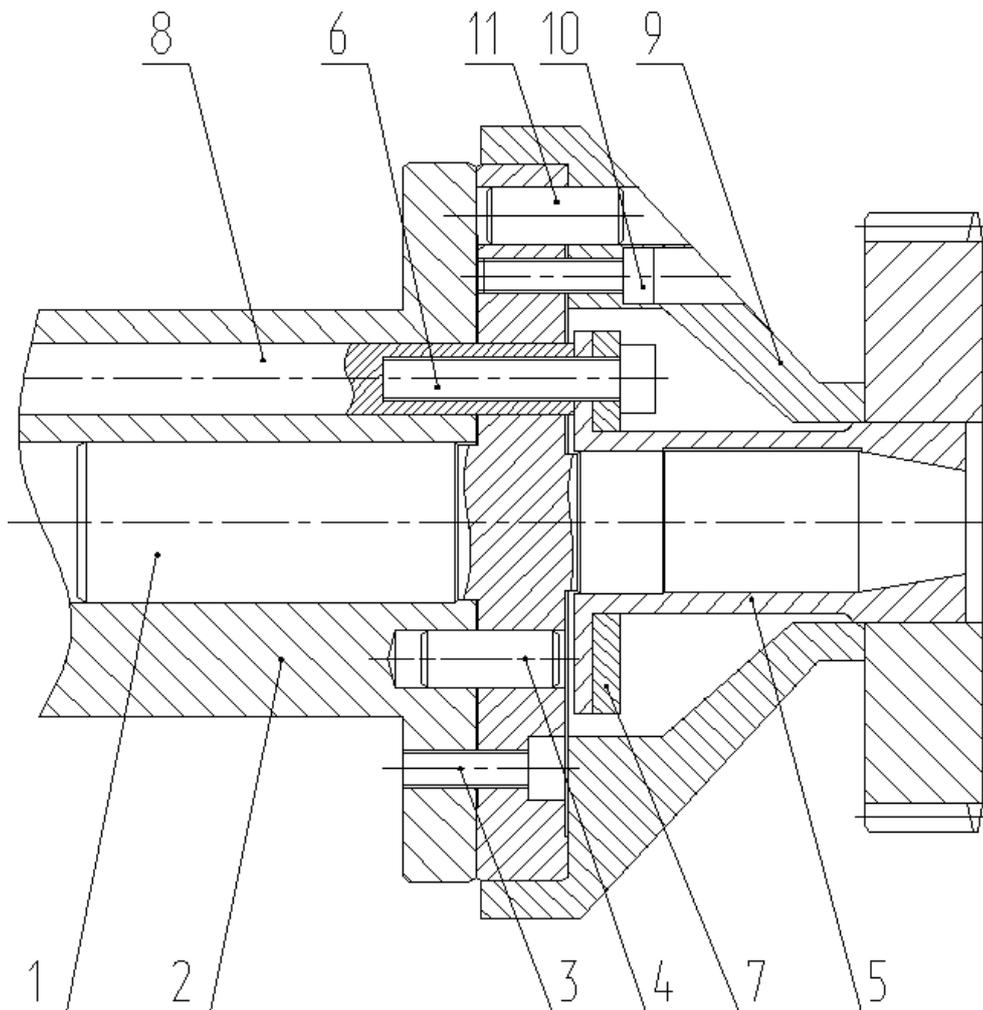


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла

Оправка 1 (рисунок 1.1) устанавливается в отверстие фланца 2 и крепится винтами 3 с штифтом 4.

На конус оправки 1 устанавливается цанга 5, крепящаяся с помощью винтов 6 и кольца 7 к толкателям 8.

Заготовка, устанавливаемая на цангу 5, торцом упирается в опору 9, которая с помощью винтов 10 и штифта 11 крепится к оправке 1.

1.1.2 Анализ материала детали

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

Материал оправки: сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71

Химический состав и механические свойства стали 19ХГН ГОСТ 4543-71 представлены в таблицах 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 19ХГН ГОСТ 4543-71

Элемент	углерод	сера	фосфор	хром	марганец	никель	молибден	кремний
		Не более						
Содержание	0.16-0.21	0.035	0.035	0,8-1,1	0,7-1,0	0,8-1,1	До 0,1	0.17-0.37

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 19ХГН ГОСТ 4543-71

σ_{02}	σ_B	δ_5	ψ	КСУ	НВ
МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	
930	1180	7	60	690	217

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Выполним классификацию поверхностей определив служебное назначение детали.

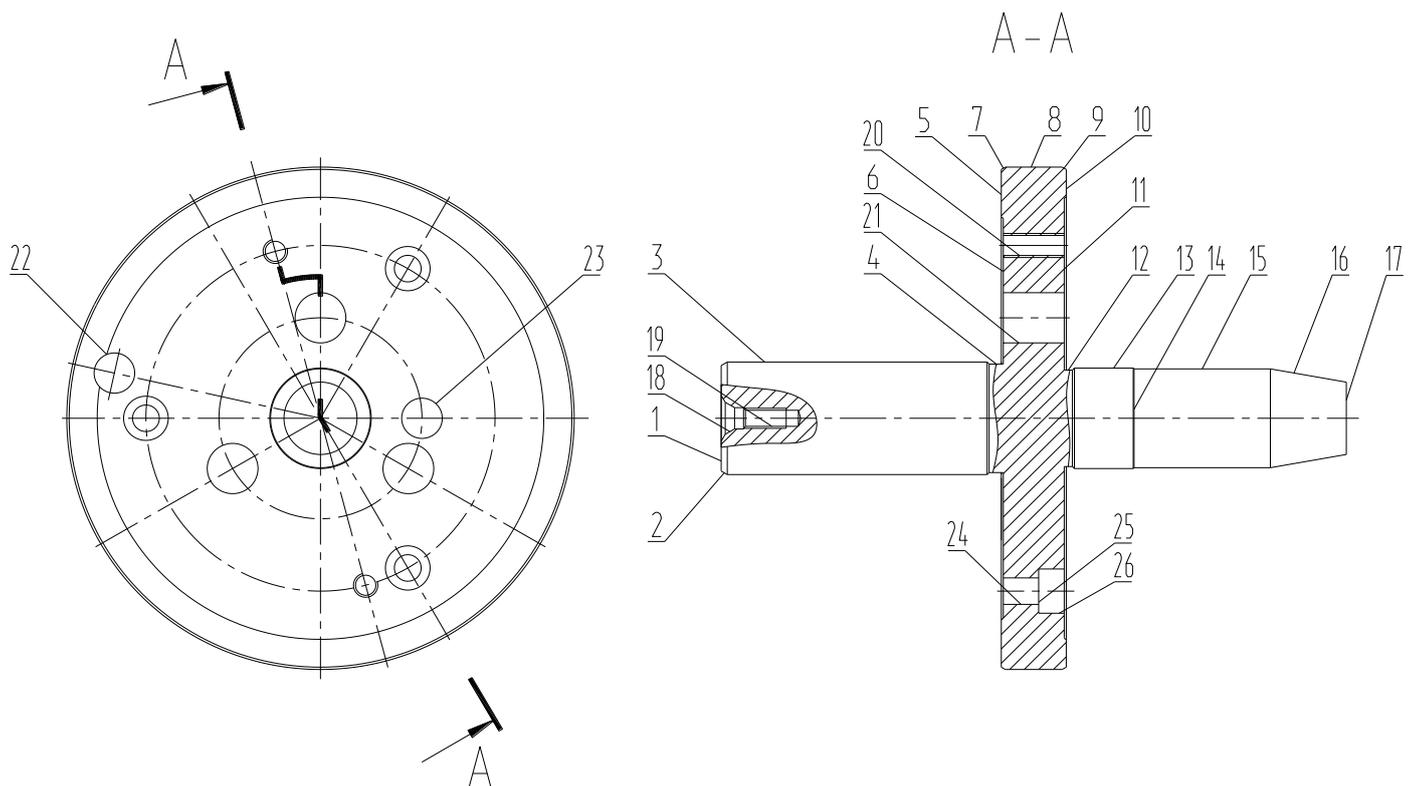


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей

К основным конструкторским базам относятся поверхности 3, 5, вспомогательные конструкторские базы - 19, 8, 10, 13, 20, 21, 22, 23, 24, 25; исполнительные поверхности – 16, остальные поверхности свободные.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Анализируя конструкцию детали, можно сказать, что все поверхности имеют необходимую шероховатость и требуемую по классификации точность. Все поверхности подвергнуты унификации, и можно сделать вывод о технологичности всей детали.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Таблица 1.3 - Характеристика базового техпроцесса

№ оп	операция	станок	Операционная оснастка	Применяемый металло-режущий инструмент	Тшт, мин
1	2	3	4	5	6
005	Штамповка				
010	Токарная	Универсальный 16К20	самоцентрирующий патрон	Резцы: проходной Т5К10, подрезной Т5К10, Центровочное сверло Р6М5	56
015	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон поводковый с центром. Центр вращающийся	Резец проходной Т15К6 Резец подрезной Т15К6 Резец канавочный Т15К6	28
020	Круглошлифовальная черновая	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	9
025	Круглошлифовальная черновая	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	3
030	Слесарная (разметочная)				4
035	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Р135	Приспособление специальное	Сверло спиральное Р6М5	4
040	Сверлильная	Сверлильно-фрезерно-расточной ИР800МФ4	Приспособление специальное	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5 Зенкер Р6М5 Развертка Р6М5 Цековка Р6М5	36
045	Слесарная			Метчик машинный Р6М5 Напильник, шлифшкурка	4
050	Моечная	КММ			1
055	Контрольная	Стол контрольный			
060	Термическая (цементация, закалка)				

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6
065	Токарная	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Сверло центровочное Р6М5	4
070	Круглошлифовальная получистовая	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	8
075	Круглошлифовальная получистовая	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	2,5
080	Координатно-шлифовальная	Координатно-шлифовальный п/а 3Б282	Приспособление специальное	Шлифовальный круг	6,0
085	Контрольная				
090	Круглошлифовальная чистовая	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	6
095	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон поводковый с центром. Центр упорный	Шлифовальный круг	2
100	Моечная	КММ			1
105	Контрольная				

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

Анализ базового ТП позволяет сформулировать ряд задач которые необходимо решить в процессе работы:

- 1) спроектировать штамповку;
- 2) центровые отверстия обработать на центровально-подрезной операции, что обеспечит большую точность и снизит штучное время;
- 3) токарную обработку производить на станках с ЧПУ при установке заготовки в центрах;
- 4) для обработки отверстий и резьб применить многоцелевой горизонтальный станок 2627ПМФ4
- 5) вместо правки центров применить центрошлифование. Это уменьшит штучное время, увеличит точность центров, уменьшит припуски на обработку;
- 6) спроектировать патрон токарный поводковый патрон с автоматизирован-

ным приводом для токарной операции;

7) спроектировать сверло спиральное;

8) провести анализ опасных и вредных факторов на участке;

9) провести экономический расчет.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Для определения типа производства воспользуемся упрощенной методикой [9, с. 24, табл. 31] при массе детали от 0,5 – 8,0 кг и годовой программе выпуска от 2000 - 35000 шт производство – среднесерийное.

2.2 Технико-экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

По материалу и виду детали, заготовка может быть получена:

- поковка или штамповка;
- прокат.

Определим параметры исходных заготовок.

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

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

$$M_{ш} = 1.93 \cdot 1.45 = 2.80 \text{ кг}$$

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 – С2 [8, с. 29].

Диаметр заготовки из проката определяется по формуле

$$d_{\text{пр}} = d_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 = 125 \cdot 1,05 = 131,3 \text{ мм} \quad (2.2)$$

Длина заготовки из проката определяется по формуле

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 = 154 \cdot 1,05 = 161,7 \text{ мм} \quad (2.3)$$

Объем заготовки из проката определяется по формуле

$$V = \pi \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot l_{\text{пр}} / 4 = 3,14 \cdot 135^2 \cdot 161,7 / 4 = 2313381 \text{ мм}^3 \quad (2.4)$$

Масса заготовки из проката определяется по формуле

$$M_{\text{пр}} = V \cdot \gamma = 2313381 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 18,16 \text{ кг} \quad (2.5)$$

Принимаем прокат обычной точности по ГОСТ 2590-2006

$$\text{Круг} \frac{135 - \text{В} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{19\text{ХГН} - \text{ГОСТ } 4543 - 71}$$

2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

Проведем экономическое сравнение двух вариантов получения заготовки, воспользовавшись методикой представленной [11, с. 24]

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

2.2.2.1 Вариант горячей штамповки

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

$$C_{\text{з}} = 11,2 \cdot 2,80 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,27 \cdot 1,0 = 39,81 \text{ руб}$$

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

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

$$C_{\text{мо}} = (2.80 - 1.93) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 17.37 \text{ руб}$$

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

$$C_{\text{отх}} = (M_{\text{ш}} - M_{\text{д}}) \cdot C_{\text{отх}}, \quad (2.9)$$

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

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

$$C_{\text{отх}} = (2.80 - 1.93) \cdot 0.4 = 0.35 \text{ руб}$$

$$C_{\text{д}} = 39.81 + 17.37 - 0.35 = 56.83 \text{ руб}$$

Стоимость изготовления детали с учетом коэффициента приведения цен к ценам 2016 г

$$S_{\text{дш}} = C_{\text{д}} \cdot K = 56,83 \cdot 2 = 113,66 \text{ руб} \quad (2.10)$$

2.2.2.2 Вариант заготовки из проката

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

где $C_{\text{мпр}}$ – стоимость материала 1 кг проката в руб/кг; $C_{\text{мпр}} = 13$ руб/кг

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

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

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]

$$T_o = 0,19 \cdot d_{пр}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.13)$$

где $d_{пр}$ – диаметр проката, мм

$$T_o = 0,19 \cdot 135^2 \cdot 10^{-3} = 3.46 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 3.46 \cdot 1,5 = 5.19 \text{ мин}$$

$$C_{оз} = 30,2 \cdot 5.19 / 60 = 2.61 \text{ руб}$$

Тогда

$$C_{пр} = C_{мпр} \cdot M_{пр} + C_{оз} = 13 \cdot 18.16 + 2.61 = 238.69 \text{ руб}$$

Стоимость механической обработки составит

$$C_{мо} = (M_{пр} - M_{д}) \cdot C_{уд} = (18.16 - 1.93) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 324.60 \text{ руб}$$

Стоимость отходов

$$C_{отх} = (18.16 - 1.93) \cdot 0.40 = 6.49 \text{ руб}$$

Тогда

$$C_{д} = C_{пр} + C_{мо} - C_{отх} = 238.69 + 324.60 - 6.49 = 556.80 \text{ руб}$$

Стоимость изготовления детали с учетом коэффициента приведения цен к ценам 2016 г

$$S_{д пр} = C_{д} \cdot K = 556,80 \cdot 2 = 1113,60 \text{ руб}$$

2.2.3 Сравнение вариантов исходных заготовок

КИМ определяется по формуле [11, с. 28]

$$K_{им} = M_d / M_3 \quad (2.14)$$

Для штамповки $K_{им} = 1.93/2.80 = 0.69$

Для проката $K_{им} = 1.93/18.16 = 0.11$

По полученным цифрам делаем вывод – штамповка выгодней.

Годовой экономический эффект, $\mathcal{E}_г$, руб, определяется по формуле

$$\mathcal{E}_г = (C_{д пр} - C_{д ш}) \cdot N_г, \quad (2.15)$$

где $N_г = 10000$ шт/год- количество выпускаемых деталей за год

$$\mathcal{E}_г = (1113,60 - 113,66) \cdot 10000 = 9999400 \text{ руб.}$$

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Проводим выбор методов обработки поверхностей с учетом коэффициента трудоемкости. Результаты выбора методов обработки приведены в таблице 2.1,

Таблица 2.1- Методы обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Точность IT	Шероховатость Ra, мкм	Твердость HRC	Маршруты обработки	Коэффициент трудоемкости
1	2	3	4	5	6
18	6	1,25	61	Ц – ТО – Шч	2,2
1,17	14	6,3	61	П – ТО	1,0
2,4,6,7,9,11,12,14	14	6,3	61	Т – Тч – ТО	2,2
15	11	6,3	61	Т – Тч – ТО	2,2
3,13,16	5	0,4	61	Т – Тч – Ш – ТО – Шч – Шт	6,3
5,8	6	0,8	61	Т – Тч – Ш – ТО – Шч	4,3

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
10	10	1,6	61	T – Tч – TO – Ш	3,1
19,20	10	6,3	61	C – Pз – TO	2,2
21	9	1,25	61	C – 3 – TO	2,0
24,25,26	14	6,3	61	C – TO	1,2
22	8	0,8	61	C – 3 – 3ч – PB – TO	3,4
23	7	0,8	61	C – 3 – 3ч – PB – TO	3,4

2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

2.4.1 Расчет операционных припусков и размеров расчетно-аналитическим методом

Заготовка выполнена штамповкой

Рассчитаем припуски на наиболее точную цилиндрическую поверхность - шейку $\varnothing 28h5(-0,009)$, воспользовавшись методикой [5], все данные для расчета взяты [5].

Таблица 2.2 - Расчет припуска

№ пер	операция	составляющие припуска, мкм			2Z min мкм	допуск Td/IT	размеры мм		припуски, мм	
		a	ρ^{i-1}	$\epsilon_{уст}^{i-1}$			d ⁱ min	d ⁱ max	2Z max	2Z min
1	Штамповать	360	705	-	-	1600 16	30,933	32,533	-	-
2	Точить начерно	100	42	400	2341	330 13	28,592	28,922	3,941	2,011
3	Точить начисто	50	28	24	297	84 10	28,295	28,379	0,627	0,213
4	Шлифовать начерно	30	14	16	164	33 8	28,131	28,164	0,248	0,131
5	Шлифовать начисто	20	7	8	92	13 6	28,039	28,052	0,125	0,079
6	Шлифовать тонко	7	4	0	48	9 5	27,991	28,000	0,061	0,039

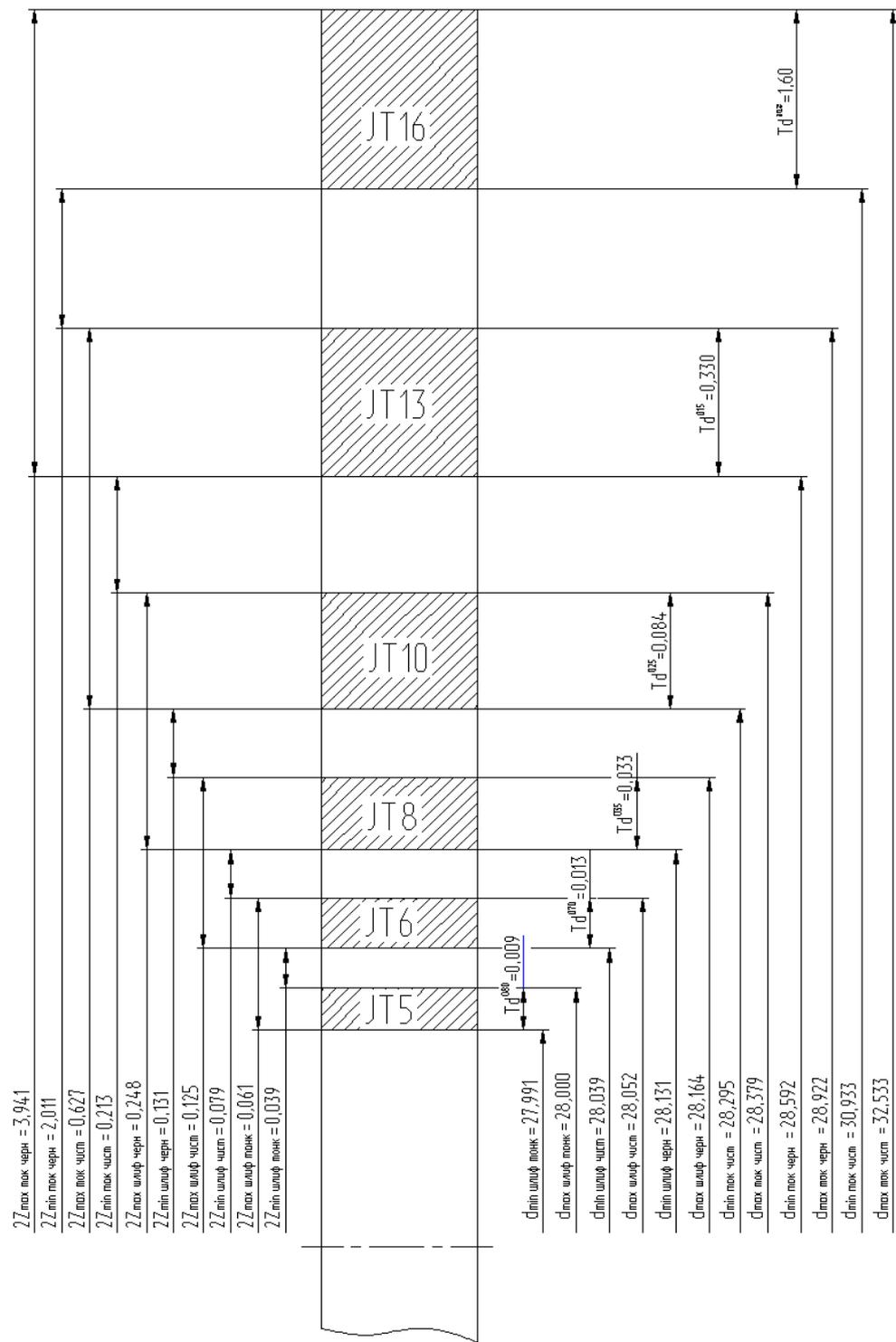


Рисунок 2.1- Схема припусков

2.4.2 Определение табличных припусков

Результаты определения припусков табличным методом приведены в таблице

2.3.

Таблица 2.3 - Припуски на обработку поверхностей оправки

№	Переход	№ поверхностей	Припуск на сторону, мм
010	Обтачивание предварительное	10,11,13,14,15,16	1,3
015	Обтачивание предварительное	3,5,6	1,4
020	Обтачивание окончательное	9-16	0,3
025	Обтачивание окончательное	2-8	0,3
030	Шлифование предварительное	10 16	0,10 0,11
035	Шлифование предварительное	3,5,8,13	0,11
070	Шлифование получистовое	3,5,8,13	0,06
075	Шлифование получистовое	16	0,06
080	Шлифование окончательное	3,13	0,03
085	Шлифование окончательное	16	0,03

2.4.3 Проектирование и расчет штампованной заготовки

Основные параметры заготовки принимаем по [8].

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Эскиз заготовки представлен на рисунке 2.2

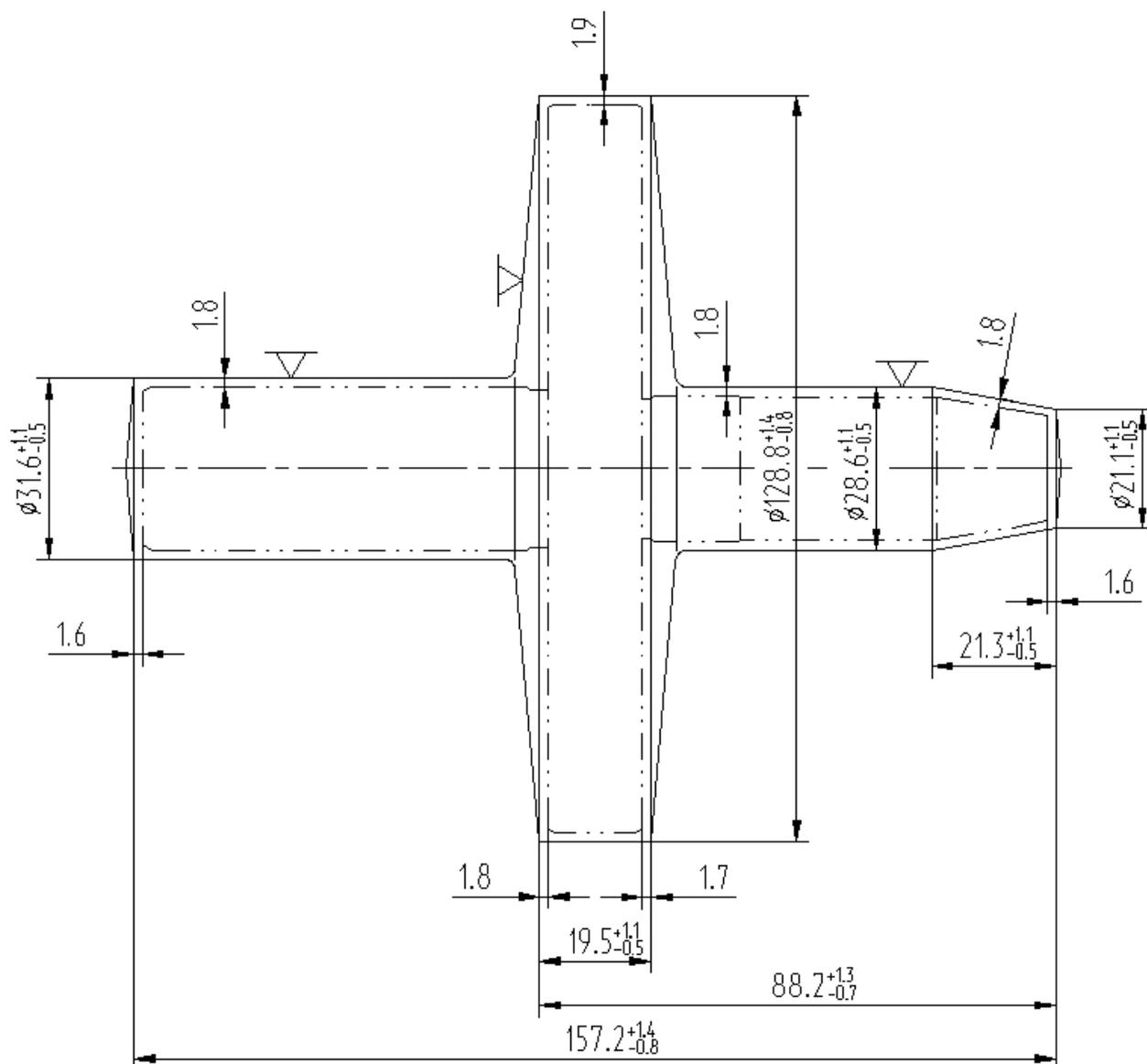


Рисунок 2.2 – Эскиз заготовки

Масса штамповки M_3 , кг

$$M_3 = V \cdot \gamma = 348832 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2,74 \text{ кг}$$

КИМ для заготовок полученной методом штамповки

$$\text{КИМ} = M_d / M_3 = 1,93 / 2,74 = 0,70$$

2.5 Разработка технологического маршрута

2.5.1 Разработка схем базирования

На первой операции механической обработки для подготовки чистовых баз будем использовать цилиндрические поверхности 3, 13 и торец 5.

На остальных операциях техпроцесса оправданно использование центровых отверстий.

2.5.2 Технологический маршрут обработки детали

Оформим маршрут в виде таблицы 2.4.

Таблица 2.4 - Технологический маршрут обработки детали.

№ оп.	Наименование операции	№ базовых поверх.	№ обраб. поверх.	Точность, качество	Ra, мкм	Оборудование
1	2	3	4	5	6	7
000	Заготовительная			16	40	КГШП
005	Центровально-подрезная	3,5,13	1,17 18	11 10	6,3 3,2	2A923
010	Токарная (черновая)	1,18	10,11,13,14, 15,16	13	12,5	ВСТ-625-21 CNC
015	Токарная (черновая)	17,18	3,5,6	13	12,5	ВСТ-625-21 CNC
020	Токарная (чистовая)	1,18	9-16	10	6,3	ВСТ-625-21 CNC
025	Токарная (чистовая)	17,18	2-8	10	6,3	ВСТ-625-21 CNC
030	Круглошлифовальная (черновая)	1,18	10 16	9 8	1,6 1,6	3Б153Т

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7
035	Круглошлифовальная (черновая)	17,18	3,5,8,13	8	1,6	3М151Ф2
040	Координатно-расточная	3,5	19,20 21 24,25,26 22 23	10 10 13 8 7	6,3 3,2 6,3 0,8 0,8	500Н
045	Слесарная					4407
050	Моечная					КММ
055	Контрольная					
060	Термическая					
065	Центрошлифовальная	3,5,3	18	6	1,25	ZS 2000
070	Круглошлифовальная (чистовая)	17,18	3,5,8,13	6	0,8	3М151Ф2
075	Круглошлифовальная (чистовая)	1,18	16	6	0,8	3Б153Т
080	Круглошлифовальная (тонкая)	17,18	3,13	5	0,4	3М151Ф2
085	Круглошлифовальная (тонкая)	3,5	16	5	0,4	3Б153Т
090	Моечная					КММ
095	Контрольная					

2.5.3 План обработки детали

При разработке плана обработки воспользуемся принципом постоянства баз, и оформим материалы в виде таблицы, в графической части работы.

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Проведем подбор станков и оснасти для обеспечения требуемой точности и производительности.

Таблица 2.5 - Выбор оборудования.

№	Станок
Наименование операции	
1	2
005 Центровально-подрезная	П/а для зацентровки и подрезки 2А923
010 015 Токарная (черновая)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC
020 025 Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC
030 Круглошлифовальная (черновая)	Торцевкруглошлифовальный п/а 3Б153Т
035 Круглошлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2
040 Координатно-расточная	Горизонтальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н
045 Слесарная	Оборудование для снятия заусенцев 4407
050 090 Моечная	Машина для автоматической мойки
065 Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок ZS 2000
070 Круглошлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2

Продолжение таблицы 2.5

1	2
075	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т
Круглошлифовальная (чистовая)	
080	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2
Круглошлифовальная (тонкая)	
085	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т
Круглошлифовальная (тонкая)	

Таблица 2.6 - Выбор приспособлений

№ операции	Приспособления
1	2
005	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66
Центровально-подрезная	
010	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71 Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75
015	
Токарная (черновая)	
025	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71 Центр вращающийся тип А ГОСТ 8742-75
030	
Токарная (чистовая)	
030	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71 Центр упорный ГОСТ 18259-72
035	
Круглошлифовальная (черновая)	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66
040	
Координатно-расточная	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66
065	
Центрошлифовальная	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71 Центр упорный ГОСТ 18259-72
070	
075	
Круглошлифовальная (чистовая)	Патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71
080	

№ операции	Приспособления
1	2
	Центр упорный ГОСТ 18259-72

Продолжение таблицы 2.6

1	2
Круглошлифовальная (тонкая)	Патрон мембранный ОСТ 3-3843-77
085	
Круглошлифовальная (тонкая)	

Таблица 2.7 - Выбор инструмента

Наименование операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
2	3	4
005	Пластина для подрезки ГОСТ 19052-80 Т5К10, покрытие TiCN-TiZrN-TiN.	Калибр-пробка ГОСТ14827-69
Центровально-подрезная	Сверло центровочное Ø4 тип В ГОСТ 14952-75 P6M5, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-79
010	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3-х гранная, Т5К10 $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	Шаблоны ГОСТ 2534-73
Токарная (черновая)		Калибр-скоба ГОСТ18355-73
015	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина Т15К6 $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ18355-73
020		Шаблон ГОСТ 2534-79
Токарная (чистовая)		
030	Круг шлифовальный 3 450x25x203, 3 450x10x203 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
Круглошлифовальная (черновая)		Шаблон ГОСТ 2534-79
035	Круг шлифовальный 1 450x20x203 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
Круглошлифовальная (черновая)		Шаблон ГОСТ 2534-79

Продолжение таблицы 2.7

2	3	4
040 Координатно-расточная	Сверла спиральные комбинированные Ø5,3/4,5; Ø5,5; Ø6,6/11 ОСТ 2И21-1-76 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C. Сверло Ø12, Ø9,3 Р6М5К5 ГОСТ 10902-77, покрытие (Ti, Cr)C. Зенкер цельный с коническим хвостовиком Ø9,7; Ø9,9 ГОСТ 12489-71 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C. Развертка машинная цельная с коническим хвостовиком Ø10 ГОСТ 1672-80 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C.	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69
065 Центрошлифовальная	Шлифовальная головка EW10x1 91A F60 L 9 V A ГОСТ 8027-86	Шаблон ГОСТ 2534-73
070 Круглошлифовальная (чистовая)	Круг шлифовальный 1 450x20x203 91A F60 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление мерительное с индикатором ГОСТ 5584-61
075 Круглошлифовальная (чистовая)	Круг шлифовальный 3 500x25x203 91A F60 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление мерительное с индикатором ГОСТ 5584-61
080 Круглошлифовальная (тонкая)	Круг шлифовальный 1 450x20x203 91A F90 O 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление мерительное с индикатором ГОСТ 5584-61
085 Круглошлифовальная (тонкая)	Круг шлифовальный 3 500x25x203 91A F90 O 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление мерительное с индикатором ГОСТ 5584-61

2.7 Проектирование технологических операций

2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом по методике А.Г. Кошиловой [17].

Результаты сведем в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 - Сводная таблица режимов резания.

№ оп	Наименование оп.	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка S , мм/об	Табличная скорость резания с учетом поправочных коэффициентов V_T , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости, /мин ⁻¹	Принятая частота вращения шпинделя n пр мин ⁻¹	Действительная скорость Резания V пр м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Центровальная	Центровать \varnothing 3,15	1,57	0,06	11	1112	745	7,4
		Подрезать торец 31,6	1,6	0,06	70	705	745	73,9
10	Токарная (черновая)	Точить \varnothing 26	1,3	0,4	80,5	986	1000	81,6
		Подрезать торец 26/128,8	2,0	0,4	80,5	199	200	80,8
15	Токарная (черновая)	Точить \varnothing 29	1,3	0,4	80,5	884	800	72,8
		Подрезать торец 29/126	2,0	0,4	80,5	203	200	79,1
20	Токарная (чистовая)	Точить \varnothing 25,4	0,3	0,25	205	2570	2000	159,5
		Подрезать торец 25,4/126	0,3	0,25	205	518	500	197,8
25	Токарная (чистовая)	Точить \varnothing 28,4	0,3	0,25	205	2298	2000	178,3
		Подрезать торец 28,4/125,4	0,3	0,25	205	520	500	196,9
30	Шлиф. (черновая)	Шлифовать конус \varnothing 24,6/18,18 и торец	0,11	1,3/0,35*	35	90	90	35
35	Шлиф. (черновая)	Шлифовать \varnothing 28,18	0,11	0,008* ²	35	390	390	35
		Шлифовать \varnothing 125,14	0,13	0,008* ²	35	90	90	35

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	Координатно-расточная	Сверлить Ø4,5/5,3	2,25	0,12	22	1321	1250	20,8
		Нарезать резьбу М5	0,5	0,5	8	509	500	7,9
		Сверлить Ø5,5	2,75	0,12	22	1273	1250	21,6
		Нарезать резьбу М6	0,5	0,5	8	424	400	7,5
		Сверлить Ø12	6,0	0,25	20	530	500	18,8
		Зенкеровать Ø12,5	0,25	0,5	18	458	400	15,7
		Сверлить Ø6,6/11	5,5	0,25	19	550	500	17,3
		Сверлить Ø9,3	4,65	0,25	18	616	630	19,4
		Зенкеровать Ø9,7	0,2	0,5	17	558	500	15,2
		Зенкеровать Ø9,9	0,1	0,3	20	643	630	19,6
		Развернуть Ø10	0,05	0,5	12	318	315	9,9
70	Шлифов. (чистовая)	Шлифовать Ø 28,06	0,06	0,005* ² 6	35	390	390	35
		Шлифовать Ø 125	0,07	0,008* ² 6	35	90	90	35
75	Шлифов. (чистовая)	Шлифовать конус Ø 24,6/18,06	0,06	1,0/0,25*	35	450	450	35
80	Шлифов. (тонкая)	Шлифовать Ø 28	0,03	0,003* ² 3	35	390	390	35
85	Шлифов. (тонкая)	Шлифовать конус Ø 24,6/18	0,03	0,7/0,15*	35	450	450	35

*- черновая/чистовая подача в мм/мин

*²-подача в мм/ход

2.7.2 Определение норм времени на все операции

Произведем расчет технических норм времени на все операции технологического процесса изготовления оправки по [5]. Результаты сведем в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 - Нормы времени

№	Наименование оп	То мин	Тв мин	Топ мин	Тоб.от мин	Тп-з мин	Тшт мин	п	Тшт-к мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	05Центровально- подрезная	0,313	0,610	0,923	0,055	23	0,978	236	1,075
2	10Токарная (черновая)	1,405	0,740	2,145	0,128	17	2,273	236	2,345
3	15Токарная (черновая)	1,672	0,703	2,375	0,142	17	2,517	236	2,589
4	20Токарная (чистовая)	0,562	0,869	1,431	0,086	17	1,517	236	1,589
5	25Токарная (чистовая)	0,620	0,766	1,386	0,083	17	1,469	236	1,541
6	30Круглошлифовал ьная(черновая)	0,320	0,507	0,827	0,121	24	0,948	236	1,050
7	35Круглошлифовал ьная(черновая)	0,942	0,559	1,501	0,196	24	1,697	236	1,799
8	40Координатно- расточная	3,115	1,391	4,506	0,270	48	4,776	236	4,979
9	65Центрошлифова льная	0,210	0,492	0,702	0,052	18	0,754	236	0,830
10	70Круглошлифовал ьная(чистовая)	0,891	0,691	1,582	0,139	24	1,721	236	1,822
11	75Круглошлифовал ьная(чистовая)	0,279	0,525	0,804	0,076	24	0,880	236	0,982
12	80Круглошлифовал ьная(тонкая)	0,822	0,758	1,580	0,189	24	1,769	236	1,871
13	85Круглошлифовал ьная(тонкая)	0,328	0,675	1,003	0,096	24	1,099	236	1,200

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

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

Основным недостатком данного патрона является: низкая точность установки заготовки из-за зазоров между центром и втулкой, большое время закрепления ручным винтовым зажимом.

Поэтому основной задачей является проектирование нового токарного рычажного патрона с упорным центром с большей точностью и надежностью закрепления. Вместо ручного зажима примем пневмопривод.

3.1.2 Расчет усилия резания

Дальнейший расчет проведем по силе резания P_z .

Она определена в п. разделе 2.7.1:

$$P_z = 1943 \text{ Н}$$

3.1.3 Расчет усилий закрепления заготовки

При взаимодействии технологической системы между ее звеньями возникает система сил: это сила от внедрения инструмента в заготовку и сила удержания заготовки установочными элементами приспособления. Для надежного удержания заготовки необходимо обеспечить равенство моментов создаваемых этими силами.

Для определения моментов изобразим точки приложения сил рисунок 3.1.

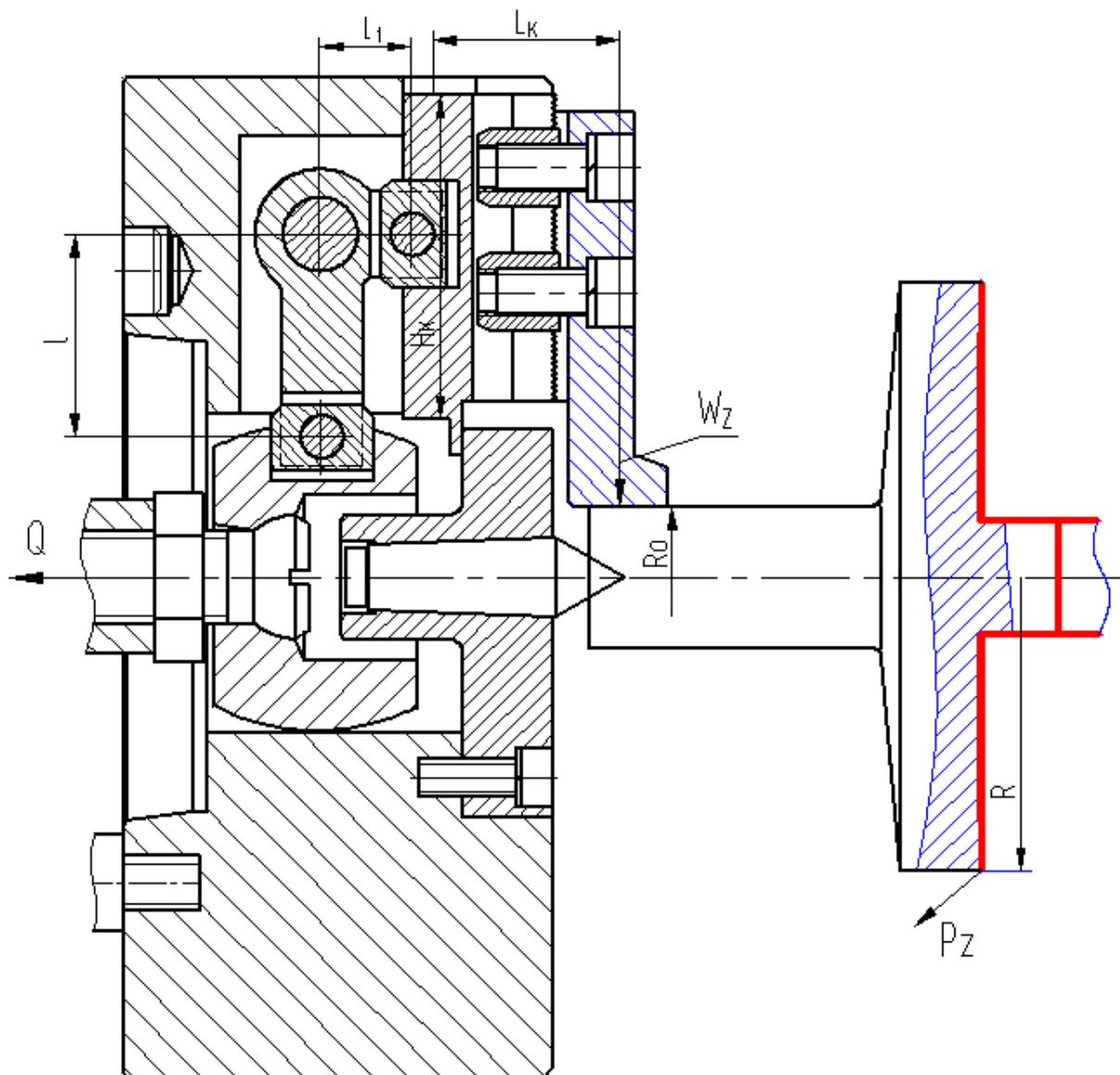


Рисунок 3.1 - Схема точек приложения сил

Общий момент от инструмента $M_{рез}$:

$$M_{рез} = P_z \cdot R, \quad (3.1)$$

где P_z – тангенциальная сила воздействия инструмента на заготовку, Н;
 R – размер поверхности, мм;

Определим $M_{тр}$:

$$M_{\text{тр}} = T \cdot R_0 = W_Z \cdot f \cdot R_0, \quad (3.2)$$

где T – суммарная сила возникающая от трения поверхностей между цангой и поверхностью заготовки, Н;

W_Z – сила удержания заготовки от всей поверхности цанги, Н;

f – при поверхности кулачков с кольцевыми канавками $f = 0,4$ [2, с. 153];

R_0 – размер поверхности воздействия кулачков, мм;

Для определения необходимого усилия воспользуемся определенными ранее моментами $M_{\text{рез}}$ и $M_{\text{тр}}$ и для повышения надежности учтем коэффициент запаса K по формуле :

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_o}{f \cdot R}, \quad (3.3)$$

где K - коэффициент для обеспечения надежности закрепления, он определяется [18, с.382]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.4)$$

где коэффициенты:

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

K_1 – изменение силы вследствие изменения глубины резания. $K_1 = 1,2$ [18, с.382];

K_2 – изменение силы при изменении состояния режущих кромок инструмента. $K_2 = 1,0$ [18, с.383];

K_3 – изменение силы при случайном или резком ее увеличении. $K_3 = 1,2$ [18, с.383];

K_4 – стабильность силы обеспечиваемой кулачками. $K_4 = 1,0$ [18, с.383];

K_5 – удобство использования приспособления; $K_5 = 1,0$ [18, с.383].

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

Если $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

$$W_z = \frac{2.5 \cdot 1943 \cdot 128.8 / 2}{0.4 \cdot 31.6 / 2} = 49497 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

Схема точек приложения сил представлена на рисунке 3.1.

Сила возникающая на постоянных кулачках W_1 , не постоянна и может увеличиваться в большую сторону по сравнению с силой на сменных кулачках W :

$$W_1 = K_1 \cdot \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot \frac{L_K}{H_K}} \quad (3.5)$$

где $K_1 = (1,05 \div 1,2)$ – коэффициент, оценивающий неучтенные ранее силы трения в механизмах приспособления. Принимаем $K_1 = 1,05$ [2, с.153]

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

L_K – размер от середины кулачка до корпуса, мм; $L_K = 50$ мм;

H_K – величина поверхности скольжения постоянного кулачка по корпусу, мм;
 $H_K = 85$ мм.

$$W_1 = 1.05 \cdot \frac{49497}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{50}{85}} = 63109 \text{ Н.}$$

На постоянный кулачек через рычажный ЗМ передается сила от привода по формуле (3.7):

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l} \quad (3.6)$$

где l_1, l – плечи рычага, мм

$$Q = 63109 \cdot \frac{18}{45} = 25244 \text{ Н.}$$

3.1.5 Расчет силового привода

Для создания исходной силы можно применить гидравлический или пневматический привод. Но предпочтение следует отдавать пневматическому приводу, в связи с этим принимаем пневмоцилиндр двустороннего действия с рабочим давлением 1,0 МПа.

Сила создаваемая приводом для выбранного привода [18, с. 449]:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (3.7)$$

где Q – исходная сила, Н

D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм

d – диаметр штока пневмоцилиндра, мм

p - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода

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

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 (1 - 0.25^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.9375 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.8)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.9375 \cdot p \cdot \eta}} = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.9)$$

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{25244}{1,0 \cdot 0,9}} = 195,9 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартное значение присоединяемого пневмоцилиндра с вращающейся муфтой для резьбового конца шпинделя станка ВСТ-625-21 CNC $D = 200$ мм.

Определим ход рычага в месте закрепления (ход кулачков):

$$S_{p(w)} = T + \Delta_{\text{ГАР}} + \frac{W}{J_p} + \Delta S_p + \Delta_{\text{Ш}} , \quad (3.10)$$

где T – отклонение для $\varnothing 31,6^{+1.1}_{-0.5}$ $T = 1.6$ мм

$\Delta_{\text{ГАР}} = 0.2 \dots 0.4$ мм), мм;

Δ_{\varnothing} - технологический зазор между гайкой и качающейся втулкой, для обеспечения самоустановки кулачков ($\Delta_{\varnothing} = 0,5 \dots 0,8$ мм), мм;

$$S_{p(w)} = 1,6 + 0,3 + \frac{63109}{4,0 \cdot 10^4} + 0,3 + 0,5 = 4,28 \text{ мм}$$

Принимаем с учетом запаса $S_{p(w)} = 4,3$ мм

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

$$S_{p(Q)} = S_{p(w)} \cdot i_{\text{П}} , \quad (3.11)$$

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

$$i_{\text{П}} = \frac{L_2}{L_1} , \quad (3.12)$$

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

$$S_{p(Q)} = 4,3 \cdot \frac{45}{18} = 10,7 \text{ мм}$$

Примем $S_{p(Q)} = 11$ мм

3.1.6 Расчет погрешности базирования

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

$$\varepsilon_B = 0,5 IT_{D_{ц}} \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{ц} , \quad (3.13)$$

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

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

$$\varepsilon_B = 0,5 \cdot 0,06 \cdot \operatorname{ctg} 30 = 0,05 \text{ мм}$$

Максимальный допуск на линейные размеры на токарной операции $T1 = 0.46 \text{ мм} < 0,07 \text{ мм}$, следовательно, приспособление обеспечивает заданную точность.

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

3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

По конструкции приспособление и силовой привод разделены и крепятся к шпинделю. На передний конец монтируется патрон и с помощью винтовых осей 34 с гайками 28 фиксируется. Конструкция патрона включает корпус 7, с направляющими для постоянных кулачков 13 к которым при помощи переходников 17 крепятся винтами с шайбами 23 и 36, установлены сменные кулачки 10. Центральная втулка 3 расположена в корпусе помощью осей 12 на рычаге 14. Рычаг 14 установлен в корпусе патрона на оси 11, которая фиксируется винтами 24, 26. К корпусу 7 винтами 21 крепится фланец 18 с установленным в нем центром 19.

Винт 2 с помощью втулки 4 соединен с тягой 15. Тяга 14 фиксируется на втулке 2 с помощью штифта 37.

Тяга 15 с помощью гайки 29 соединена со штоком-поршнем 20 пневмоцилиндра.

На тяге устанавливается кольцо 6, закрепленное винтом 27. Кольцо 6 служит для предотвращения биения тяги в отверстии шпинделя станка.

Пневмоцилиндр устанавливается на резьбовом конце шпинделя станка и

фиксируется с помощью винта 25.

Пневмоцилиндр содержит корпус 8, к которому винтами 22 с шайбами 35 установлена крышка 9. В пневмоцилиндре установлен шток-поршень 15. Через отверстие штока-поршня 15 проходит трубка муфты 1 для подвода воздуха.

Муфта 1 установлена в крышке 9 с помощью гайки.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 30,31,32,33.

Для предотвращения ударов штока-поршня о стенки корпуса 8 и крышки 9 на нем установлены демпферы 5.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается на центре 18 и поджимается задним центром. При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра шток-поршень 20 через тягу 15, втулку 4 и винт 2 тянет втулку 3 влево, рычаги 14 поворачиваются на оси 11, сдвигая подкулачники 13 с закрепленными на них сменными кулачками 10, которые зажимают заготовку. При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра шток-поршень 20 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

В базовом варианте применяется спиральное сверло из быстрорежущей стали с коническим хвостовиком по ГОСТ 10902-77 для обработки отверстия глубиной $l = 16$ мм. Диаметр сверла $d=9.3$ мм.

Основные недостатки сверла – плохой отвод стружки, низкая стойкость, неоптимальная форма режущей части.

3.2.2 Описание сущности усовершенствований

Конструкцию сверла примем на основании, авторского свидетельства РФ №1556872 автор Е.В. Скочко.

Сущность изобретения: Сверло имеет стружечные канавки противоположно направленные по отношению к направлению резания. На передних поверхностях выполнена подточка, приводящая к увеличению передних углов.

Цель – повышение стойкости. Подточка облегчает резание срединными частями главных режущих кромок и способствует лучшему отводу стружки.

3.2.3 Проектирование и расчет сверла

3.2.3.1 Определяем режим резания

Режимы резания рассчитаны в п. 2.7.

3.2.3.1.1 Глубина резания $t = 4,65$ мм.

3.2.3.1.2 Подача $S = 0,25$ мм/об .

3.2.3.1.3 Скорость резания $V = 19,4$ м/мин.

3.2.3.1.4 Частота вращения шпинделя $n = 630$ об/мин.

3.2.3.2 Расчёт сил резания

Крутящий момент определяется по формуле

$$M_{кр} = 10C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.14)$$

Осевая сила определяется по формуле

$$P_o = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.15)$$

где C_m, C_p - поправочные коэффициенты; $C_m = 0,0345$; $C_p = 68$ [17, с.281];

q, y , - показатели степени;

для крутящего момента $q = 2.0$, $y = 0.8$, [17, с.281];

для осевой силы $q = 1.0$, $y = 0.7$, [17, с.281];

K_p - поправочный коэффициент

$$K_p = K_{MP} \quad (3.16)$$

K_{MP} - поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [17, с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad (3.17)$$

где σ_B - предел прочности;

n - показатель степени; $n = 0.75$ [17, с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{1180}{750}\right)^{0.75} = 1.40;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 9,3^2 \cdot 0,25^{0,8} \cdot 1,40 = 13,8 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 9,3^{1,0} \cdot 0,25^{0,7} \cdot 1,40 = 3355 \text{ Н}$$

3.2.3.3 Определяем геометрические и конструктивные параметры режущей части сверла. По [13, с. 151, табл. 43] находим форму заточки: нормальная с подточкой поперечной кромки.

Угол наклона винтовой канавки $\omega = 30^\circ$.

Задний угол $\alpha = 12^\circ$.

Угол наклона поперечной кромки $\psi = 55^\circ$.

3.2.3.6 Шаг винтовой канавки

$$H = \frac{\pi D}{\text{tg}\omega} = \frac{3.14 \cdot 9.3}{\text{tg}30} = 50,5 \text{ мм} \quad (3.18)$$

3.2.3.7 Толщина d_c сердцевины сверла в зависимости от диаметра сверла:

$$d_c = (0,19-0,15)D = (0,19-0,15) \cdot 9,3 = 1,77-1,40 \text{ мм} \quad (3.19)$$

Принимаем толщину сердцевины у переднего конца сверла равной 1,6 мм.

Утолщение сердцевины, по направлению к хвостовику 1,4 - 1,8 мм на 100 мм длины рабочей части сверла, Принимаем это утолщение равным 1,6 мм.

$$Td = \frac{1}{3} \cdot TD = \frac{1}{3} \cdot 0,27 = 0,09 \text{ мм} \quad (3.20)$$

A - допуск на износ и перешлифовку сверла;

B – ожидаемая разбивка;

$$B = 0,45TD \quad (3.21)$$

$$B = 0,45 \cdot 0,27 = 0,12 \text{ мм}$$

$$d_{\text{нов}}^{\text{max}} = 9,57 - 0,12 = 9,45$$

$$d_{\text{нов}}^{\text{min}} = 9,45 - 0,09 = 9,36$$

В соответствии с ГОСТ 13779-77, устанавливающим допуски на исполнительный диаметр сверла, получим: $\varnothing 9,3^{+0,15}_{+0,06}$

3.2.3.12 Устанавливаем основные технические требования и допуски на размеры сверла (по СТ СЭВ 566 - 77 и ГОСТ 885- 77).

Допуск на общую длину и длину рабочей части сверла равен удвоенному допуску по качеству 14 с симметричным расположением предельных отклонений по ГОСТ 25347-82.

Предельные отклонения размеров конуса хвостовика устанавливаются по ГОСТ 2848-75 (степень точности АТ7).

Радиальное биение рабочей части сверла относительно оси хвостовика не

должно превышать 0,03 мм.

У рабочей части сверла HRC 64, у лапки хвостовика сверла HRC 38.

3.2.3.13 Выполняем рабочий чертеж

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 2А923	Металл, СОЖ
3	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Металл, СОЖ
4	Координатное растачивание, сверление	Координатно-расточная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н	Металл, СОЖ
5	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2	Металл, СОЖ
6	Центрошлифование	Центрошлифовальная операция	Шлифовщик	Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000	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 ВСТ-625-21 CNC
3	Центровально-подрезная операция Токарная операция Координатно-расточная 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 Горизонтальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500H
4	Круглошлифовальная операция Центрошлифовальная 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)	Торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2 Центрошлифовальный станок с ЧПУ ZS 2000

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе необходимо подобрать и обосновать используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора.

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

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

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

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объ-

ектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

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

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

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

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

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;

2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических устано-

вок, 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 BCT-625-21CNC 500H 3B153T 3M151Ф2 ZS 2000	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, внутр-ренние 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
Координатно-расточная операция Горизонтальный 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 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.)
Координатное растачивание, сверление	Горизонтальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н	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	Координатное растачивание, сверление
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 оправки цанговой, 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 оправки цанговой, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

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

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности техни-

ческого объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

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

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в работе технических решений.

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

Базовый вариант.

Операции 035 – Токарная (тонкая). $T_O = 2,357$ мин., $T_{ШТ} = 3,311$ мин.

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

Оснастка – поводковый патрон с центром.

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

Проектный вариант.

Операции 035– Круглошлифовальная (черновая). $T_O = 0,942$ мин., $T_{ШТ} = 1,799$ мин.

Оборудование – круглошлифовальный станок с ЧПУ, модель 3М151Ф2.

Оснастка – поводковый патрон с центром.

Инструмент – круг шлифовальный 1 450×20×205, 91AF46L9VA.

Дополнительными исходными данными являются:

- Деталь – оправка цанговая.
- Масса детали $M_D = 1,93$ кг.
- Масса заготовки (штамповка) – $M_3 = 2,74$ кг.
- Материал – сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71;
- Годовая программа $P_r = 10000$ шт./год

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

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

Чтобы определить перечисленные величины будем использовать программный пакет Microsoft Excel. Также для осуществления перечисленных действий применяется методика экономического обоснования инженерных решений [], 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: $K_{ВВ.ПР} = 360291,9$ 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 035. Согласно расчетам по применяемой методике составления калькуляции [10] были получены следующие значения: для базового варианта полная себестоимость составила 40,88 руб.; а для проектного варианта – 23,75 руб.

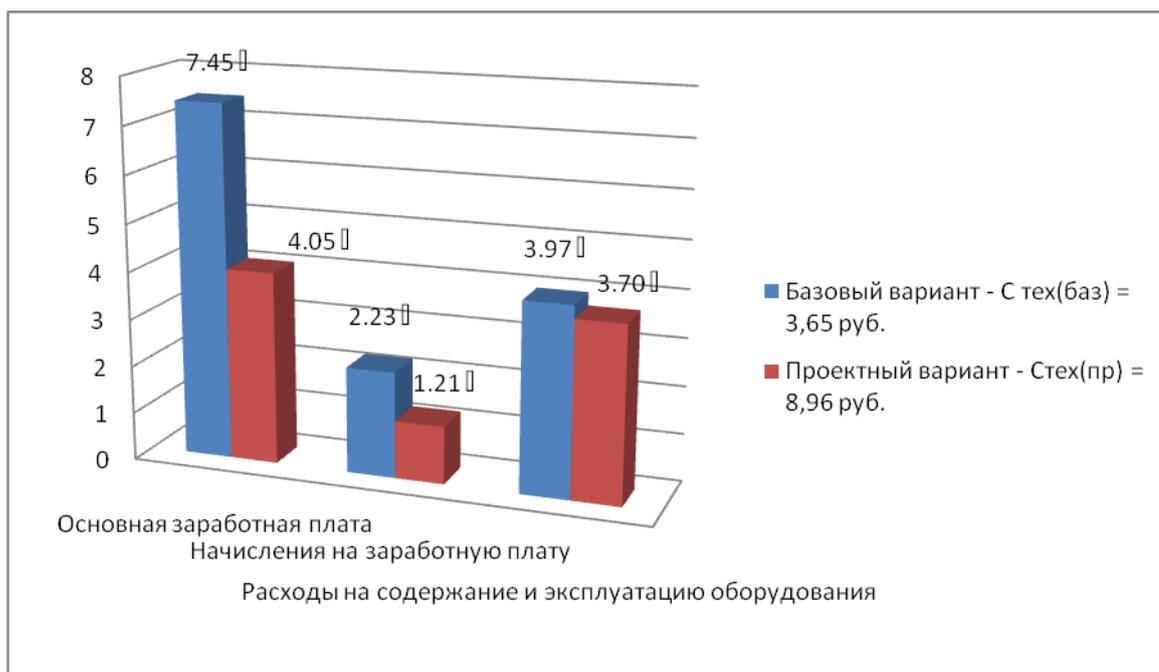


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения операций 035 по сравниваемым вариантам

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.

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

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (40,88 - 23,75) \cdot 10000 = 171300 \text{ руб.}$$

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

$$Н_{ПРИБ} = 171300 \cdot 0,2 = 34260 \text{ руб.}$$

$$П_{Р.ЧИСТ} = П_{Р.ОЖ} - Н_{ПРИБ} \quad (5.3)$$

$$П_{Р.ЧИСТ} = 171300 - 34260 = 137040 \text{ руб.}$$

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

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{360291,9}{137040} + 1 = 3,63 = 4 \text{ года}$$

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

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 137040 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} \right) =$$

$$= 434279,8 \text{ руб.}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 434279,8 - 360291,9 = 73987,9 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{434279,8}{360291,9} = 1,21 \text{ руб./руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операции 035 технологического процесса. В результате чего предприятие имеет возможность получения дополнительной чистой прибыли в размере 137040 руб. от снижения себестоимости. А также достичь экономического эффекта положительной величины 73987,9 руб., что окончательно подтверждает целесообразность внедрения предложенного инженерного решения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- разработан маршрут обработки и техпроцесс изготовления детали;
- разработана конструкция заготовки, полученная методом штамповки;
- применены станки обеспечивающие производительность для среднесерийного производства;
- применен современный инструмент с износостойкими покрытиями;
- спроектирован токарный поводковый патрон с пневмоприводом;
- спроектировано сверло спиральное с повышенной стойкостью и улучшенной схемой резания

Перечисленные усовершенствования позволили увеличить серийность и повысить качество деталей и наряду с этим получить экономический эффект составит 73987,9 тысяч 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 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.
- 12 Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

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

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

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

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

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

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

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта технологического процесса

Дубл.	Взам.	Подл.											3	8		
А			Обозначение документа							Тшт.						
цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Пз.	Тшт.	
Б			Код, наименование оборудования													
01Т	392195XXX-	резец-вставка	25x25	ОСТ 2.И. 10.1-83	T15K6;											
02Т	393120XXX-	шаблон	ГОСТ 9038-83;	393120XXX-	калибр-скоба	ГОСТ 2216-84										
03																
04А	XXXXXX	030	4131	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85											
05Б	38132XXX			3Б153Т		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	24	0,948
06О	Шлифовать пов, выдерж. разм. 1-3															
07О	Контроль исполнителем															
08Т	391810XXX-	шлифовальный	круг	3	450x10x203	91А F36	Р 4	VA	35	м/с	2	кл.	ГОСТ Р 52781-2007;			
09Т	391810XXX-	шлифовальный	круг	3	450x25x203	91А F36	Р 4	VA	35	м/с	2	кл.	ГОСТ Р 52781-2007;			
10Т	393120XXX-	шаблон	ГОСТ 9038-83;	393120XXX-	калибр-скоба	ГОСТ 2216-84										
11																
12А	XXXXXX	035	4131	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85											
13Б	38132XXX			3М151Ф2		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	24	1,697
14О	Шлифовать пов, выдерж. разм. 1-4															
15О	Контроль исполнителем															
16Т	391810XXX-	шлифовальный	круг	3	450x20x203	91А F36	Р 4	VA	35	м/с	2	кл.	ГОСТ Р 52781-2007;			
17Т	393120XXX-	шаблон	ГОСТ 9038-83;	393120XXX-	калибр-скоба	ГОСТ 2216-84										
18																
МК																

Дубл.	Бзам.	Любл.											4	8
А		Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа							
Б		Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Пз.	Тшт.
01А	XXXXXX	040	4121	Координатно-расточная	ИОТ И 37.101.71111-89									
02Б	391213XXX		2627ПМФ4	2	17335	411	1Р	1	1	1	236	1	48	4,776
03О	Сверлить отв., выдерж. разм. 1-4													
04О	Нарезать резьбу, выдерж. разм. 5-6													
05О	Сверлить отв., выдерж. разм. 7-10													
06О	Нарезать резьбу, выдерж. разм. 11-12													
07О	Сверлить отв., выдерж. разм. 13-16													
08О	Нарезать резьбу, выдерж. разм. 17,14-16													
09О	Сверлить отв., выдерж. разм. 17-19													
10О	Зенкеровать отв., выдерж. разм. 20,17,18													
11О	Сверлить отв., выдерж. разм. 21-26													
12О	Зенкеровать отв., выдерж. разм. 27,28,21-24													
13О	Зенкеровать отв., выдерж. разм. 29,30,21-24													
14О	Развернуть отв., выдерж. разм. 31													
15О	Развернуть отв., выдерж. разм. 32													
16О	Контроль исполнителем													
17Т	391267XXX- сверло спиральное комбинированное Ø5,3 Р6М5К5; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;													
18Т	391267XXX- сверло спиральное комбинированное Ø5,5Р6М5К5; калибр-пробка ГОСТ 2216-84;													
МК														

Дубл.																						
Взам.																						
Подп.																						
																					7	8
А		цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа														
Б		Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.						
010	Шлифовать пов, выдерж. разм. 1-2																					
020	Контроль исполнителем																					
03Т	391810XXX- шлифовальный круг 1 450x25x203 91А F60 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																					
04Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																					
05Т	393120XXX- приспособление контрольное с индикатором;																					
06																						
07А	XXXXXX	080	4131	Шлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85																		
08Б	38132XXX			3М151Ф2		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	24							1,769
09О	Шлифовать пов, выдерж. разм. 1-2																					
10О	Контроль исполнителем																					
11Т	391810XXX- шлифовальный круг 1 450x20x203 91А F90 О 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																					
12Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																					
13Т	393120XXX- приспособление контрольное с индикатором;																					
14																						
15А	XXXXXX	085	4131	Шлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85																		
16Б	38132XXX			3Б153Т		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	24							1,099
17О	Шлифовать пов, выдерж. разм. 1-2																					
18О	Контроль исполнителем																					
МК																						

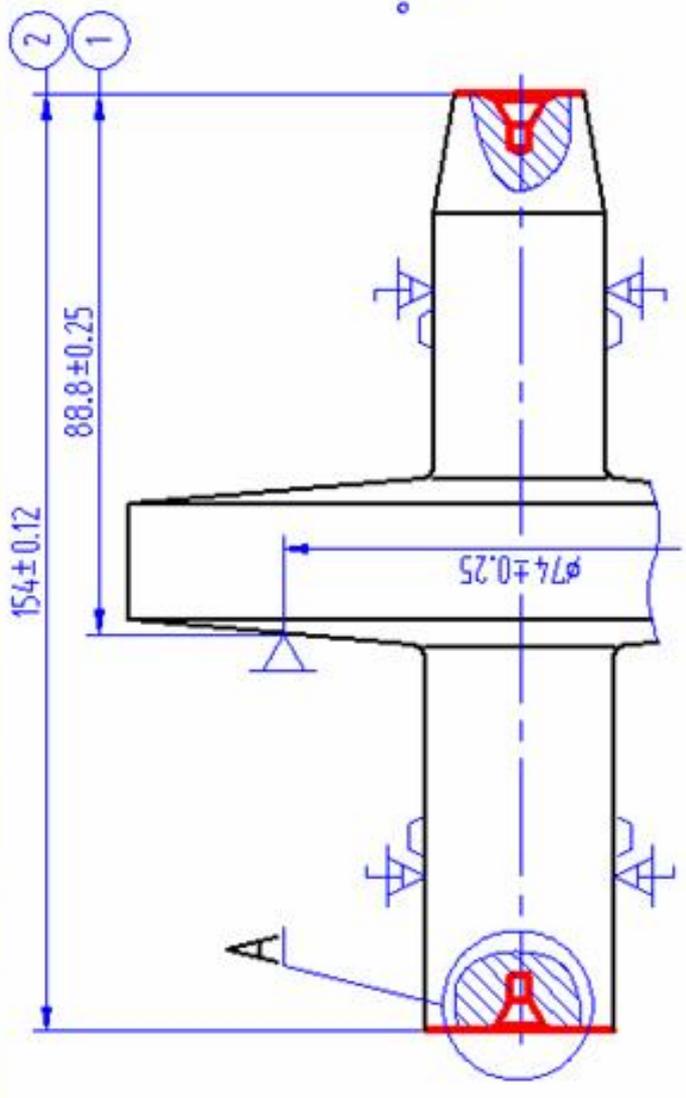
Дубл.	Бзам.	Подп.											8	8		
А	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
Б	Код, наименование оборудования															
01Т	391810XXX- шпифовальный круг 1 500x25x203 91А F90 О 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;															
02Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84															
03Т	393120XXX- приспособление контрольное с индикатором;															
04																
05А	XXXXXX 090 0130 Моечная															
06Б	375698XXX КММ															
07О	Промыть, обдуть сжатым воздухом															
08																
09А	XXXXXX 095 0200 Контрольная															
10Б	Окончательный контроль основных параметров															
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
МК																

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.							
Взам.							
Подп.							
Разраб.	Зверев	ТУ					
Проб.	Босровский						
Н.контр.	Виткалов	Оправка					
				Цех Уч. РМ			
				Дерр. 005			

$\sqrt{Ra6.3(\checkmark)}$



К3

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация к чертежу станочного приспособления

