

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт физики высоких технологий
Направление: 15.03.01 «Машиностроение»
Профиль подготовки: «Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов»
Кафедра физики высоких технологий в машиностроении

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства изготовления детали «Хвостовик» на станках с ЧПУ

УДК 621.9.06-529:621.81-229.211.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А31	Кучкоров Хушбахт Бахтиёрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	к.э.т.-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Раденков Т.А.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФВТМ	Псахье С.Г.	д.ф-м.н., профессор		

Томск-2017 г

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P7	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P8	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций
P11	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.
P12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.
P13	Готовность составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование), выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт физики высоких технологий
Направление 15.03.01 Машиностроение
Профиль подготовки Машины и технология высокоэффективных
процессов обработки материалов
Кафедра Физика высоких технологий в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой, д.ф-м.н.,
профессор
_____ С.Г.
Псахье
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4А31	Кучкоров Хушбахт Бахтиёрович

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали «Хвостовик» на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом ректора (дата, номер)	06.04.2017 №2360/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж; тип производства.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ технологичности. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного станочного приспособления.

Перечень графического материала	Чертеж изделия; технологические карты; карты наладки.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая часть Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Должиков В.П.
Социальная ответственность	
Название разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	6.02.2017
---	-----------

Задание выдал руководитель:

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4А31	Кучкоров Хушбахт Бахтиёрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа в размере 92 с., 11 рис., 27 табл., 11 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: расчёты, технологические процессы, припуск, приспособление, режим резания.

Объектом исследования является: деталь типа «Хвостовик».

Цель работы:– разработка технологической подготовки производства детали типа «Хвостовик».

В результате исследования был проведен анализ технологичности конструкции детали, спроектирован технологический процесс изготовления детали, подобраны средства технологического оснащения, инструменты, рассчитаны режимы резания, разработаны управляющие программы для станков с ЧПУ, а так же разработаны гибкий производственный модуль и специальное приспособление для одной из операций.

Степень внедрения: полученные результаты могут применяться в мелкосерийном производстве.

Область применения: машиностроение.

Содержание

Введение.....	7
1 Технологическая подготовка производства. Основные положения.....	8
2 Этапы подготовки производства детали «Хвостовика»	9
2.1 Анализ технологичности конструкции детали	10
2.3 Выбор исходной заготовки	12
2.4 Проектирование технологического маршрута.....	12
2.5 Расчет припусков на обработку.....	16
2.6. Выбор средств технологического оснащения.....	23
2.6.1 Выбор и расчет режимов резания.....	26
2.7. Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	29
2.8 Размерный анализ технологического процесса	30
2.9 Проектирования и выбор средств технологического оснащения	32
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	35
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований	36
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	36
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	37
3.1.3 SWOT-анализ.....	39
3.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	44
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	44
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	45
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	46
3.2.4 Бюджет научно-технического исследования	49
3.2.5 Расчет материальных затрат НТИ	49
3.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы	51
3.2.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	54
3.2.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	54
3.2.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	56
3.3 Определение ресурсоэффективности проекта	57
4 Социальная ответственность	59
4.1 Производственная безопасность	59
4.2 Экологическая безопасность.....	66

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	68
4.3.1 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара и разработка порядка действия в случае его возникновения.....	68
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69
4.4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности.....	69
4.4.2 Организационные вопросы обеспечения безопасности.....	70
Заключение	72
Список используемой литературы	73

Введение

Машиностроение – крупнейшая отрасль тяжелой промышленности. Ускорение темпов роста машиностроения говорит об уровне научно-технического прогресса во всей стране. Но во всей отрасли самым основным является механообработка. Использование в механообработке станков с числовым программным управлением (ЧПУ) улучшает технологическую подготовку производства детали. Технологический процесс необходим для обеспечения изготовления детали наивысшего качества и требуемого объема выпуска.

В наше время на производстве механообработка составляет 35-65%. Значительную часть механообработки составляет изготовления деталей машин. При проектировке технологического процесса, проектировщик сталкивается с определенными трудностями которые требуют определенного решения [7].

Объектом исследования является деталь типа «Хвостовик».

Предмет исследования – технологическая подготовка производства (ТПП) детали.

Целью данной работы является получение знаний и опыта в проектировании на примере детали типа «Хвостовик», а так же анализ конструкции детали, способы ее получения, проектирование технологических операций и т.д.

1 Технологическая подготовка производства. Основные положения

Технологическая подготовка производства представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих технологическую готовность предприятия к выпуску продукции необходимого качества при установленных сроках, объеме производства и затратах. Содержание и объем ТПП зависят от типа производства, конструкции и назначения изделия. Под технологической готовностью понимается наличие полного комплекта технологической документации и средств технологического оснащения, необходимых для производства новых изделий [1].

На стадии ТПП устанавливается, с помощью каких способов организации производства, а так же каких методов изготавливается данная деталь, с окончательной себестоимостью и эффективностью производства. Технологическая подготовка производства охватывает проектирование технологических процессов, а именно:

- выбор и расстановку оборудования на площади цеха;
- определение и проектирование специальной технологической оснастки;
- нормирование затрат труда, материалов, топлива и энергии [11].

Главной задачей ТПП является проектирование наиболее выгодных способов изготовления деталей для их выпуска в кратчайшие сроки с наименьшей себестоимостью.

ТПП включает в себя анализ технологичности конструкции детали, проектирование технологических процессов и технологического оснащения, расчет материальных и трудовых нормативов, а так же числа оборудования и производственных площадей.

Далее будут рассмотрены основные этапы производства детали типа «Хвостовик».

2 Этапы подготовки производства детали «Хвостовика»

В самом начале подготовки производства детали «Хвостовик» (рисунок 1) будет являться разработка маршрутной технологии, в которой будет расписана последовательность выполнения всех операций изготовления данной детали, а именно: токарная, токарная с ЧПУ, фрезерная операция, сверлильная, термическая, круглошлифовальная, операция консервации и контрольная.

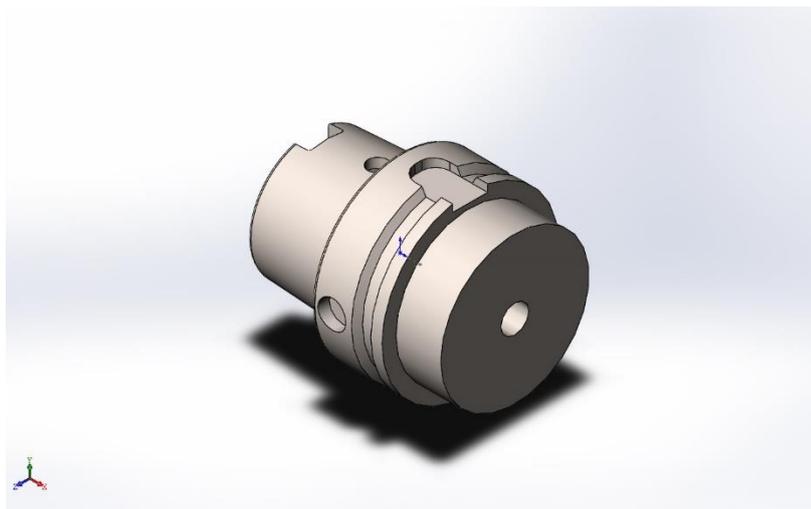


Рисунок 1 – 3D модель детали «Хвостовик»

Так же на этом этапе будет осуществлен выбор инструмента и технологического оснащения, произведен расчет норм времени и установлен разряд работ.

Следующий этап включает в себя разработку нескольких вариантов операционной технологии, содержащие пооперационные технологические карты. Для того чтобы можно было выбрать самый целесообразно-выгодный вариант операционной технологии, создается несколько вариантов. Выбранный вариант технологии производства должен обеспечивать высокую производительность труда, высокое качество при наиболее низкой себестоимости по сравнению с другими вариантами. Так же на этом этапе необходимо написать программу для станков с числовым программным управлением (ЧПУ). При данной обработке возможно изготовление детали с более точными размерами, сэкономив при этом время.

Заключительный этап ТПП – это оформление всей технологической

документации, то есть изготовление чертежей, маршрутной карты, операционной карты, карты наладки, карты кодирования информации. Документация должна быть оформлена в соответствии с ГОСТ 3.1105-2011.

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции детали производится для выявления недостатков, имеющихся в чертежах детали и для улучшения технологичности конструкции.

Хвостовик изготавливается из стали 45 ГОСТ 1050-88. В стали содержится: углерода-0,45%, марганца-0,5-0,8%, серы-0,04%, фосфора-0,035%.

Согласно ГОСТ 14.201-91 определяются ряд показателей технологичности конструкции детали. Такие как:

1. Геометрическая форма детали должна обеспечивать возможность обработки от одной базы.
2. Размеры отверстий и резьбы должны быть пропорциональны.
3. В конструкции детали должно быть минимальное количество сопрягаемых поверхностей при обработке поверхности.
4. Допуски на точные размеры не должны осложнять технологию производства.

Отрицательным с точки зрения технологичности являются: точные внутренние закрытые поверхности, а также поверхности сделанные по 7 качеству. Ещё можно добавить, что внутреннее отверстие детали имеет сложную форму которую придётся обработать за несколько операций.

Положительным можно сказать что, данная сталь является эталоном и хорошо обрабатывается инструментом имеющим на производстве.

Для обработки хвостовика используется: отрезка, точение, растачивание, фрезерование, сверление, нарезание резьбы, закалка, отпуск, шлифование. Благодаря форме заготовки инструмент может свободно обрабатывать нужную поверхность, из-за чего повышается технологичность.

Деталь «Хвостовик» обрабатывается на станках: токарных и токарных с ЧПУ, фрезерных, сверлильных, шлифовальных. Приспособление использовались такие как призма, трёхкулачковый патрон, тиски, державки и другие.

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

От многих факторов зависит надёжность и долговечность машин, таких как: прочность, износостойкость, коррозионно-стойкость и др. Перечисленные свойства зависят от точности размеров детали, от механических свойств материала [8].

С помощью технологического анализа определяются качества поверхностного слоя и эксплуатационные свойства детали. Решение этих задач возможно расчетно-аналитическим, экспериментальным или опытно-статическим способом. Анализ нашей детали проведём в программе Solid Works, который позволяет решить 3-мя способами: расчетно-аналитическим, экспериментальным и опытно-статическим[8].

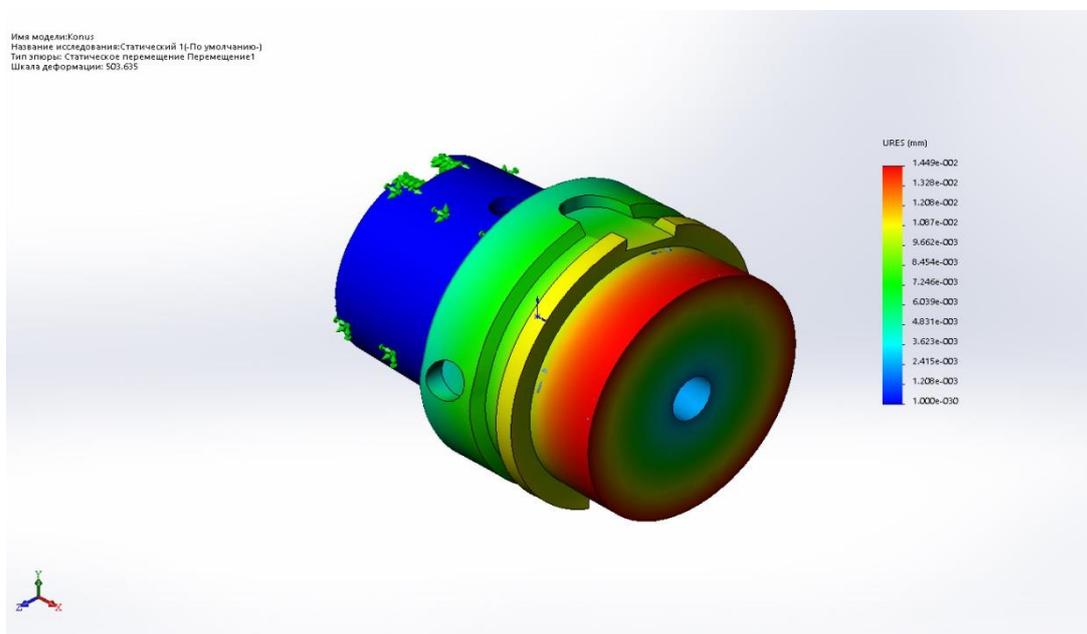


Рис.2. Напряженная модель детали

Согласно рис.2, самое большое напряжение возникает цилиндрической части хвостовика. На других местах детали напряжения незначительно.

2.3 Выбор исходной заготовки

Выбор заготовки зависит от геометрической формы детали и характеристик материала. Заготовки получают: штамповкой, ковкой, прокаткой, литьём и другими способами.

В нашем случае рассмотрим два способа получения заготовки:

1. Заготовки из прутка.
2. Заготовки из поковки.

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь 45), её габаритов, формы и массы, требований к механическим свойствам (термообработка), а также типом производства (мелкосерийное) получаем заготовку из прутка.

2.4 Проектирование технологического маршрута

Выбор последовательности изготовления детали назначаем учитывая анализ технологичности и выбор исходной заготовки. Выбираем последовательность:

1. Заготовительная
2. Токарная
3. Токарная с ЧПУ
4. Фрезерная
5. Сверлильная
6. Слесарная
7. Промывочная
8. Контрольная
9. Термическая
10. Круглошлифовальный
11. Слесарная

12. Промывочная

13. Контрольная

14. Консервация

Технологический процесс представлен в таблице 1.

Таблица 1- Технологические операции

	<p>005 Заготовительная Прокат горячекатаный круг Б-70 ГОСТ 2590-88. А. Установить заготовку в призмы. Базы: наружный диаметр и торец. 1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 80_{-0,2} мм.</p>
	<p>010. Токарная. А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База: наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец выдерживая размер 77_{-0,74}мм. 2. Точить поверхность диаметром Ø65_{-0,74}мм выдерживая размеры 42±0,31мм 3. Точить поверхность диаметром Ø53_{-0,74}мм выдерживая размеры 14_{-0,43}мм.</p>
	<p>015. Токарная с ЧПУ. А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База: наружный диаметр и торец. 1. Подрезать торец выдерживая размер 75_{-0,74}мм. 2. Центровать отверстие Ø10^{+0,36} мм. 3. Сверлить отверстие Ø10^{+0,36} мм насквозь. 4. Сверлить отверстие Ø30^{+0,62}</p>

	<p>M18x1, выдерживая размеры 14 мм.</p>
	<p>Б. Переустановить заготовку в тиски. Базы: торец, пазы и отверстие. 1. Центровать отверстие выдерживая размеры $8 \pm 0,18$ и $24_{-0,52}$ мм. 2. Сверлить сквозное отв. диаметром 7, выдерживая размер $8 \pm 0,18$ и $24_{-0,52}$ мм.</p>

030 Слесарная.

1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.

035 Промывочная

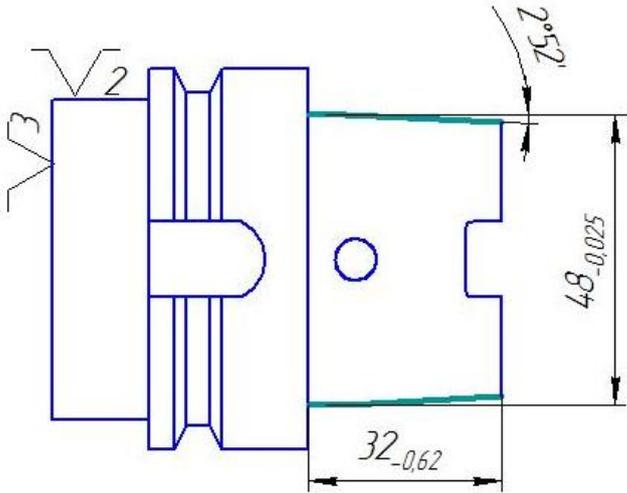
1. Промыть деталь по ТТП 01279-00002.

040 Контрольная

1. Контролировать все полученные размеры и отверстия согласно чертежу

045 Термическая

1. Закалять заготовку при температуре 860°C .
2. Произвести отпуск при температуре 200°C . до HRC 40...45.

	<p>050 Круглошлифовальная А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База: наружный диаметр и торец 1. Шлифовать наружный диаметр согласно эскизу</p>
<p>055 Слесарная 1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.</p>	
<p>060 Промывочная 1. Промыть деталь по ТТП 01279-00002.</p>	
<p>065 Контрольная 1. Контролировать все полученные размеры и отверстия согласно чертежу</p>	
<p>070 Консервация 1. Консервировать деталь по ТТП 60270-00001. Вариант 1.</p>	

2.5 Расчет припусков на обработку

В целях достижения высокого качества конечной обработки заготовки необходимо при каждом выполняемом переходе механической обработки предусматривать припуск, компенсирующий погрешности предшествующей обработки. Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в процессе механической обработки для достижения требуемого качества и точности обрабатываемой поверхности [9].

Для расчета припусков используются формулы:

-Асимметричный минимальный припуск (односторонний припуск при последовательной обработке противоположных поверхностей) [9].

$$z_{i \min} = (Rz_{i-1} + h_{i-1}) + |\Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i| \quad (1)$$

-Симметричный минимальный припуск (двухсторонний припуск при обработке наружных и внутренних поверхностей вращения)[9]

$$2z_{i \min} = 2[(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + |\Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i|]. \quad (2)$$

Формулы для номинальных, средних и максимального припуска:

$$z_{i \text{ ср}} = (z_{i \text{ max}} + z_{i \text{ min}})/2; \quad (3)$$

$$2z_{i \text{ max}} = 2(z_{i \text{ min}} + (T_{i-1} - T_i)); \quad (4)$$

Допуска на пропуск:

$$T_{iz} = (z_{i \text{ max}} + z_{i \text{ min}}). \quad (5)$$

где $R_{z_{i-1}}$ —высота микронеровностей поверхности по ГОСТ 2789-73 , мкм;

h_{i-1} — глубина дефектного поверхностного слоя, полученного на

предшествующем переходе, мкм;

Δ_{i-1} — суммарное значение пространственных отклонений взаимосвязанных поверхностей, оставшихся после выполнения предшествующего перехода, мкм;

ε_i - погрешность установки заготовки на станке при выполняемом переходе, мкм [9].

T_{i-1} и T_i - допуски.

Рассчитаем припуск для размера диаметром 34Н9.

Материал- Сталь 45

Заготовка - горячекатаный прокат обычной точности.

Неуказанная шероховатость $R_a = 12,5$ мкм.

Требуется получить отверстие диаметром $D=34$ по 9 качеству, предельные отклонения:

$$E_i=0; E_s=0,062;$$

Допуск $IT=E_s-E_i=0,062$ мм.

Предельные отклонения проката:

$$E_s=0,5; E_i=-1,3.$$

Допуск $IT=E_s-E_i=1,8$.

Рассчитаем уточнение которое требуется:

$$\varepsilon = \frac{T_z}{T_d} = \frac{1,8}{0,062} = 29,03$$

Точность размера детали диаметром $D=34H9$, где $Ra=1,6$ мкм получим чистой расточкой, но до чистой расточки нужна получистовая, черновая расточка и сверление.

Точность на получистовой расточки получаем по IT10 шероховатость $Ra=3,2$ мкм

[9, Табл. E.7].

Для размеров $D=30-50$ мм по таблице. E.7[9] допуск на чистовое растачивания получаем $IT=0,1$ мм и предельные отклонения $Es=0,1$; $Ei=0$ мм.

Уточнение на чистовое растачивание, получаем:

$$\varepsilon_4 = \frac{IT_3}{IT_д} = \frac{0,1}{0,062} = 1,61.$$

Для размеров $D=30-50$ мм по таблице. E.7[9] допуск на получистовое растачивания получаем $IT=0,25$ мм и предельные отклонения $Es=0,25$; $Ei=0$ мм.

Уточнение на получистовое растачивание, получаем:

$$\varepsilon_3 = \frac{IT_2}{IT_3} = \frac{0,25}{0,1} = 1,32$$

Для размеров $D=30-50$ мм по таблице. E.7[9] допуск на черновое растачивания получаем $IT=0,33$ мм и предельные отклонения $Es=0,33$; $Ei=0$ мм.

Уточнение на черновое растачивание, получаем

$$\varepsilon_2 = \frac{IT_1}{IT_2} = \frac{0,33}{0,25} = 2,5$$

Для сверления допуск берём по горячекатаному прутку, уточнение при этом будет:

$$\varepsilon_1 = \frac{IT_3}{IT_1} = \frac{1,8}{0,33} = 5,45$$

Посчитаем общее уточнение $\varepsilon_0 = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdot \varepsilon_4 = 1,61 \cdot 2,5 \cdot 1,32 \cdot 5,45 = 29$, равно требуемому уточнению $\varepsilon_0 = \varepsilon$, отсюда получаем гарантию на получения требуемого точности детали.

Пространственные отклонения

При черновом точение пространственные отклонения равны пространственным отклонениям заготовки:

$$\Delta_1 = \Delta_{\text{заг.}}$$

Согласно таблице Е.14[9] $\Delta_{\text{заг}} = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{ц}}^2}$, $\Delta_{\text{кор}} = \Delta x L$, ($L=75$ мм),

$\Delta_{\text{ц}} = 0,25 \cdot (ITD^2 + 1)^{0,5}$, (ITD-допуск при зацентровке).

$$ITD = Es - Ei = 0,5 - (-1,3) = 1,8 \text{ мм.}$$

Следовательно

$$\Delta_{\text{ц}} = 0,25 \cdot (1,8^2 + 1)^{0,5} = 0,514 \text{ мм.}$$

Найдём величину коробления используем таблицу Е.15[9], Для нашего диаметра кривизна будет равна 0,5 мкм/мм.

$$\Delta_{\text{кор}} = 0,5 \cdot 75 = 37,5 \text{ мкм} = 0,0375 \text{ мм}$$

Округлим до 0,038

$$\Delta_{\text{заг}} = \sqrt{0,038^2 + 0,514^2} = 0,515 \text{ мм.}$$

Пространственные отклонения при черновом точение равны отклонениям получившимся после сверления. Определим отклонения по формуле:

$$\Delta_{\text{чер}} = K_y \cdot \Delta_{\text{заг}}, \quad (6)$$

Где K_y - коэффициент уточнения, определяем по таблице Е.27[9].

Черновое точения $K_y = 0,06$

Получистовое $K_y = 0,05$

Чистовое $K_y = 0,04$

Тогда по формуле (2) получим:

$$\Delta_{\text{чер}} = 0,06 \cdot 0,515 = 0,03 \text{ мм,}$$

$$\Delta_{\text{получис}} = 0,05 \cdot 0,03 = 0,002 \text{ мм,}$$

$$\Delta_{\text{чич}} = 0,002 \cdot 0,04 = 0,001 \text{ мм.}$$

Погрешность установки

Погрешность установки определяется по формуле :

$$\varepsilon_i = (\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2)^{0,5} \quad (7)$$

Где ε_6 – погрешность базирование, в трёхкулачковом самоцентрирующем патроне погрешность базирования равна нулю.

ε_3 – погрешность закрепления.

$$\text{Находится по формуле: } \varepsilon_3 = (\varepsilon_{\text{рад}}^2 + \varepsilon_{\text{ос}}^2)^{0,5} \quad (8)$$

Где $\varepsilon_{\text{рад}}$ -радиальная погрешность, а $\varepsilon_{\text{ос}}$ -осевая погрешность.

Возьмём значения из таблицы E29 получаем $\varepsilon_{\text{рад}} = 400$ мкм и $\varepsilon_{\text{ос}} = 250$

мкм

Тогда

$$\varepsilon_1 = (0,4^2 \cdot 0,25^2)^{0,5} = 0,471 \text{ мм.}$$

Заготовка базируется в центрах при чистовой, получистовой, черновой расточки. При этом погрешность установки может будет $\varepsilon = 0,25T_D$.

В итоге имеем:

$$\text{Чернового точения } \varepsilon_2 = 0,25 \cdot 0,33 = 0,0825;$$

$$\text{Получистового точения } \varepsilon_2 = 0,25 \cdot 0,25 = 0,0625;$$

$$\text{Чистового точения } \varepsilon_2 = 0,25 \cdot 0,1 = 0,025;$$

Минимальные промежуточные припуски

Используем формулу (2).

$$2Z_{i \min} = 2[(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + |\Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i|]. \quad (2)$$

Значение переменных определим из таблицы E.8[9].

Рассчитаем при:

сверлении

$$2Z_{\min} = 2(0,125 + 0,12) + 2(0,515 + 0,471) = 2 \cdot 2,462 \text{ мм;}$$

черновом растачивании

$$2Z_{\min} = 2(0,63 + 0,06) + 2(0,03 + 0,0825) = 2 \cdot 0,471 \text{ мм;}$$

получистовом растачивании

$$2Z_{min} = 2(0,032 + 0,03) + 2(0,002 + 0,0625) = 2 \cdot 0,253 \text{ мм};$$

чистовом растачивании

$$2Z_{min} = 2(0,006 + 0) + 2(0,002 + 0,025) = 2 \cdot 0,063 \text{ мм};$$

Максимальные промежуточные припуски

Используем формулу

$$2z_{i \max} = 2(z_{i \min} + (T_{i-1} - T_i)); \quad (4)$$

Рассчитаем при:

сверлении

$$2Z_{\max} = 2,462 + 1,8 + 0,52 = 4,782 \text{ мм};$$

черновом растачивании

$$2Z_{\max} = 0,471 + 0,52 + 0,3 = 1,301 \text{ мм};$$

получистовом растачивании

$$2Z_{\max} = 0,253 + 0,3 + 0,12 = 0,673 \text{ мм};$$

чистовом растачивании

$$2Z_{\max} = 0,063 + 0,12 + 0,074 = 0,257 \text{ мм}.$$

Номинальные межпереходные припуски

Используем формулу:

$$2z_{i \max} = 2(z_{i \min} + (T_{i-1} - T_i)); \quad (4)$$

Рассчитаем при:

сверлении

$$2Z=2,461+0,52+0=2,981 \text{ мм};$$

черновом

$$2Z=0,472+0,3+0=0,501 \text{ мм};$$

получистовом

$$2Z=0,254+0,12+0=0,373 \text{ мм};$$

чистовом

$$2Z=0,063+0,074+0=0,136 \text{ мм};$$

Операционные размеры.

Используем формулу:

$$D_{i-1} = D_i - 2Z_i \quad (5)$$

чистового точения:

$$D = D_d = 34^{+0.062}$$

получистового точения;

$$D = D_d - 0,137 = 33,863 \text{ мм}$$

округлим $D = 33,86^{+0,1}$

чернового точения;

$$D = D_{\text{полч}} - 0,373 = 33,49 \text{ мм}$$

округлим $D = 33,5^{+0,25}$

сверление ;

$$D = D_{\text{чер}} - 0,501 = 32,982 \text{ мм}$$

округлим $D = 32,98^{+0,39}$

в результате $D = D_{\text{свер}} - 2,982 = 30,007 \text{ мм}$

округлим $D = 41^{+1}$

Таблица-2

Технологический маршрут	Элементы припуска мкм				Расчетный припуск мм			Операционные размеры. мм
	Rz	h	Δ	ε	Zmin	Zmax	Zi	
Заготовка – горячекатаный прокат	200	300	515	471				
Токарная с ЧПУ								
внутренняя поверхность	121	131	514	471	2,462	4,783	2,893	30, ^{+0,1}
сверление								
точение:	63	60	32	80	0,471	1,301	0,601	33,5 ^{+0,25}
черновая	32	30	2	51	0,243	0,663	0,27	33,86 ^{+0,1}
получистовая	6	-	1	25	0,06	0,25	0,137	34 ^{+0,062}
чистовая								
Итог Σ:	с				3,249	7,013		

Аналогичным способом рассчитаем припуски на наружный диаметр заготовки. Результат запишем в таблицу 3.

Таблица 3

Технологический маршрут	Элементы припуска мкм				Расчетный припуск мм			Операционные размеры. мм
	Rz	h	Δ	ε	Zmin	Zmax	Zi	
Заготовка – горячекатаный прокат	200	300	515	471				
Токарная с ЧПУ Наружная поверхность точение: черновая однократное	120 63	120 60	515 30	471 82	2,463 0,471	4,723 1,231	2,922 0,773	65,72 63 _{-0,72}
Итого Σ :					2,933	5,953		

2.6. Выбор средств технологического оснащения

Для изготовления детали выберем средства и запишем в таблицу 4.

Таблица 4

Операции:	Оборудования:	Инструмент:	Приспособления:
005 Заготовительная:	Полуавтоматический дисковый отрезной станок TS-CSA	Пильный диск HSS 110x4,0x22/20 Z=80 45° Dres Wemaro	Призм 7033-0039 ГОСТ 12195-66
010 Токарная	Токарный станок ИЖ 250 ИТПМ	Резец подрезной 2112-0019 материал пластины T15K10 ГОСТ 18800-77; Резец проходной 2100-0006 ГОСТ 18877-73, материал пластины T5K10	3-х кулачковой патрон 7100-0027, ГОСТ 2675-80;
015 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ 16A20Ф3	Сверло центр. $\varnothing 3,15$ мм 2317-0110 ГОСТ 14952-90, марка P6M5; Сверло $\varnothing 10$ мм 2300-559 ГОСТ	3-х кулачковый самоцентрирующий патрон Резцедержатель

		10902-70, материал сверла P6M5; Сверло Ø30 мм 2300-685 ГОСТ 4010-70, материал сверла P6M5; Резец подрезной Sadvik Coromat. RF101.23-3125-30M1 пластина CCMT 06 02 08-KR 3200; Резец проходной Sandvik Coromat. SL-ScuCR-16-09-16x, пластина CCMT 06 02 08-KR 3210 ; Резец расточной Sadvik Coromat A16R-PCLLO9P пластины: черновая CCMT 06 03 08-KR 3210 чистовая CCMT 06 03 08-WF 3210	1114-20L B2- 20x16x30 DIN9880; Резцедержатель 1220-20-ER32 E4- 20x32 DIN69880; Резцедержатель 1258-40-40 E240x40 DIN 69880; Резцедержатель 1144-25 P2-25x16 DIN69880
020 Фрезерная	Фрезерный станок с ЧПУ 6P11Ф3-1	Фреза концевая Ø8 2220-0217 ГОСТ 17025-61, материал P6M5.	Поворотный горизантально- вертикальный стол Vertex серии HV ГОСТ 2675-80; Патрон 7:34-30BT DIN 2080 Цанги SC32.
025 Сверлильный	Сверлильный станок Prota BV-25FB/400.	Сверло центр. Ø4мм 2317-0107 ГОСТ 14953-75, марка P6M5; Сверло Ø17мм 2300-5710 ГОСТ 4010-77, материал P6M5; Метчик M18x1 ГОСТ 3266-81, материал P6M5	3-х кулачковой патрон 7100-0027, ГОСТ 2675-80; Тиски 7200-0212 ГОСТ 16518 Патрон 7655-40- 16-106 DIN 69871-A ГОСТ 25827 исп.2; ; Патрон 6162- 4002-01 ГОСТ 25827-93
045 Термическая	Печь ИОН-20И		Закалочные щипцы
050	Круглошлифоваль ный станок ЗМ151.	Круг шлифовальный 1 600x50x305 22А 10-П С2 7 К1А 35м/с А 1кл. ГОСТ 2434-83.	3-х кулачковой патрон 7100-0027, ГОСТ 2675-80;

Выбираем средства для контроля детали «Хвостовик» записываем в таблицу таблицу 5.

Таблица 5

Операции	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Инструментальный, визуальный.	Линейка 150x18 мм ГОСТ 427-75
010 Токарная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;
015 Токарная с ЧПУ	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,01 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75; Индикатор ИЧ10Б кл.1 ГОСТ 577-68; Стойка магнитная гибкая ИНО-301М.
020 Фрезерная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75
045 Термическая	Инструментальный	Твердомер Роквелла ИТР-60/150-М
025 Сверлильная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Калибры для трубной конической резьбы ГОСТ 7157-79.
055 круглошлифовальный	инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Индикатор ИЧ10Б кл.1 ГОСТ 577-68; Стойка магнитная гибкая ИНО-301М. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75;
055 Консервация	Визуальный	055 Консервация

2.6.1 Выбор и расчет режимов резания

Скорость резания v рассчитывается по формулам:

$$v_{тб} = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \quad (6)$$

$$v = v_{тб} \cdot K_v \quad (7)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv} \quad (8)$$

K_{mv}, K_{uv}, K_{pv} – коэффициенты вычисляются из таблицы 1 [10, Стр 358].

T - стойкость инструмента; t - глубина резания; S - подача;

Рассчитаем режимы обработки для изготовления детали «Хвостовик».

010 Токарная операция:

Расточный резец Sandvik Coromant A16-PCLML09P ;

Пластина из ССМТ 06 03 08-KR 3210;

Материал заготовки: Сталь 45 ГОСТ 1050-88;

Резец имеет сечение: $h \cdot b = 12 \cdot 12$;

Длина резца: $L = 200$ мм;

Длина режущей части: 70 мм;

Скорость рассчитаем используя формулы 6,7 и 8.

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{1,75} = 1 \left(\frac{750}{600} \right)^{1,75} = 1,48;$$

$$K_{uv} = 0,9;$$

$$K_{pv} = 0,65;$$

$$K = 1,48 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,87;$$

$C_v = 290,0$; берём из таблицы 17 [11].

$X = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,2$.

$T = 30$ мин;

$t = 1$ мм;

$S = 0,1$ мм/об;

$$v = \frac{290,0}{30^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,1^{0,35}} \cdot 0,87 = 183,5 \text{ м/мин}$$

Скорость резания для черновой обработке равен 183,5 м/мин. При глубине резания 1 мм и подаче 0,1 мм/об.

015 Токарная операция с ЧПУ:

Проходной резец Sandvik Coromat. SL-ScuR-16-09-15x;

Пластина из СМТ 06 02 07-KR 3210;

Материал заготовки: Сталь 45 ГОСТ 1050-88;

Резец имеет сечение: $h \cdot b = 12 \cdot 12$;

Длина резца: $L = 70$ мм;

Скорость рассчитаем используя формулы 6,7 и 8.

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{1,75} = 1 \left(\frac{750}{600} \right)^{1,75} = 1,48;$$

$$K_{uv} = 0,9;$$

$$K_{pv} = 0,8;$$

$$K_v = 1,48 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 1,07;$$

$C_v = 280$; берём из таблицы 17 [11].

$x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,2$.

$T = 30$ мин;

$t = 0,5$ мм;

$S = 0,1$ мм/об;

$$v = \frac{280}{30^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,1^{0,45}} \cdot 1,07 = 192,5 \text{ м/мин}$$

Скорость резания для однократной обработке равен 192,5 м/мин. При глубине резания 0,5 мм и подаче 0,1 мм/об.

020 Фрезерная с ЧПУ:

Концевая фреза 2220-0237 ГОСТ 17045-71;

Пластина из P6M5;

Материал заготовки: Сталь 45 ГОСТ 1050-88;

Диаметр фрезы: $d = 8$ мм;

Длина режущей части: $l = 19$ мм;

Скорость рассчитаем используя формулу

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \quad (9)$$

$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv}$ коэффициенты

вычисляются из таблицы 1 [7, Стр 358].,

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{1,75} = 1 \left(\frac{750}{600} \right)^{1,75} = 1,48;$$

$$K_{uv} = 0,9;$$

$$K_{pv} = 1;$$

$$Kv = 1,48 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,33;$$

$C_v=46,7$; берём из таблицы 17 [11].

$x=0,5$; $y=0,5$; $m=0,33$; $q=0,45$; $u=0,1$; $p=0,1$.

$T=90$ мин;

$t=12$ мм;

$B=2$ мм;

$S=0,06$ мм/об;

$$v = \frac{46,6 \cdot 8^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 10^{0,5} \cdot 0,06^{0,5} \cdot 2^{0,1} \cdot 3^{0,1}} \cdot 1,33 = 43,4 \text{ м/мин}$$

Скорость резания для фрезерования заготовки равен 43,4 м/мин. При глубине 10мм, подаче 0,06 мм/об. и ширины фрезерования 2мм.

Остальные режимы возьмём из справочника [10] и запишем значения данные в таблицу 6.

Таблица 6-

Операция	Инструмент	Глубина t , мм.	Подача S , мм/об.	Скорость v , м/мин.	Стойкость T , мин.
015 Токарная с ЧПУ: Торец Черновая Чистовая	Резец подрезной Sandvik Coromat. RF151.23-3235-30M1 пластина CCMT 06 02 08-KR 3210	2 0,5	0,6 0,3	120 150	30
Наружный диаметр: Черновая Однократное	Резец проходной Sandvik Coromat. SL-ScuCR-16-09-16х, пластина CCMT 06 02 08-KR 3210	1,5 0,5	0,6 0,1	120 170	30
Внутренний диаметр: Центр Черновая	Сверло центр. $\varnothing 3,15$ мм 2317-0212 ГОСТ 14952-75, марка P6M5;	7	0,15	30	20
Внутренний	Сверло $\varnothing 30$ мм				

диаметр: Сверление Черновая	2300-6467 ГОСТ 10802-70, марка P6M5;	78	0,3	25	35
Внутренний диаметр: Черновая Получистовая Чистовая	Резец расточной Sandvik Coromant A16R- PCLNL09P пластины: черновая CCNT 06 02 08-KR 3210 чистовая CCMT 06 02 08-WF 3210.	1 1 0,5	0,3 0,1 0,05	150 160 190	30
Канавка Черновая Чистовая	Резец прорезной Sandvik Coromat QS- SMAR083X HP- M пластина MACL 3 200-T 1105 ;	2 0,5	0,6 0,3	120 150	30
020 Фрезерная Пазы Черновая	Фреза концевая 2220-0217 ГОСТ 17025-71, материал P6M5.	25	0,06	40,8	90

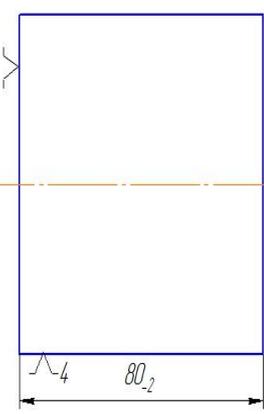
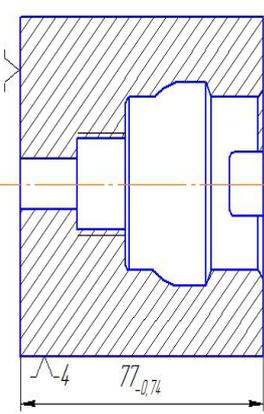
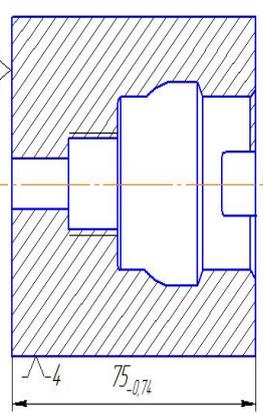
2.7. Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

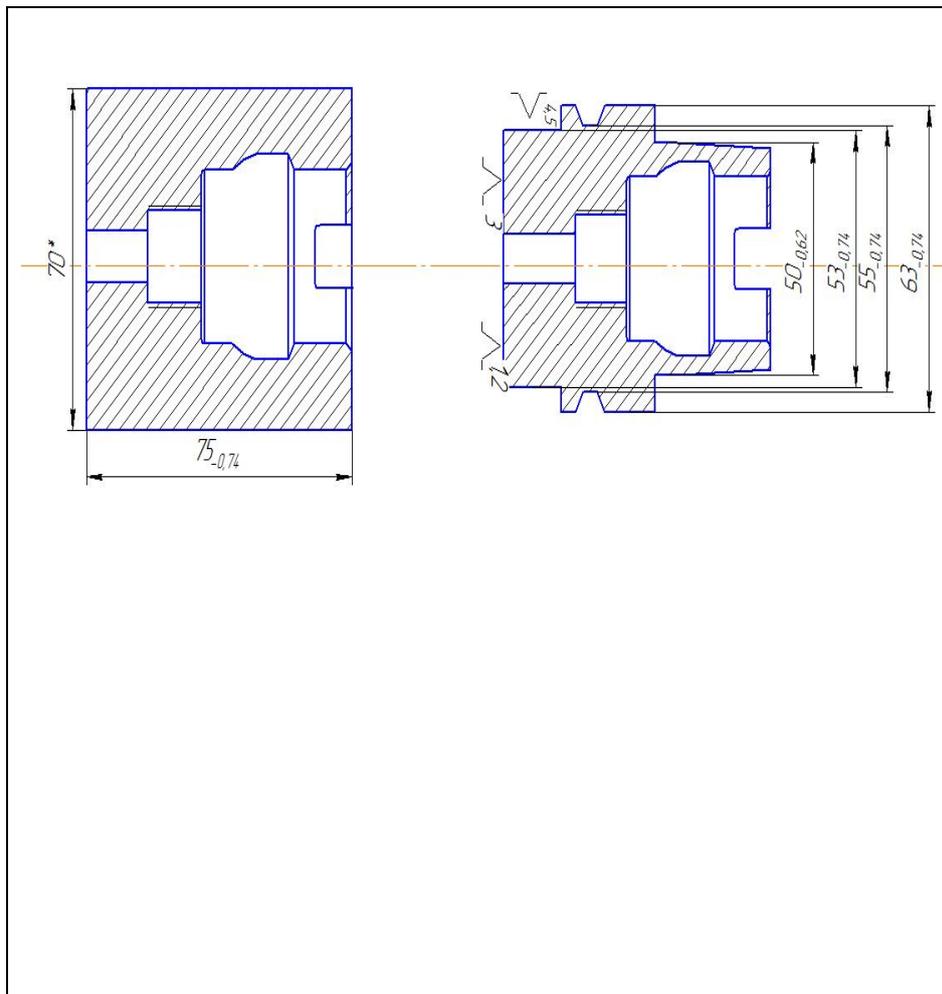
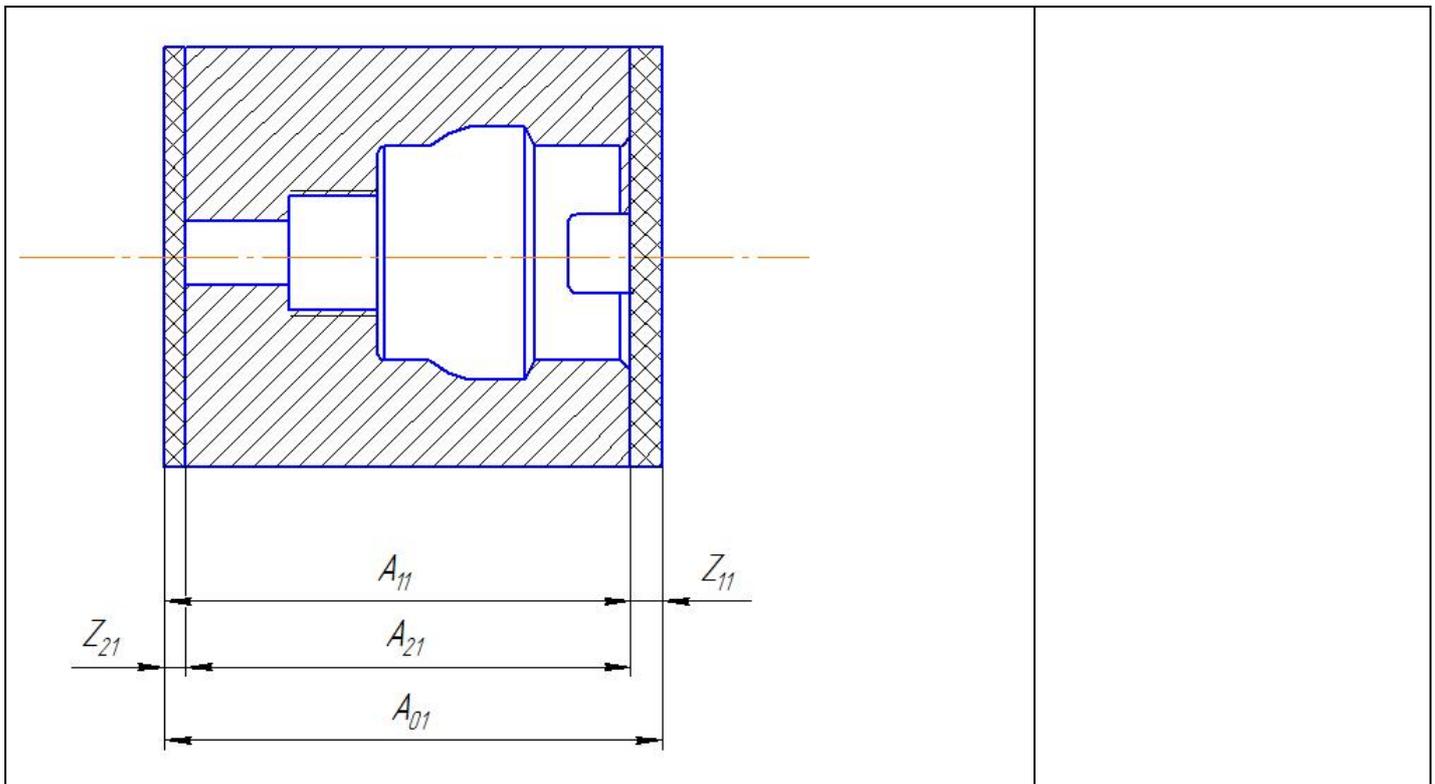
Для создания управляющих программ для станков с ЧПУ воспользуемся САМ-системой FeatureCAM. Программы разрабатываются для таких операций, как токарная с ЧПУ 015 и фрезерная с чпу (см. в приложение)

2.8 Размерный анализ технологического процесса

Для проверки конструкторских размеров проводится размерный анализ. В данном случае проведён размерный анализ токарной операции для детали типа «Хвостовик». Для удобства сведём в таблицу 7.

Таблица 7

Эскизы:			Расчет размерных цепей:
 <p>1. Заготовительная</p>	 <p>2. Токарная</p>	 <p>3. Токарная</p>	<p>Расчет размерных цепей:</p> <p>$A_{01}=80_{-0,2}$ мм; $A_{11}=77_{-0,74}$ мм; $A_{21}=75_{-0,74}$ мм.</p> <p>$Z_{11}=A_{01} - A_{11} = 80_{-0,2} - 77_{-0,74} = 4_{-2}^{+0,74}$</p> <p>$\sum TZ_{11} = 2,74$ $Z_{\max} = 4,74$ $Z_{\min} = 2$</p> <p>$Z_{21}=A_{11} - A_{21} = 77_{-0,74} - 75_{-0,74} = 2_{-0,74}^{+0,74}$</p> <p>$\sum TZ_{21} = 1,48$ $Z_{\max} = 2,74$ $Z_{\min} = 1,26$</p>



$A_{01}=70 \text{ mm};$
 $A_{11}=63_{-0,74} \text{ mm};$
 $A_{21}=55_{-0,74} \text{ mm};$
 $A_{31}=53_{-0,74} \text{ mm};$
 $A_{41}=50_{-0,074} \text{ mm}$

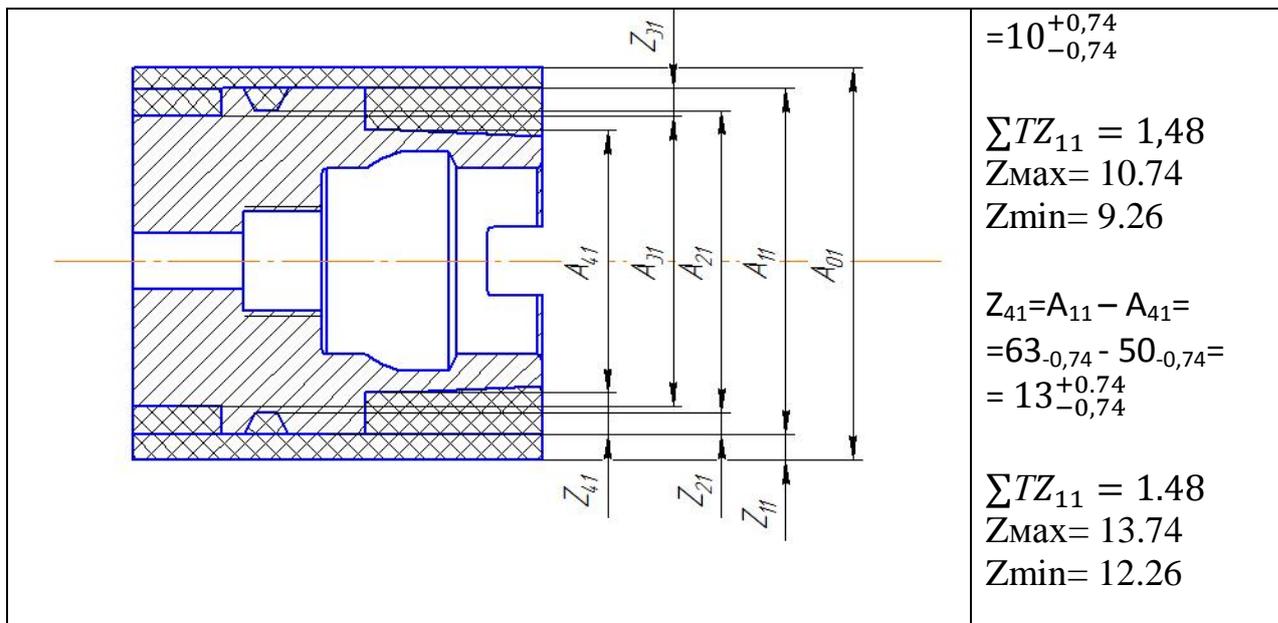
$$\begin{aligned}
 Z_{11} &= A_{01} - A_{11} \\
 &= 70 - 63_{-0,74} \\
 &= 7_{-0,26}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum TZ_{11} &= 0,26 \\
 Z_{\text{max}} &= 7 \\
 Z_{\text{min}} &= 6,74
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_{21} &= A_{11} - A_{21} \\
 &= 63_{-0,74} - 55_{-0,74} \\
 &= 8^{+0,74} \\
 &= 8_{-0,74}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum TZ_{11} &= 1,48 \\
 Z_{\text{max}} &= 8,74 \\
 Z_{\text{min}} &= 7,26
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_{31} &= A_{11} - A_{31} \\
 &= 63_{-0,74} - 53_{-0,74}
 \end{aligned}$$



2.9 Проектирования и выбор средств технологического оснащения

В качестве проектируемого приспособления выбираем трех-кулачковый самоцентрирующийся патрон с вращающим пневмоцилиндром ЦВП-200. Патрон устанавливается в шпиндель токарного станка с ЧПУ 16A20Ф3, а вращающий пневмоцилиндр закрепляется в заднем части шпинделя.

Выбираем схему базирования, так чтобы заготовка не перемещалась. Для этого леем заготовку всех степеней свободы.

Учитывая эта установим заготовку как на рис. 3. Базы соответственно будут как на рис 4.

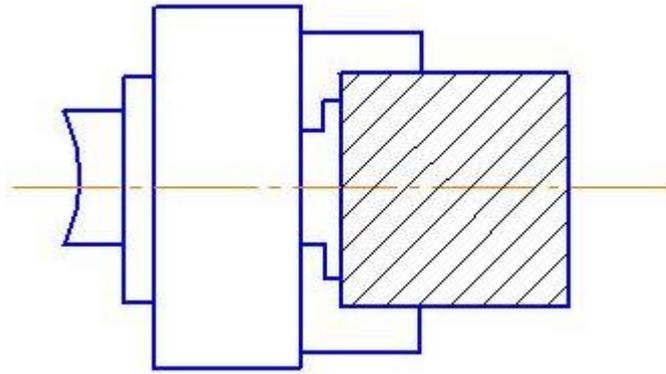


Рисунок 3- Схема установки детали в приспособлении

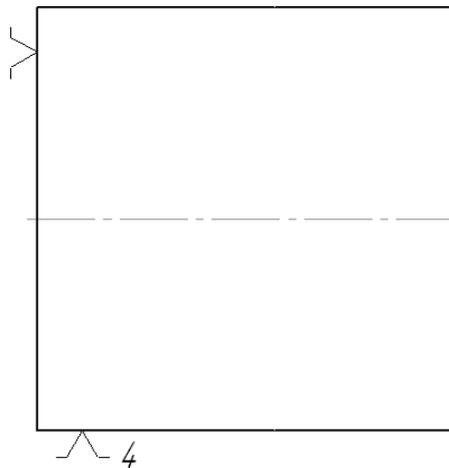


Рисунок 4- Схема базирования

Рассчитаем погрешности базирования и установки заготовки.

Суммарную погрешность приспособления посчитаем по формуле:

$$\Delta_{\text{пр}} \leq \delta - (K_1 \cdot \varepsilon_6 + \Delta_y + K_2 \cdot \omega);$$

δ – допуск на обрабатываемый размер детали в мм.

ε_6 – погрешность базирования в мм.

$K_1 = 0,8 \dots 0,85$; $K_2 = 0,6 \dots 1,0$ – коэффициенты.

Δ_y – погрешность установки.

ω – точность обработки.

Допуск для нашей заготовке равен 1,6мм.

У самоцентрирующих патронах погрешность установки равна нулю согласно справочнику.

Погрешность установки для трёхкулачкового патрона мы посчитали в расчёте припусков, и она равна 0,515мм.

Точность обработки равна 0,74 мм.

Зная значения посчитаем погрешность приспособления по формуле:

$$\Delta_{\text{пр}} = \delta - (K_1 \cdot \varepsilon_6 + \Delta_y + K_2 \cdot \omega) = 1,6 - (0,8 * 0 + 0,515 + 0,8 * 0,74) = 0,493\text{мм.}$$

Расчёт показал что для чистового точения достаточно точности 0,493 мм для токарного патрона. Значит наше приспособление обеспечивает требуемую точность

Расчет усилий зажима заготовки

Рассчитаем суммарное усилие зажима трёх кулачков по формуле (9):

$$W = \frac{K \cdot P_x \cdot R_0}{f \cdot R}; \quad (9)$$

где P_z – сила резания

K – коэффициент запаса, принимаем 1.3-1.6.

R_0 – радиус обработанной поверхности

R – радиус усили зажима.

f – коэффициент трения.

Конструкторские размеры для нашего случая примем $R=40\text{мм}$ и $R_0=24\text{мм}$.

$$P_z = P_{z \text{ табл}} \cdot K_1 \cdot K_2;$$

Для глубине резания 5мм при подачи 0,4 мм/об табличная значения силы резания $P_x=7\text{кН}$. Коэффициенты K_1 и K_2 при обработки стали твердостью до 300 НВ и скоростью резания до 200м/мин равны 0,9.

Рассчитаем фактическую силу резания по формуле:

$$P_z = P_{z \text{ табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 7 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 5,67\text{кН}$$

Таким образом усилие зажима для данной заготовки будет равно:

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R} = \frac{1,5 \cdot 5,67 \cdot 24}{1 \cdot 40} = 8,505 \text{ кН.}$$

Для обеспечения оптимальные условия крепления требуется усилие в 8,505 кН, чтобы зажать заготовку.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данной работе рассмотрен анализ технологической подготовки производства детали типа «Хвостовик».

Для инженерной разработки очень важным параметром является её коммерческая ценность, которая объединяет в себя множество факторов и позволяет инвесторам оценить перспективность разработки, не углубляясь в её суть. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценить коммерческой потенциал и перспективность проведения научных исследований;
- определить возможные альтернативы проведению научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- спланировать научно-исследовательскую работу.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном случае сегментирования целесообразно провести по критерию стоимости, так как необходимо обеспечить конкурентоспособность между производством детали «Хвостовик», так как деталь является новым продуктом, то сегментирование рынка произведем относительно всех разработок.

Выделяются следующие сегменты рынка:

- по разработке, проектированию и производству;
- по серийности производства;
- по экономичности получения детали.

Исходя из сегмента рынка, будет произведено сегментирование коммерческих организаций по отраслям. Сегментирование приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Карта сегментирования рынка

	Другие схожие производства	Заготовка из круглого прутка	Заготовка из отливки
Проектирование и производство			
Серийность производства			
Экономичность			
Фирма А		Фирма Б	

Результаты сегментирования:

- Основными сегментами рынка являются все виды деятельности для других схожих устройств.

- Наиболее сильно предприятие должно быть ориентировано на создание достойной конкуренции в сфере других схожих устройств

- Наиболее привлекательными сегментами рынка являются отрасли, связанные с проектированием и производством, серийностью производства и экономичностью получения детали.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты.

Таблица 2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Эксплуатационные характеристики	0,11	4	3	2	0,44	0,33	0,22
2. Срок службы	0,1	3	4	2	0,3	0,4	0,2
3. Ремонтопригодность	0,07	2	2	4	0,14	0,14	0,28
4. Удобство в эксплуатации	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
5. Надежность	0,09	4	3	2	0,36	0,27	0,18
6. Простота изготовления	0,09	2	3	4	0,18	0,27	0,36
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,03	4	3	2	0,12	0,09	0,06
2. Уровень проникновения на рынок	0,08	2	3	3	0,16	0,24	0,24
3. Цена	0,09	4	3	4	0,36	0,27	0,36
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,11	4	3	3	0,44	0,33	0,33
5. Обслуживание	0,03	4	5	4	0,12	0,15	0,12
6. Финансирование	0,1	3	2	3	0,3	0,2	0,3
Итого	1	40	38	37	3,32	3,09	3,05

- Б_ф - применение индикатора блокировки линий;
- Б_{к1} - применение разрывной мембраны;
- Б_{к2} - применение другого схожего устройства.

Анализ конкурентных решений показал, что целесообразно использовать индикатор блокировки линий, так как он обладает рядом преимуществ по отношению к другим. Наивысший вклад вносят такие характеристики как: эксплуатационные характеристики, надежность, конкурентоспособность продукта.

3.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться.

В первом этапе обычно описываются сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табличной форме (таблица 3).

Таблица 3 - Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	С1. Квалифицированный персонал.;	Сл1 Разлом детали в процессе монтажа;
	С2. Высокий срок эксплуатации;	Сл2. Отсутствие возможности проверки результатов исследования с помощью практических опытов;
	С3. Надежность данной детали по сравнению с другими;	Сл3. Возможные ошибки в
	С4. Высокое качество	

	продукции; С5.Наличие финансирования компании.	расчетной части.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ; В2. Появление дополнительного спроса на данный продукт В3. Повышение стоимости конкурентных исследований; В4. Развитие технологий в данной отрасли		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на данную деталь; У2. Появление новых конкурентных разработок технологического процесса; У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции		

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 4, таблице 5, таблице 6, таблице 7.

Таблица 4 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	0	0	+	+
	B2	0	-	0	0	-
	B3	-	-	-	0	0
	B4	+	+	0	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта:.

Таблица 5 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	-	0	-
	B3	0	0	-
	B4	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта: B4Сл2Сл3.

Таблица 6 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	-	-
	У2	-	0	+	+	-

	У3	-	-	-	-	-
--	----	---	---	---	---	---

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У2С3С4.

Таблица 7 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	-
	У2	-	0	+
	У3	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У2Сл3.

В рамках третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 8).

Таблица 8 - Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Квалифицированный персонал.;</p> <p>С2. Высокий срок эксплуатации;</p> <p>С3. Надежность данной детали по сравнению с другими;</p> <p>С4. Высокое качество продукции;</p> <p>С5. Наличие финансирования компании.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1 Разлом детали в процессе монтажа;</p> <p>Сл2. Отсутствие возможности проверки результатов исследования с помощью практических опытов;</p> <p>Сл3. Возможные ошибки в расчетной части.</p>
--	---	--

<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на данный продукт</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных исследований;</p> <p>В4. Развитие технологий в данной отрасли</p>	<p>На базе инфраструктуры ТПУ и наличие финансирования компании является возможным для создания детали.</p> <p>С развитием технологий в данной отрасли, повышением квалификации персонала возможно создание качественной продукции с высоким сроком службы.</p>	<p>С созданием новых технологий появится возможность избежать ошибки в расчетной части и появится возможность проверить результаты исследования.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на данную деталь;</p> <p>У2. Появление новых конкурентных разработок;</p> <p>У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>	<p>С появлением новых разработок появится угроза уменьшения срока службы и качества продукции.</p>	<p>Возможно отсутствие спроса при наличии ошибок в расчетной части.</p>

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составим список этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по категориям работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания, выбор направления исследований	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель
	3	Проведение патентных исследований	Исполнитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель проекта, исполнитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Исполнитель
	6	Построение модели распределителя и проведение исследования	Исполнитель

Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель проекта, исполнитель
Оформления отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель проекта, исполнитель

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожi}$ используется следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{минi} + 2t_{маxi}}{5}, \quad (22)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{минi}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{маxi}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i} \quad (23)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (24)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (25)$$

где $T_{\text{кал}} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 53$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 53 - 14} = 1,22$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляем до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблице 9.

Таблица 9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работы			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , Чел-дни	t_{max} , Чел-дни	$t_{ож}$, Чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	4	2,2	Руководитель проекта	2	3
Подбор и изучение материалов по теме	10	14	11,6	Исполнитель	12	15
Проведение патентных исследований	4	6	4,8	Исполнитель	5	61
Календарное планирование работ по теме	1	3	1,8	Руководитель проекта, исполнитель	1	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	7	13	9,4	Исполнитель	10	13
Оформление чертежей	11	22	15,4	Исполнитель	15	19
Оценка результатов исследования	5	7	5,8	Руководитель проекта, исполнитель	3	4
Составление пояснительной записки	7	14	,8	Руководитель проекта, исполнитель	5	6

На основе таблицы 8 строим план график, представленный в таблице 9.

Таблица 9 - Календарный план график проведения НИР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кп} , кал. дни	Продолжительность выполнения работ													
				Фев.		Март			Апрель			Май					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Составление и утверждение технического задания	Руков.		■													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Испол.	8		□												
3	Проведение патентных исследований	Испол.						□									
4	Календарное планирование работ по теме	Руков. испол.							■								
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Дипл.	1 5							□							
6	Оформление чертежей	Дипл.	2								□						
7	Оценка результатов исследования	Руков. испол.														■	
8	Составление пояснительной записки	Руков. испол.															■

■ - руководитель проекта □ - дипломник.

3.2.4 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

3.2.5 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование

оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расi} = 804 \text{ руб.} \quad (26)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 10 – Прочие затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материалы, (Z_m), руб.
Ручка	Шт.	4	40	192
Бумага	Шт.	150	3	540
Карандаш	Шт.	3	20	72

Итого:	804
--------	-----

3.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы

В данную статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, а также рабочих опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется на основе трудоемкости выполняемых работ и действующей системы тарифных ставок и окладов. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Таблица 11 - Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу(окладам), тыс. руб.
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта	2,2	1326	2917
2	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель	11,6	583	6762
3	Проведение патентных исследований	Исполнитель	4,8	583	2798
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель проекта, исполнитель	1,8	1909	3436
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Исполнитель	9,4	583	5480

6	Построение модели индикатора и проведение исследования	Исполнитель	15,4	583	8978
7	Оценка результатов исследования	Руководитель проекта, исполнитель	5,8	1909	11072
8	Составление пояснительной записки	Руководитель проекта, исполнитель	9,8	1909	18708
Итого:					60151

Настоящая статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением научно-технического исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (27)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = T_p \cdot Z_{дн}, \quad (28)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{68976 \cdot 10,4}{224} = 3202 \text{ руб.}, \quad (29)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 12 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель проекта	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
- выходные	53	53
- праздничные	26	26
Потери рабочего времени:		
- отпуск	48	72
- невыходы по болезни	14	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	224	200

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 33162 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 68976 \text{ руб.}, \quad (30)$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 - 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{тс}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата $Z_{тс}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{ci} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная

плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии.

Таблица 13 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	З _{тс} , тыс. руб.	к _{пр}	к _д	к _р	З _м , тыс. руб.	З _{дн} , тыс. руб.	Т _р , раб. дн.	З _{осн} , тыс. руб.
Руководитель проекта	33162	0,3	0,3	1,3	68976	3202	11	35222
Исполнитель	1750	0,3	0,3	1,3	3657	117	51	8578
Итого:								43800

3.2.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 35222 = 4226 \text{ руб.}; \quad (31)$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 8578 = 1029 \text{ руб.},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

3.2.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ)

и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,302 \cdot (35222 + 4226) = 11913 \text{ руб,}$$

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,302 \cdot (8578 + 1029) = 2901 \text{ руб,}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%

Таблица 14 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб	Дополнительная заработная плата, тыс. руб
	Исп. 1	
Руководитель проекта	35222	4226
Исполнитель	8578	1029
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
Итого		
Исполнение 1	14841	

3.2.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 15 - Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	43801	Пункт 4.2.5
2. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12842	Пункт 4.2.6
3. Отчисления во внебюджетные фонды	14814,61	Пункт 4.2.7
4. затраты на материал НИИ	804	Пункт 4.2.5
5. Бюджет затрат НИИ	83823,4	Сумма ст. 1-4
6. Накладные расходы	11561,8	16% ст. 5

3.3 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{83823,4}{83823,4} = 1, \quad (33)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (34)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 20 – Критерии ресурсоэффективности

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Индикатор блокировки линий	Заготовка из круглого прутка	Другая заготовка
1.Безопасность	0,15	5	3	4
2.Экономичность производства	0,15	5	4	2
3.Срок службы	0,1	4	5	3
4. Простота монтажа	0,20	3	2	4
5. Надежность	0,25	4	4	3
6. Материалоемкость	0,15	4	2	4
ИТОГО	1	4,1	2,8	3,3
			5	5

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение, что говорит об эффективности использования технического проекта. Таким образом применение индикатора блокировки линий остается эффективным и сохраняет конкурентоспособность.

В ходе выполнения данной части выпускной квалификационной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения, был произведен SWOT-анализ, планирование, которое ограничило выполнение работы в 116 дней. Также был посчитан бюджет НИИ равный 192930 руб, основная часть которого приходится на зарплаты сотрудников.

SWOT-анализ показал, что наша научная разработка позволит предприятию выйти на рынок, благодаря автоматизации обработки металла, у нашей продукции снижена себестоимость, а благодаря инновационным технологиям увеличена точность.

4 Социальная ответственность

Цель раздела: произвести анализ производственной и экологической безопасности, безопасности в чрезвычайных случаях, затронув правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

4.1 Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для определения опасных факторов на данном производстве воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003- 74. Проанализировав всевозможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 1.

Таблица 1. Опасные факторы при проведении технологических операций

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Заготовительная операция, оборудование: Полуавтоматический дисковый отрезной станок TS-CSA	1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 2. Электрический ток; 3. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материала и заготовок; 4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок,	СанПиН освещение: 52.13330.2011; СанПиН отопление: 60.13330.2012; Электричество: ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.

		инструментов и оборудования.	
--	--	------------------------------	--

Продолжение таблицы 1

<p>2. Токарная операция, оборудование: Универсальный токарный станок ИЖ 250 ИТПМ</p> <p>3. Токарная операция с ЧПУ, оборудование: Токарный станок 16А20ФЗ</p>	<p>1. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны</p> <p>3.Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p>	<p>1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;</p> <p>2. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.</p>	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ;</p> <p>Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Освещение: СанПиН 52.13330.2011;</p> <p>Типовая инструкция по охране труда: РД 153-34.0-03.289-00</p>
<p>4. Фрезерная операция с ЧПУ, оборудование: Фрезерный обрабатывающий центр МЦЗ-700 с ЧПУ</p>	<p>1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.</p>	<p>1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>2. Повышенный уровень статического электричества.</p> <p>3. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.</p>	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ;</p> <p>Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Типовая инструкция по охране труда: РД 153-34.0-03.290-00</p>
<p>5. Сверлильная операция, оборудование: Вертикально-сверлильный станок Промм ВV-25FB/400</p>	<p>1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.</p>	<p>1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.</p>	<p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Производственные процессы: ГОСТ</p>

		2. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок,	12.3.002-75 ССБТ; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;
--	--	---	--

Продолжение таблицы 1

		инструментов и оборудования.	Типовая инструкция по охране труда: РД 153-34.0-03.294-00
6. Слесарная	1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.	Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;
7. Кругло-шлифовальная	1. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования. 2. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок,	Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;
8. Термическая	1. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.	1. Повышенная температура воздуха рабочей зоны.	СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.
9. Промывочная	1. Повышенная или пониженная температура воздуха	1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на	Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; СанПиН

	рабочей зоны.	поверхностях заготовок, инструментов и оборудования. 2. Отклонение параметров микроклимата	микроклимат: 2.2.4.548-96;
10. Консервация	1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.	1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования. 2. Отклонение параметров микроклимата	Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96;

Приведем нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора. Приведем допустимые нормы с необходимой размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора.

Превышение уровней шума

Согласно п.4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96, допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ. Если уровень шума будет выше допустимого, то это скажется на физическом состоянии рабочего. При превышении уровня шума можно воспользоваться следующими методами снижения шума:

– Снижение шума в источнике осуществляется за счет улучшения конструкции машины или изменения технологического процесса.

– Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. Принцип действия СИЗ – защитить наиболее

чувствительный канал воздействия шума на организм человека – ухо. Применение СИЗ позволяет предупредить расстройство не только органов слуха, но и нервной системы от действия чрезмерного раздражителя.

– Методы и средства коллективной защиты, которые включают в себя применение звукоизоляции, акустическую обработку помещений, рациональную планировку предприятий и производственных помещений, а также изменение направленности излучения шума.

Отклонение параметров микроклимата

Поскольку виды работ, выполняемые рабочими классифицируются как категория работ №3 – относятся к работам, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных тяжестей (свыше 10кг) и требующих больших физических усилий. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, в соответствии с периодом года и категорией работ, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 предоставлены в таблице 2.

Таблица 2 - Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория IIб (233... 290)	17-19	16-20	40-60	0,2
Теплый	Категория IIб (233... 290)	19-21	18-22	40-60	0,2

В помещении должны быть предусмотрены система отопления, функционирующая в зимнее время, которая обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха и система вентилирования и кондиционирования в летнее время.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Работая при освещении плохого качества или низких уровней, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к ухудшению физического состояния.

Нормирование естественного и искусственного освещения производится по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 в зависимости от разряда зрительной работы (наименьший размер объекта различения), от контраста объекта различия с фоном и от характеристики фона. Также существует нормирование коэффициента пульсации освещенности для каждого типа ламп.

В производственных помещениях, в случаях преимущественной работы с деталями, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов и тд.).

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 определяем что вид работ относится к работам средней точности, следовательно, освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали должна быть 400-500 лк.

В случаях если освещенность не достигает 400-500 лк следует пересмотреть проектировку размещения устройств освещения, либо заменить устройства освещения.

Электрический ток

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Основными средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения; защитное заземление, зануление или

отключение; вывешивание предупреждающих надписей; контроль за состоянием изоляции электрических установок.

Цех производственного предприятия относится к категории помещений с повышенной опасностью, т.к. в помещении имеются токопроводящие изделия, повышенная влажность и т.д. Оборудование должно подключаться к сети, которая имеет защитное заземление.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает тепловое (ожоги, нагрев сосудов), механическое (разрыв тканей, сосудов при судорожных сокращениях мышц), химическое (электролиз крови), биологическое (раздражение и возбуждение живой ткани) или комбинированное воздействие.

Требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации, а также технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность электроустановок различного назначения приведены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

Термическая опасность

Источником данного фактора может возникнуть горячий инструмент, заготовка, поверхности оборудования и др. Характер фактора – физический. Термические опасности могут приводить к:

- ожогам и ошпариванию из-за соприкосновения с предметами или материалами, имеющими чрезвычайно высокую или низкую температуру, вызванную, например, пламенем или взрывом, а также излучением источников тепла;

- ущербу здоровью из-за воздействия высокой или низкой температуры окружающей производственной среды.

Работники, связанные с термической обработкой заготовки (детали) должны иметь при себе средства индивидуальной защиты: специальные защитные очки, индивидуальные средства защиты органов дыхания,

перчатки, прихваты, прижимы и др. Данные средства защиты подойдут и для защиты от механических повреждений, таких как, острые кромки, шероховатость поверхностей заготовки и др.

Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.

Оградительные устройства применяются для изоляции систем привода машин и агрегатов, зоны обработки заготовок станков, прессов, штампов, ограждения токоведущих частей, зон интенсивных излучений, зон выделения вредностей, загрязняющих воздушную среду, и т. д. Ограждаются также рабочие зоны, расположенные на высоте (леса и т. п.).

– Стационарные ограждения (любое стационарное ограждение является постоянной частью данной машины и не зависит от движущихся частей, выполняя свою функцию);

– Совмещенные защитные устройства; – Регулируемые защитные устройства (регулируемые защитные устройства позволяют достичь гибкости в выборе различных размеров материалов);

– Саморегулирующиеся защитные устройства (открытие саморегулирующихся устройств зависит от движения материала).

Применение этих методов отдельно или комплексно помогут избежать несчастных случаев, связанных с подвижными частями производственного оборудования.

4.2 Экологическая безопасность

В результате изготовления детали по технологическому процессу, были выявлены источники загрязнения гидросферы – использованная смазочно-охлаждающая жидкость для обработки детали и химический раствор для получения покрытия.

Приготовление жидкости состоит в смешении масла с водой и эмульгатором. Все масляные эмульсии обладают большой устойчивостью. При обычном отстаивании в течение 3 месяцев концентрация масла

снижается всего на 10—20 %. Обычно срок службы эмульсий не превышает 1 мес.

Предприятия производят сброс отработанных СОЖ в канализацию и наносит вред окружающей среде. Для утилизации, отработанной СОЖ применяют следующие методы: центрифугирование, реагентную коагуляцию, термический метод, а также их комбинацию.

На предприятии предлагается использовать метод центрифугирования с добавлением кислоты, содержанием которой можно обеспечивать рН среды, равный 1-2. Для этого требуется покупка или изготовление центрифуги с кислотостойким покрытием.

В гальваническом производстве неизбежно образуются токсичные сточные воды, которые необходимо обезвреживать.

Значительная часть предприятий, имеющих гальваническое производство, не имеет очистных сооружений и сбрасывает промышленные стоки в городскую канализацию.

Учитывая вышеизложенное, а также в целях экономии материальных ресурсов (поскольку содержание цветных металлов в осадках очистных сооружений соизмеримо с их содержанием в природном сырье), утилизация отходов гальванических производств имеет важное экологическое и экономическое значение.

Методы очистки сточных вод гальванических производств подразделяются на химические, электрохимические и физические. Система очистки сточных вод может быть проточной и замкнутой. При проточной системе очистки сточные воды после нейтрализации сбрасываются в канализацию. Замкнутые системы очистки используют в технологическом цикле очищенные сточные воды. Конечно, замкнутая система требует от предприятия более глубокой очистки сточных вод, но ее использование исключает сброс токсичных веществ в городскую канализацию, поэтому оно более прогрессивно и предпочтительно.

Таким образом, проблема с экологической безопасностью является решенной.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайными ситуациями на производственном предприятии могут быть пожары. Основы пожарной безопасности определены по ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.1.010-76.

Все производства по пожарной опасности подразделяются на 5 категорий: А, Б, В, Г, Д. Производственное помещение, в котором выполняется технологический процесс, относится к категории В.

Причинами пожара могут быть: токи короткого замыкания, электрические перегрузки, выделение тепла, искрение в местах плохих контактов при соединении проводов, курение в неположенных местах.

4.3.1 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара и разработка порядка действия в случае его возникновения

Тушение горящего электрооборудования под напряжением должно осуществляться имеющимися огнетушителями ОУ-5. Чтобы предотвратить пожар в производственном помещении, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы поводится влажная уборка всех помещений;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
- на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из здания с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;
- уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы, оборудование и т.д. и отключение силовой и осветительной электрической сети. Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:
 - правильная эксплуатация приборов, установок;
 - правильное содержание помещения;

- противопожарный инструктаж сотрудников аудитории;
- издание приказов по вопросам усиления ПБ;
- организация добровольных пожарных дружин, пожарно-технических комиссий;
- наличие наглядных пособий и т.п.

В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану по номеру 01 и покинуть помещение, руководствуясь планом пожарной эвакуации.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности

Согласно трудовому кодексу РФ, принятому 26 декабря 2001 г., существует перечень регламентов касающихся правовых вопросов обеспечения безопасности, таких как:

- заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста шестнадцати лет, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом, другими федеральными законами;
- лица, получившие общее образование или получающие общее образование и достигшие возраста пятнадцати лет, могут заключать трудовой договор для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда их здоровью;
- обязательному предварительному медицинскому осмотру при заключении трудового договора подлежат лица, не достигшие возраста восемнадцати лет, а также иные лица в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами;
- нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать сорока часов в неделю;
- во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.

4.4.2 Организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования», определяются общие эргономические положения при работе стоя, такие как:

- рабочее место для выполнения работ стоя организуют при физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя. Категория работ - по ГОСТ12.1.005-76;

- конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы;

- рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

Также в данном ГОСТе указаны общие характеристики рабочего места, требования к размещению органов управления и средств отображения информации.

Согласно ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», существует ряд общих положений, которые предъявляются к системе «человек — машина — среда», таких как:

- эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться его соответствие антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда;

- эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться к тем его элементам, которые сопряжены с

человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации, монтажа, ремонта, транспортирования и хранения производственного оборудования;

– при установлении эргономических требований к производственному оборудованию необходимо рассматривать оборудование в комплексе со средствами технологической и в необходимых случаях организационной оснастки.

Заключение

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс детали типа «Хвостовик» и проведён анализ технологичности. Были подобраны оборудования и приспособления для изготовления детали. Были рассчитаны припуски на механическую обработку. Также были рассчитаны режимы и силы резания

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы научились проводить SWOT анализ и приобрели навыки по разработки управляющих программ для станков с числовым программным управлением. Также закрепили знания по размерному анализу и по техники безопасности.

Задачи выпускной квалификационной работы были выполнены на все сто. Проанализировав данные по производству детали типа «Хвостовик» был разработан технологический процесс предусматривающий эффективное использования технологий предприятия.

Список используемой литературы

1. Основные методы проектирования технологических процессов, : http://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php?dir=3&tutindex=4&index=18&layer=1
2. ГОСТ 3.1407-56 Единая система технологической документации. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированы по методам сборки.
3. ГОСТ 3.1404-86 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
4. ГОСТ 3.1404-86 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
5. ГОСТ 3.1407-56 Единая система технологической документации. Формы и требования к заполнению и оформлению документов на технологические процессы, специализированы по методам сборки.
6. ГОСТ 3.1105-2011 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения.
7. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Справочник технолога-машиностроителя, Т2, М.; Машиностроение, 1985г., 492 с.
8. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 144 с.
9. Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием- Рекомендовано Ученым советом ВятГУ в качестве учебного пособия для практических занятий, курсового и дипломного проектирования / Ю.И.Кувалдин, В.Д.Перевощиков Киров 2005. – 158 с : [эл. ресурс]
Режим доступа: <http://www.novsu.ru/file/799425>
10. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 144 с.

11. Технологическая подготовка производства детали. [Электронный ресурс].

Режим доступа:

<http://www.grandars.ru/student/ekonomicheskayateoriya/tehnologicheskaya-podgotovka.html>

**Приложение А
(обязательное)**

Комплект документов

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

НИ ТПУ

ФВТМ.4А31082.ВКР

ФВТМ 4А31

Хвостовик

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На технологический процесс механической обработки

детали «Хвостовик»

Проверил: руководитель, доцент

_____ Ефременков Е.А.

Выполнил: студент группы 4А31

_____ Кучкоров Х.Б.

ТЛ

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

2

ФВТМ.4А31082.ВКР

ИФВТ 4А31

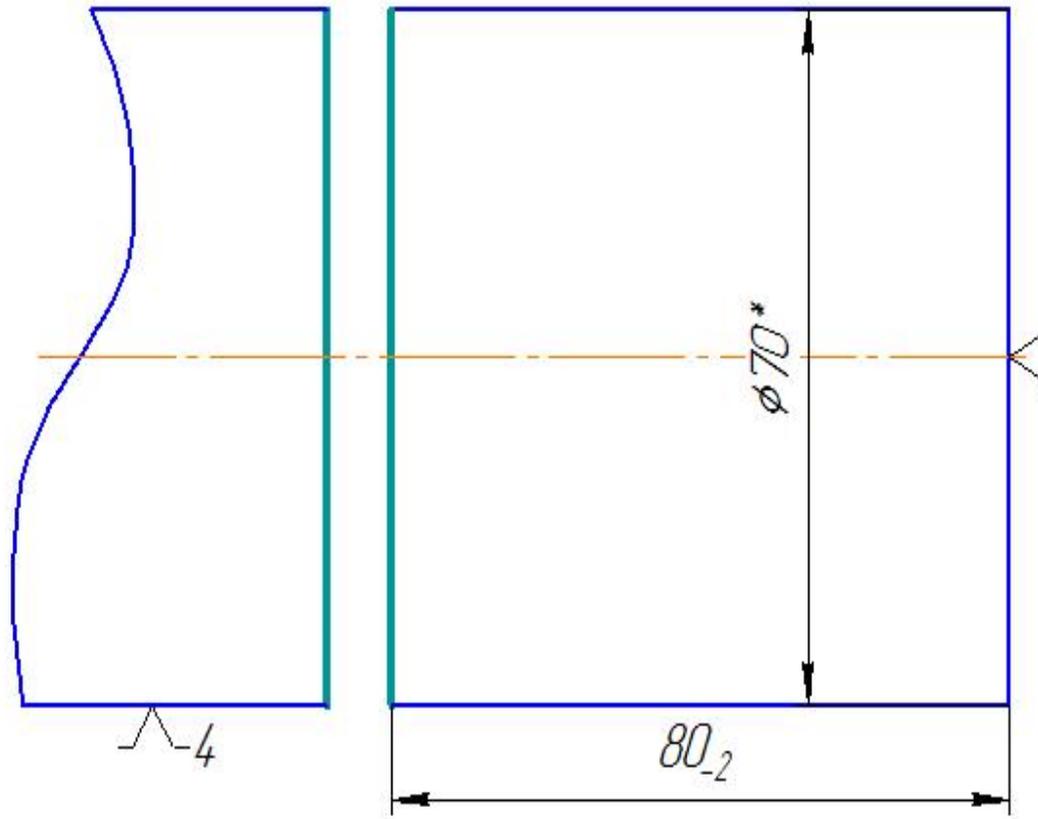
А	цех	Уч.	Рм	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						см	Проф.	Р	УТ	КР	КОИ	ЕН	ОП	К шт.	Тп.з	Т шт.
Б	Код, наименование оборудования					см	Проф.	Р	УТ	КР	КОИ	ЕН	ОП	К шт.	Тп.з	Т шт.
А01					050 Круглошлифовальный											
Б02					Круглошлифовальный станок 3М151	шлифовщик	3	19100	1	1	1			0,096	6	0,25
А03					055 Слесарная	Слесарь	2	18446	1	1	1			0,385	0,1	1,05
А04					060 Промывочная	Мойщик	1	14509	1	1	1			0,096	5	0,25
А05					065 Контрольная	Контролер	1	12958	1	1	1			0,022		0,33
06					070 Консервация	Консервировщик	1	12916	1	1	1			0,145	5	0,18
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
МК																

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

								7	1
--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

Разраб.	Кучкоров Х.Б.			НИ ТПУ	ФВТМ.4А31082ВКР	ИФВТ 4А31					
Провер.	Ефременков Е.А.										
Н.контр.	Ефременков Е.А.			ХВОСТОВИК				01	05	02	005



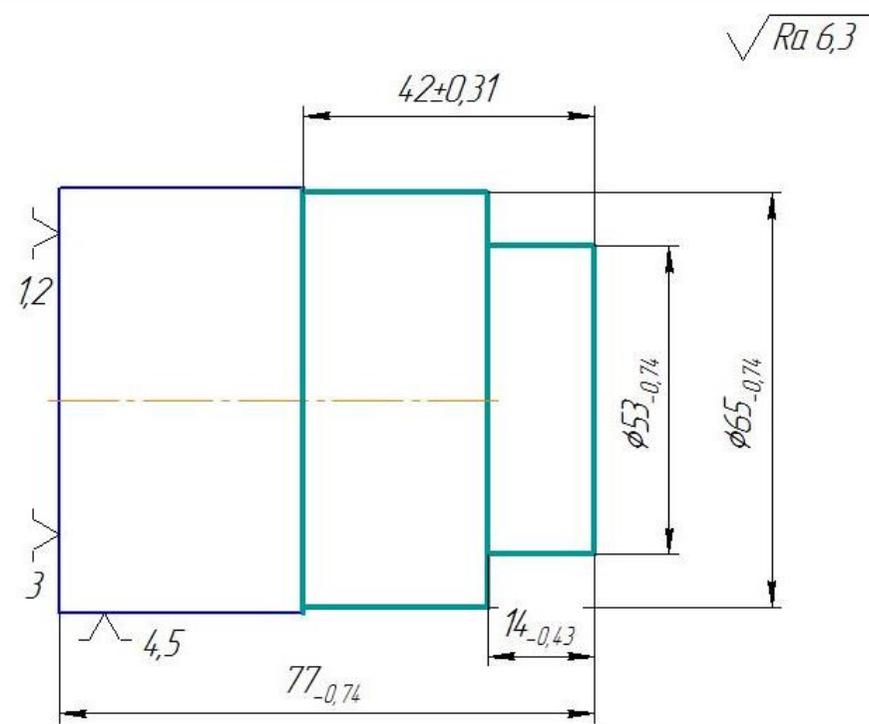
Дубл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

7

2

Разраб.	Кучкоров Х.Б.			НИ ТПУ	ФВТМ.4А31082ВКР		ИФВТ 4А31				
Провер.	Ефременков										
Н.контр.	Ефременков			ХВОСТОВИК				02	05	02	010



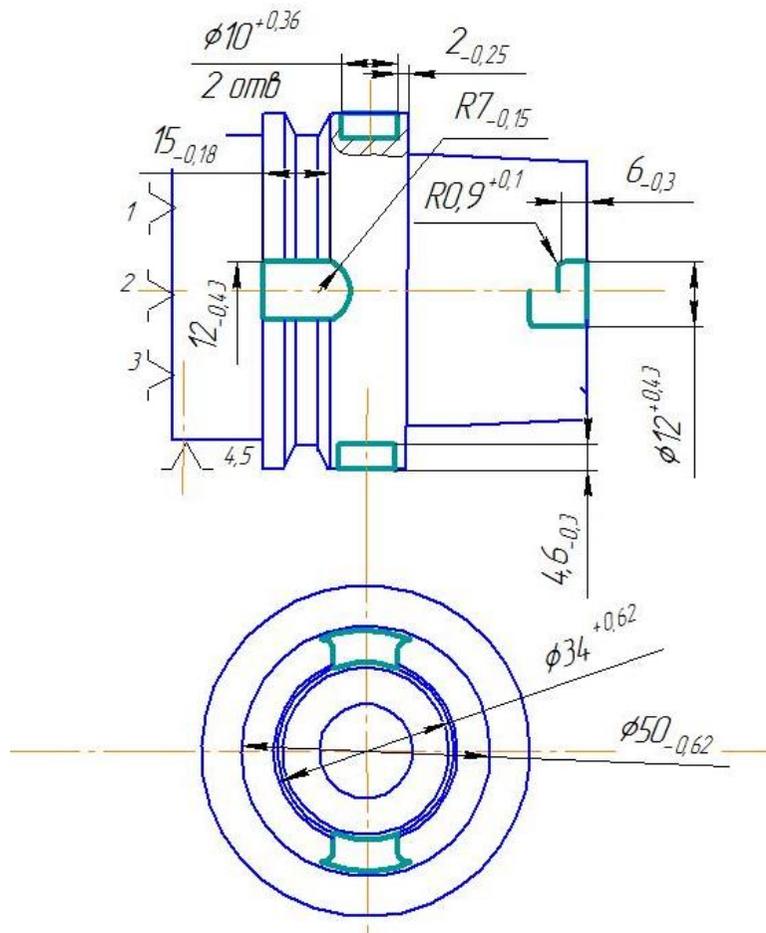
КЭ

Карта эскизов

Р	ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
Дубл.								
Взам.								
Подл.								
								5
								015
О 01								
Т 02								
Т 03								
Т 04								
Р 05	5	76	35	1	2	0,1	1700	180
Т 06								
Т 07								
Т 08								
Т 09								
Р 10	5	40	2	0,5	2	0,05	2000	195
О 11								
Т 12								
Т 13								
Т 14								
Р 15	5	32	1	1	2	0,1	1700	180
ОК								

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

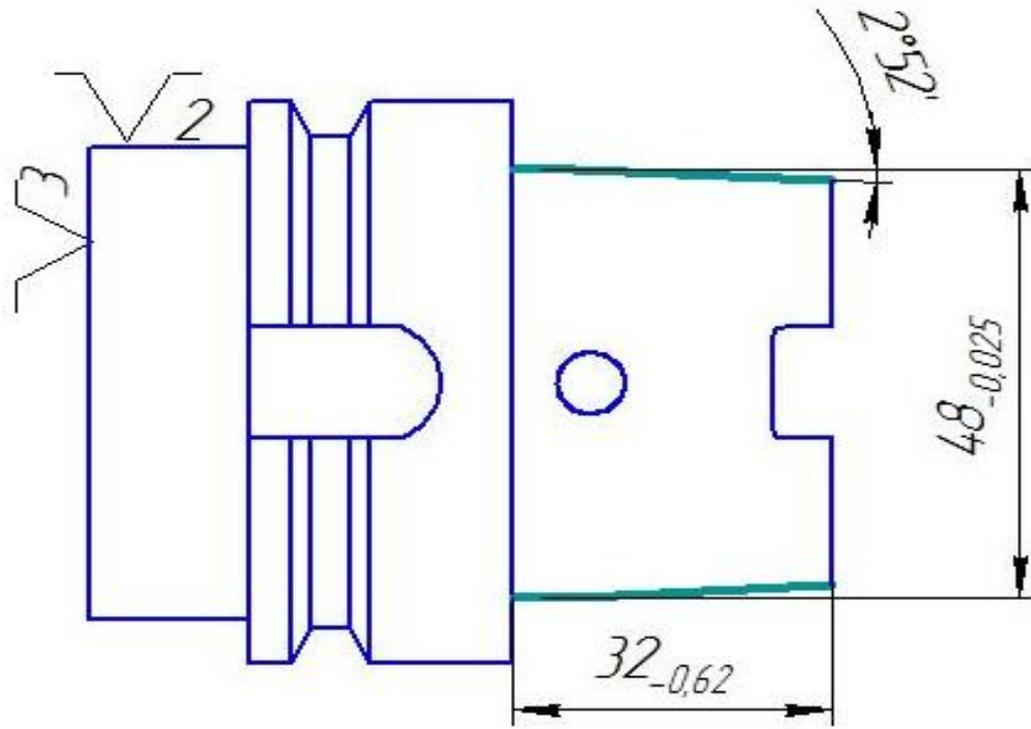
								7	4		
Разраб.	Кучкоров Х.Б.			НИ ТПУ	ФВТМ.4А31082ВКР	ИФВТ 4А31					
Провер.	Ефременков										
Н.контр.	Ефременков			ХВОСТОВИК				04	05	02	020



КЭ	Карта эскизов										
----	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

												7	6		
Разраб.	Кучкоров Х.Б.			НИ ТПУ	ФВТМ.4А31082ВКР							ИФВТ 4А31			
Провер.	Ефременков Е.А.					ХВОСТОВИК						06	05	02	050
Н.контр.	Ефременков Е.А.														



КЭ	Карта эскизов
----	---------------

