

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы – Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства детали «Звездочка муфты» на станках с ЧПУ УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7А	Кожевников Павел Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Анисимова Мария Александровна			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина Вероника Анатольевна	канд. экон. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Ефременков Егор Алексеевич	К.Т.Н		

**Результаты обучения по направлению 15.03.01 Машиностроение
по специализации Машины и технология высокоэффективных
процессов обработки материалов**

	Результат обучения
Р1	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; 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.
Р2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
Р3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
Р4	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.

Р5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительномонтажных производствах.
Р6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительномонтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
Р7	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
Р8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного

	<p>проектирования, 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.</p>
P9	<p>Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного, ракетно-космического и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций</p>
P10	<p>Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.</p>
P11	<p>Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.</p>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы – Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4А7А	Кожевников Павел Александрович

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали «Звездочка муфты» на станках с ЧПУ

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№111-35/с от 21.04.2021
---	-------------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

1. Чертеж детали «Звездочка муфты»;
2. Тип производства – мелкосерийное.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка технологического процесса; 2. Социальная ответственность 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж детали; 2. Чертеж специального приспособления; 3. Комплект документов; 4. Карты наладки.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Черемискина М.С.</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Маланина В.А.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Реферат</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>16.12.2020</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель</p>	<p>Анисимова Мария Александровна</p>			<p>16.12.2020</p>

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>4А7А</p>	<p>Кожевников Павел Александрович</p>		<p>16.12.2020</p>

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 95 страниц, 7 рисунков, 30 таблицы, 16 литературных источников, 6 листов демонстрационного материала.

Ключевые слова: звездочка муфты, технологический процесс, станок с ЧПУ, технологическая оснастка, базирование, приспособление, гибкий производственный модуль, вертикальный токарный центр, развёртка.

Тема ВКР: Технологическая подготовка производства детали «Звездочка муфты» на станках с ЧПУ.

Целью данной выпускной работы является разработка технологической документации на изготовление заданной детали с применением оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ). В данном технологическом процессе используется: высокопроизводительное оборудование с ЧПУ; современный режущий инструмент; специальные и универсальные приспособления, что позволяет снизить трудоемкость и снизить затраты времени на производство детали.

В процессе выполнения ВКР были подробно рассмотрены следующие разделы: Проектирование технологического процесса изготовления детали; Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; Социальная ответственность.

В разделе «Проектирование технологического процесса» были рассмотрены следующие этапы: анализ технологичности; проектирование технологического маршрута и операций; разработаны управляющие программы для станков с ЧПУ; разработано специальное приспособление; предложена схема гибкого производственного модуля.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные факторы присущие данному технологическому процессу, выбрано наиболее вероятное ЧП и разработаны мероприятия по его устранению.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана стоимость разработки технологического процесса.

Перечень стандартов, используемых при оформлении пояснительных
записок и чертежей

1. ГОСТ 1050-2013Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей.
2. ГОСТ 2590-2006Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый.
3. ГОСТ 9.306-85 ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения.
4. ГОСТ Р 53924-2010Полотна ленточных пил. Типы и основные размеры.
5. ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП Поля допусков и рекомендуемые посадки.
6. ГОСТ 12195-66Приспособления станочные. Призмы опорные.
7. Конструкция.
8. ГОСТ 24104-2001Весы лабораторные. Общие технические требования.
9. ГОСТ 2424-83Круги шлифовальные. Технические условия.
10. ГОСТ 18880-73Резцы токарные подрезные, отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.
11. ГОСТ 18879-73Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.
12. ГОСТ 18883-73Резцы токарные расточные с пластинами из твердого сплава для обработки глухих отверстий. Конструкция и размеры.
13. ГОСТ 2675-80Патроны самоцентрирующиеся трехкулачковые. Основные размеры.
14. ГОСТ 14952-75Сверла центровочные комбинированные. Технические условия.
15. ГОСТ 10903-77Сверла спиральные с коническим хвостовиком.
16. Основные размеры.
17. ГОСТ 13598-85Втулки переходные для крепления инструмента с коническим хвостовиком. Конструкция и размеры.

18. ГОСТ 9378-75 Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия.
19. ГОСТ 1465-80 Напильники. Технические условия.
20. ГОСТ 1513-77 Надфили. Технические условия.
21. ГОСТ 2682-86 Оправка с конусом Морзе для сверлильных патронов.
22. Конструкция и размеры.
23. ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия.
24. ГОСТ 4126-66 Шаблоны радиусные.
25. ГОСТ 26228-90 Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенклатура показателей.
26. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.
27. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
28. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
29. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
30. Р 2.2.200605 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
31. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
32. Шум. Общие требования безопасности.
33. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
34. ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
35. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)

36. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны¹⁰
37. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки"
38. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
39. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы.
40. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
41. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
42. СНиП 11-2-80 Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
43. ГОСТ 27782-88 Материалоемкость изделий машиностроения. Термины и определению.

Оглавление

Введение	13
1 Технологическая подготовка производства. Основные положения.....	15
1.1 Анализ технологичности детали	15
1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали	17
1.3 Способ получения заготовки	18
1.4 Проектирование технологического маршрута.....	19
1.5 Расчет припусков на обработку.....	20
1.6 Проектирование технологических операций.....	26
1.6.2 Уточнение содержания переходов	32
1.6.4 Выбор и расчет режимов резания.....	38
1.6.5 Нормирование технологических переходов	40
1.7 Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ	42
1.8 Техничко-экономические показатели технологического процесса.....	44
1.9 Проектирование средств технологического оснащения	46
1.9.1 Обоснование выбора схемы приспособления.....	46
1.9.3 Проектирование гибкой производственной системы (модуля)	50
2 Социальная ответственность	54
2.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	54
2.2 Производственная безопасность	55
2.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов	56
2.3.1 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)	62
2.4 Экологическая безопасность	67
2.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	68
Заключение:	70
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	72
3.1 Введение	72
3.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	72

3.2.1 Анализ конкурентных технических решений	72
3.2.2 Анализ конкурентных технических решений	73
3.3 Технология QuaD	74
3.3 SWOT-анализ.....	76
3.4 Планирование научно-исследовательских работ	79
3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования	79
3.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения.....	80
3.4.3 Бюджет научно-технического исследования	85
3.4.4 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	85
3.4.5 Расчет амортизации специального оборудования	86
3.4.6 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	86
3.4.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	88
3.4.8 Накладные расходы	88
3.4.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ...	89
Заключение	90
Список литературы	91
Приложение А	93
Приложение Б.....	Ошибка! Закладка не определена.

Введение

В современном обществе уровень жизни определяется эффективностью производства. Основная задача – это повышение производительности и качества выпускаемой продукции. Это может быть достигнуто на основе высокоэффективных технологий автоматизированного производства.

Автоматизированное производство очень важно для достижения высокоэффективного производства. Чем лучше отлажен процесс производства, тем выше производительность и качества выпускаемой продукции.

Точность большинства изделий в современном машиностроении является важнейшей характеристикой их качества. Повышение точности изготовления деталей приводит к увеличению долговечности и надежности эксплуатации машин [1].

Для увеличения точности процесса разработки и изготовления изделия (машины, агрегата, узла) в работе использовался современный вертикальный токарный центр с числовым программным обеспечением (ЧПУ), который может выполнять роли как фрезерного, так и токарного станка, что в свою очередь позволило сократить затраты технологической подготовки производства в условиях мелкосерийного производства.

Технологическая подготовка производства (ТПП) - сумма мероприятий по обеспечиванию технологической готовности производства детали [1].

Она включает в себя проектирование технологических процессов производства; выбор и размещение оборудования; определение технологической оснастки; разработку методов технического контроля, нормирования материально-технических затрат.

Главные задачи ТПП:

- проектирование и освоение новых и модернизация действующих технологических процессов изготовления изделий и их частей;

- создание базы знаний для внедрения прогрессивных методов и форм организации автоматизированного производства;

- механизация и автоматизация производственных процессов.

Целью данной работы является технологическая подготовка производства изготовления детали «Звездочка муфты».

В данной работе представлено следующее: проектирование технологического маршрута, процесса, операций, а также средств технологического оснащения и гибкой производственной системы.

Важнейшей частью проектирования технологического процесса является написание управляющих программ по обработки детали на станках с ЧПУ и расчет припусков на механическую обработку.

Разработанный технологический процесс (ТП), выбор оборудования и его режимов обработки определяют основные нормы расхода рабочего сырья, времени, материалов, энергии для производства детали «Звездочка муфты».

В разделе социальной ответственности рассмотрены вредные производственные факторы, которые присутствовать на планируемом производстве, а также приняты меры по снижению их последствий на рабочих местах.

В разделе финансового менеджмента произведен расчет затрат на проектирование данного технологического процесса.

1 Технологическая подготовка производства. Основные положения.

1.1 Анализ технологичности детали

Цель анализа технологичности конструкции детали - это выявление недостатков, содержащихся в чертежах детали и предъявляемых требованиях, а также возможное улучшение технологичности конструкции детали.

Технологичность конструкции — это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте изделий для заданных значений показателей качества и условий выполнения работ. Технологичность конструкции изделия должна отвечать также и требованиям сборки и эксплуатации. Основными требованиями сборки являются обеспечение возможности сборки без пригоночных работ (или при наименьшем их количестве), создание возможности независимой сборки узлов изделия, наименьшее количество деталей как по наименованиям, так и в штуках, наиболее высокий уровень взаимозаменяемости, стандартизации, унификации и нормализации сборочных единиц и их изделий, наличие удобных сборочных баз, исключение необходимости разборок при регулировках и др.

Деталь – «Звездочка муфты», производится из марки «Сталь 10 ГОСТ 1050-88 иллюстрирована на рисунке 1. Химический состав и свойства стали представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Химический состав стали 10

C	Si	Mn	Ni	P	S	Cr	Cu
0.07- 0.14	0.17- 0.37	0.35- 0.65	0.30	0.035	0.040	0.15	0.30

Таблица 2 – Механические свойства стали 10 (после нормализации)

Предел текучести, Н/мм ² , не менее	Предел краткосрочного сопротивления, Н/мм ² , не менее	Минимальное относительное удлинение, %, не менее	Относительное сужение, %, не менее
205	330	31	55

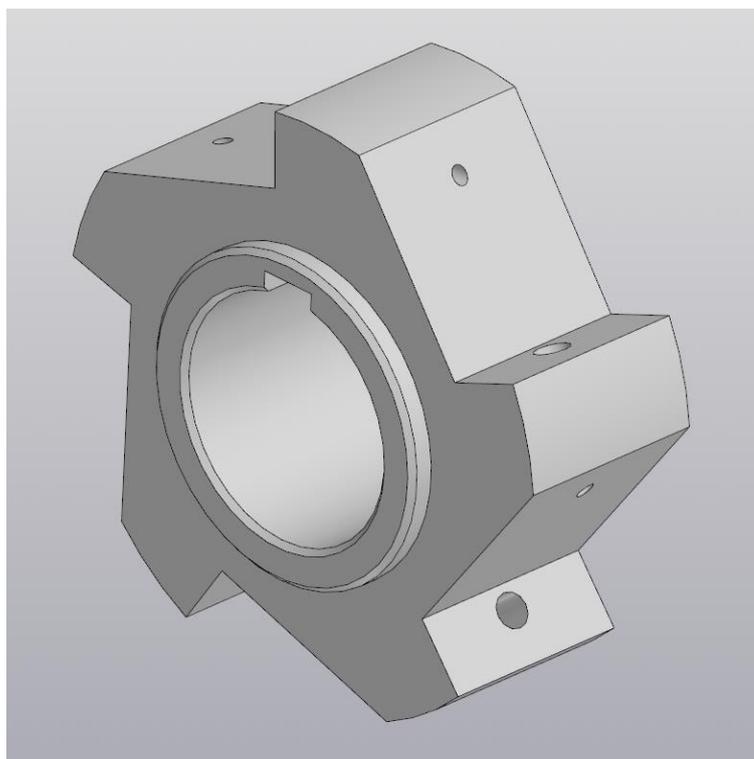


Рисунок 1 – 3Д модель детали «Звездочка муфты»

Сталь марки 10 распространена по причине низкой стоимости и высоких эксплуатационных качеств. Область применения стали марки 10 обширна: листовой прокат для холодной штамповки; детали, от которых требуется высокая пластичность и сохранение характеристик при температуре до 400 °С, детали, которые необходимы, после химико-термической обработки, высокие показатели твердости и износостойкости (звёздочки, втулки, диски и т. п.).

1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Надежность и долговечность машин зависит от эксплуатационных свойств их деталей и соединений - статической, усталостной и контактной прочности, коррозионной стойкости, износостойкости и др. Указанные свойства, в свою очередь, зависят от механических свойств материалов, точности размеров деталей, параметров качества их поверхностного слоя и условий эксплуатации.

Надежность машин, определяемая точностью изготовления ее деталей, в большей степени зависит от контактной жесткости их соединений. Около 70 процентов выхода из строя машин определяются износом деталей в ходе длительных нагрузок элементов станка. Поэтому износостойкость имеет важную роль в обеспечении надежности составных частей машин [2].

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAD/CAE/PEM-системы. Для детали «Звездочка муфты», показанная на рисунке 2, проведены расчеты напряжений при ее рабочей нагрузке. Для этого была приложена внешняя распределенная нагрузка, равная $P=1000$ Н. Моделирование и расчеты были выполнены в программе КОМПАС3D v19.1 (приложение АРМ FEM).

Из карты и диаграммы максимальных напряжений, можем наблюдать, что максимальное напряжение не переступает отметку в 1,98 МПа, что меньше предела текучести, который равен около 205 Мпа. На других конструктивных элементах, в среднем действует напряжение около 1 МПа. Из этого можно сделать вывод, что деталь работает в зоне упругой деформации.

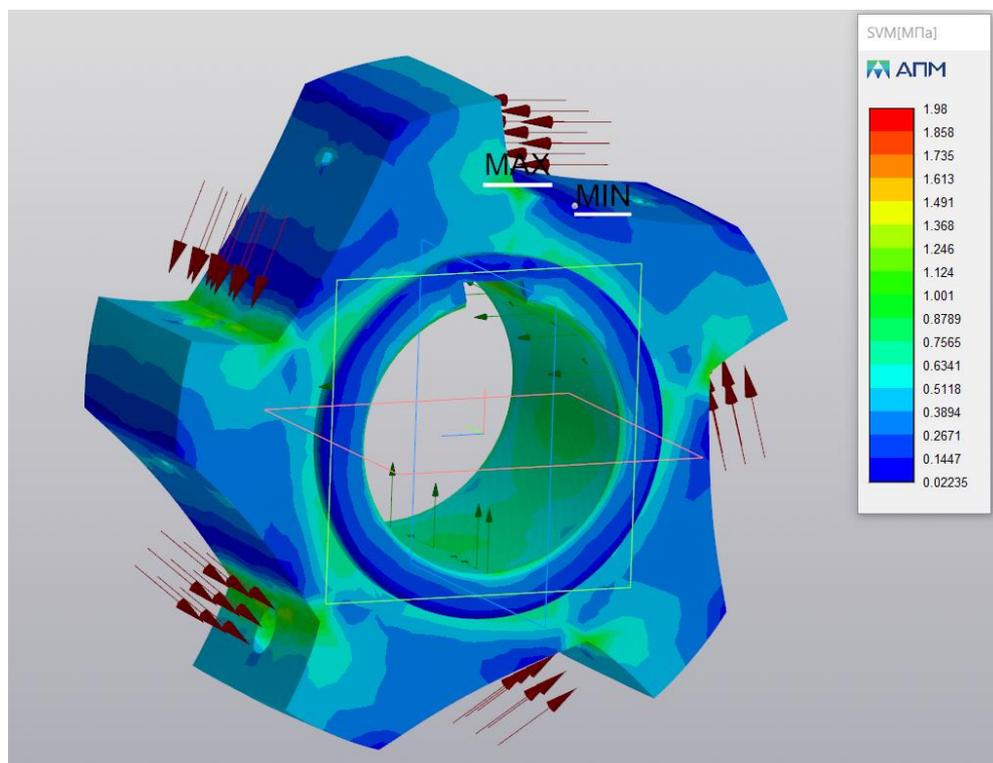


Рисунок 2 – Статическое узловое напряжение модели

1.3 Способ получения заготовки

Существует много различных способов получения заготовки будущей детали: литье, штамповка, спекание порошков металлов, высадка, волочение и т.д. На выбор заготовок влияют: материал детали, конструкция и размеры детали, программа выпуска, наличие оборудования в заготовительных цехах и другие реальные производственные условия изготовления. В основе выбора заготовки для последующей механической обработки изделия лежит: обеспечение наименьшего расхода металла при изготовлении заготовок и при последующей их механической обработке; обеспечение наименьших затрат труда, средств и энергии на производство заготовок и на последующую их механическую обработку. Чем больше размеры и формы заготовок приближаются к формам готового изделия, тем меньше будет станкоёмкость и трудоемкость механической обработки, а также тем она проще и дешевле.

Было решено рассмотреть два способа получения заготовки:

- получение заготовки из сортового проката;

- получение заготовки путем отливки.

По ГОСТ 27782-88 коэффициент использования материала (КИМ) – это показатель, характеризующий степень полезного расхода материала на производство изделия, который определяется по формуле [3]:

$$K = \frac{q}{Q}$$

где q- масса готовой детали кг;

Q- масса исходной заготовки кг;

Массу готовой детали определяем с помощью программного обеспечения «Компас 3D V19.1». КИМ для прутка равен:

$$K = \frac{q}{Q} = \frac{1,25}{3,5} = 0,36 ,$$

КИМ для литья равен:

$$K = \frac{q}{Q} = \frac{1,25}{4} = 0,31.$$

Сравнивая коэффициенты, можно увидеть, что заготовка из прутка подходит лучше для изготовления детали, чем из отливки. Использование прутка в качестве заготовки сократит время на механическую обработку. В мелкосерийном производстве изготовление малогабаритных заготовок выгоднее. Поскольку планируется выпуск 100 деталей в год, то получение заготовок путем отрезки прутка нам подходит [1].

1.4 Проектирование технологического маршрута

Маршрут согласно ГОСТ 14.0004-83 является последовательностью прохождения заготовки детали по цехам и производственным участкам предприятия в ходе технологического процесса изготовления.

Последовательность операций для изготовления заданной детали «Звездочка муфты» согласно техническим требованиям, условиям производства и требуемым параметрам точности представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Технологический маршрут детали «Звездочка муфты»

005	Заготовительная
010	Токарная с ЧПУ
015	Долбежная
020	Слесарная
025	Контрольная
030	Фрезерная с ЧПУ
035	Слесарная
040	Контрольная
045	Цементация
050	Круглошлифовальная
055	Плоскошлифовальная
060	Слесарная
065	Промывочная
070	Контрольная
075	Консервация

1.5 Расчет припусков на обработку

Слой материала, который необходимо удалить с заготовки в процессе обработки, называется припуском.

Общий припуск складывается из промежуточных или операционных, которые снимаются за операцию или переход.

При назначении припуска учитывается конфигурация и размеры заготовки, методы обработки, характеристики оборудования, СТО, инструмента и их состояния.

Допускаемые отклонения величины припуска z для обработки изделия определяется допуском на припуск по формуле:

$$\delta = Z_{i \max} - Z_{i \min}$$

Было решено проводить расчет припуска расчетно-аналитическим методом для сквозного отверстия $\varnothing 42$ мм.

Технологический маршрут обработки отверстия:

- 1) черновое растачивание;
- 2) тонкое растачивание.

Общее значение пространственных отклонений для заготовки определяется по формуле:

$$\rho_{\text{заг}} = \Delta_k \cdot l = 2 \cdot 45 = 90 \text{ мкм.}$$

где Δ_k – предельная кривизна заготовки.

Согласно нормативным данным: $\Delta_k=2$ мкм/мм; l – длина заготовки.

Определим остаточную пространственную погрешность после механических обработок. После черновой обработки лезвийным инструментом она составит [5]:

$$\rho_{\text{черн}} = k_y \cdot \rho_{\text{заг}} = 0,06 \cdot 90 = 5,4 \text{ мкм.}$$

где k_y – коэффициент уменьшения погрешности.

Для чернового точения $k_y=0,06$.

Погрешность установки при черновой обработке:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2};$$

$\varepsilon_6 = 0$, т.к. установлено по внешней поверхности в зажимной цанге по упору.

$\varepsilon_3 = 70$ мкм, т.к. установлено по внешней поверхности в зажимной цанге по упору.

$$\varepsilon_1 = 70 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки при чистовом фрезеровании:

$$\varepsilon_2 = 0,05 \varepsilon_1 + \varepsilon_{\text{инд}} = 3,5 \text{ мкм};$$

Поскольку черновая и чистовая обработка производится в одной установке, то $\varepsilon_{\text{инд}} = 0$.

На основании исходных данных, произведем расчет минимальных значений межоперационных припусков. Минимальный припуск Z_{min} на предварительное точение будет равен:

$$2 \cdot Z_{\text{min}} = 2 \cdot \left((Rz_{i-1} + T_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{i-1}^2} \right) = 2 \cdot (120 + 120 + \sqrt{(100,5)^2 + 70^2}) = 725 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск Z_{\min} на тонкое точение будет равен:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left((Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{i-1}^2} \right) = 2 \cdot (50 + 50) + \sqrt{(6,03)^2 + (3,5)^2} = 214 \text{ мкм.}$$

Расчетные размеры по операциям механической обработки составят:

- после тонкого точения – 42 мм;
- после предварительного точения – $42 + 0,214 = 42,214$ мм;
- размеры заготовки – $42,214 + 0,725 = 42,939$ мм.

По таблице определяем для каждой операции значения допусков в соответствии с качеством точности. Суммируя наименьшие значения размеров по операциям с соответствующими значениями допусков, получим наибольшие значения размеров:

- после тонкого точения – $42 + 0,009 = 42,009$ мм;
- после предварительного точения – $42,214 + 0,45 = 42,664$ мм;
- размеры заготовки – $42,939 + 0,9 = 42,839$ мм.

Определим предельные значения припуска:

- тонкое точение

$$Z_{\min} = 42,214 - 42 = 214 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max} = 42,664 - 42,009 = 655 \text{ мкм.}$$

- предварительное точение

$$Z_{\min} = 42,939 - 42,214 = 725 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max} = 42,839 - 42,664 = 175 \text{ мкм.}$$

Определяем минимальные и максимальные общие припуски:

$$Z_{\min}^0 = 0,96 \text{ мм};$$

$$Z_{\max}^0 = 1,83 \text{ мм.}$$

Таблица 4 – припуски на обработку наибольшего

Технологический переход обработки	Элемент припуска, мкм				Z_{min} , мкм	Расчетный размер, мм	Допуск мкм, δ	Предельные размеры, мм		Предельное значение припуска, мкм	
	R_z	T	ρ	ε_y				d_{max}	d_{min}	Z_{max}	Z_{min}
Горячая объемная Штамповка	120	120	100,5	-	-	42,939	900	42,839	42,939	-	-
Черновое растачивание	50	50	6,03	70	725	42,214	450	42,664	42,214	1175	725
Тонкое растачивание	20	25	-	3,5	214	42,000	9	42,009	42,000	655	214

Деля выводы из рассчитанных припусков под обработку, максимальных значений размеров, назначения и типа обрабатываемой поверхности, точить отверстие $\varnothing 42$ будем расточным резцом для сквозных и глухих отверстий (рисунок 3).

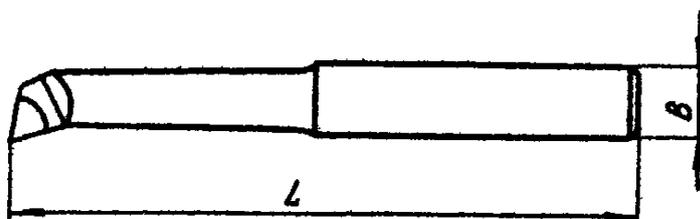


Рисунок 3 - Резцы токарные расточные для сквозных и глухих отверстий, ГОСТ 18882-73

Таблица 5 - Виды расточных резцов для сквозных и глухих отверстий

Обозначение	Н x В, мм	l, мм	D _{max} , мм	Форма пластины
2145-0639	16 x 16	80	25	01311
2145-0643	16 x 16	100	30	01311
2145-0642	16 x 16	125	50	01311
2145-0645	20 x 20	110	60	61351
2145-0646	20 x 20	125	70	61351
2145-0647	20 x 20	180	70	61351
2145-0649	25x 25	125	80	61351
2145-0652	25 x 25	160	100	61351

К режимным параметрам при токарной обработке относятся глубина резания t , подача S , скорость резания v .

Глубина резания t (мм), зачастую, определяется припуском на обработку. При черновой обработке весь припуск снимается за один проход, а при выполнении чистовых операций общий припуск делится на промежуточные - предварительный и окончательный припуски. На предварительном проходе в среднем снимается до 70% общего припуска.

$$t_{\text{черн.}} = 0,95 \text{ мм};$$

$$t_{\text{тонк. 1}} = 0,30 \text{ мм};$$

$$t_{\text{тонк. 2}} = 0,135 \text{ мм}.$$

Подача S (мм/об) зависит от материала обрабатываемой детали, схемы обработки, глубины резания, заданной шероховатости обработанной поверхности, геометрии режущей части инструмента, типа резца и т.п. Значение подачи может быть найдено по рекомендациям и расчетным путем с использованием эмпирических формул. На практике первый метод получил большее распространение. По таблицам подбираем $S_{\text{предв.}}$ и $S_{\text{тонк.}}$

$$S_{\text{черн.}} = 0,3 - 0,4 \text{ мм/об};$$

$$S_{\text{тонк.}} = 0,1 - 0,15 \text{ мм/об}.$$

Исходные значения скорости резания могут находиться как по таблицам, так и более точно расчетным методом по эмпирическим формулам.

При использовании расчетного способа скорость резания v (м/мин) определяют по следующей формуле:

$$V = \frac{C}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_v$$

Среднее значение стойкости по времени токарных резцов T при одноинструментальной обработке равно одному часу. Постоянная C и показатели степени подбираем из следующих значений.

Счерн. = 56;	Стонк. = 87,5;
х черн. = 0,25;	х тонк. = 0,25;
учерн. = 0,66;	у тонк. = 0,33;
т черн. = 0,125;	т тонк. = 0,125.

Общий поправочный коэффициент k_v скорости резания является произведением отдельно взятых коэффициентов:

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv} \cdot k_{\varphi v} \cdot k_{\varphi_1 v} \cdot k_{rv} \cdot k_{qv}$$

Данные коэффициенты учитывают условия резания (свойства материала детали и инструмента, состояние поверхности заготовки, геометрию резца и др.). Их значения подбираются из таблиц.

$$k_{mv}=0,5; k_{nv}=0,9; k_{\varphi_1 v}=1,2; k_{qv}=0,93.$$

Получаем $k_v=0,5$.

Следовательно

$$V_{\text{черн.}} = 37,6 \text{ м/мин};$$

$$V_{\text{тонк.}} = 69 \text{ м/мин.}$$

По скорости резания определяется требуемая частота оборотов шпинделя n (об/мин) по формуле[5]:

$$n = 1000 \frac{V}{\pi \cdot D}$$

где D – диаметр заготовки

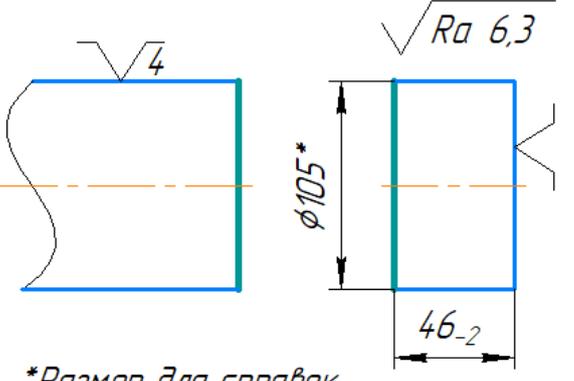
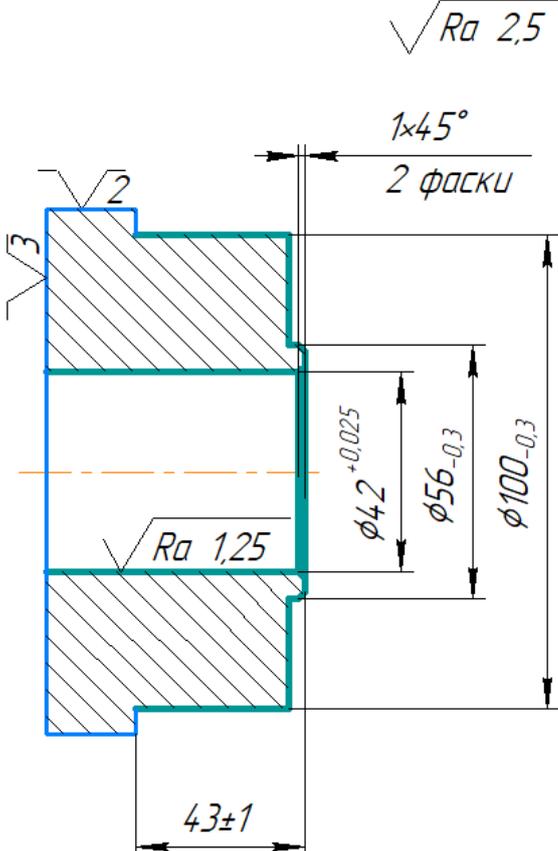
$$n_{\text{черн.}} = 1275 \text{ об/мин};$$

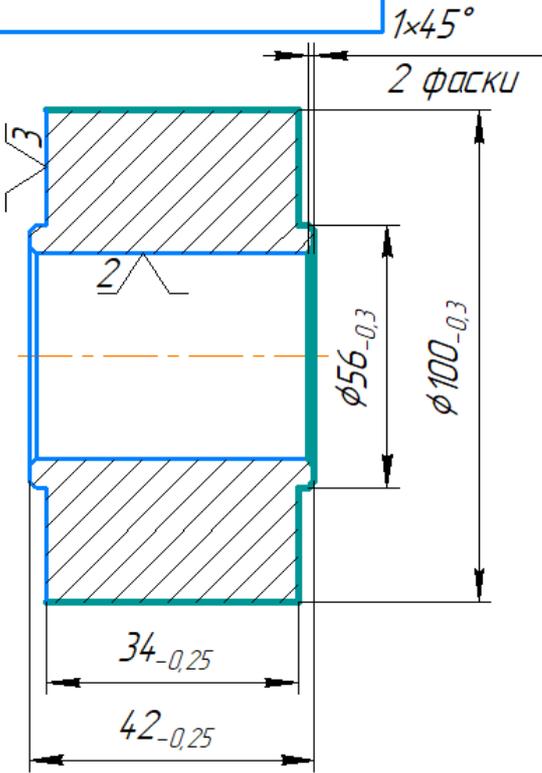
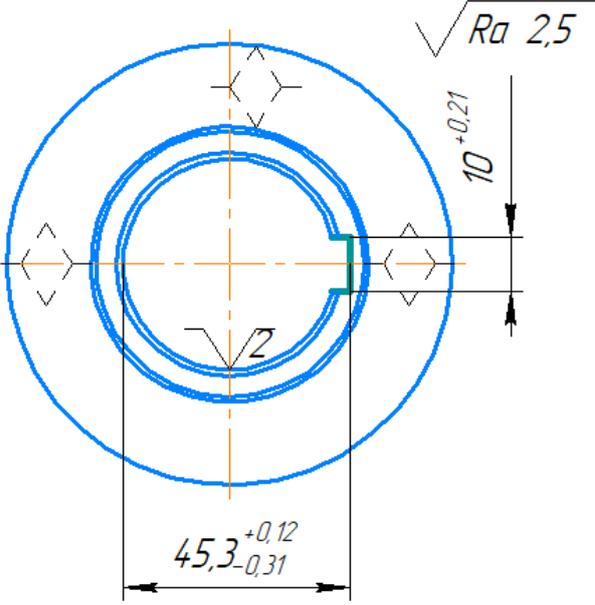
$$n_{\text{тонк.}} = 2340 \text{ об/мин.}$$

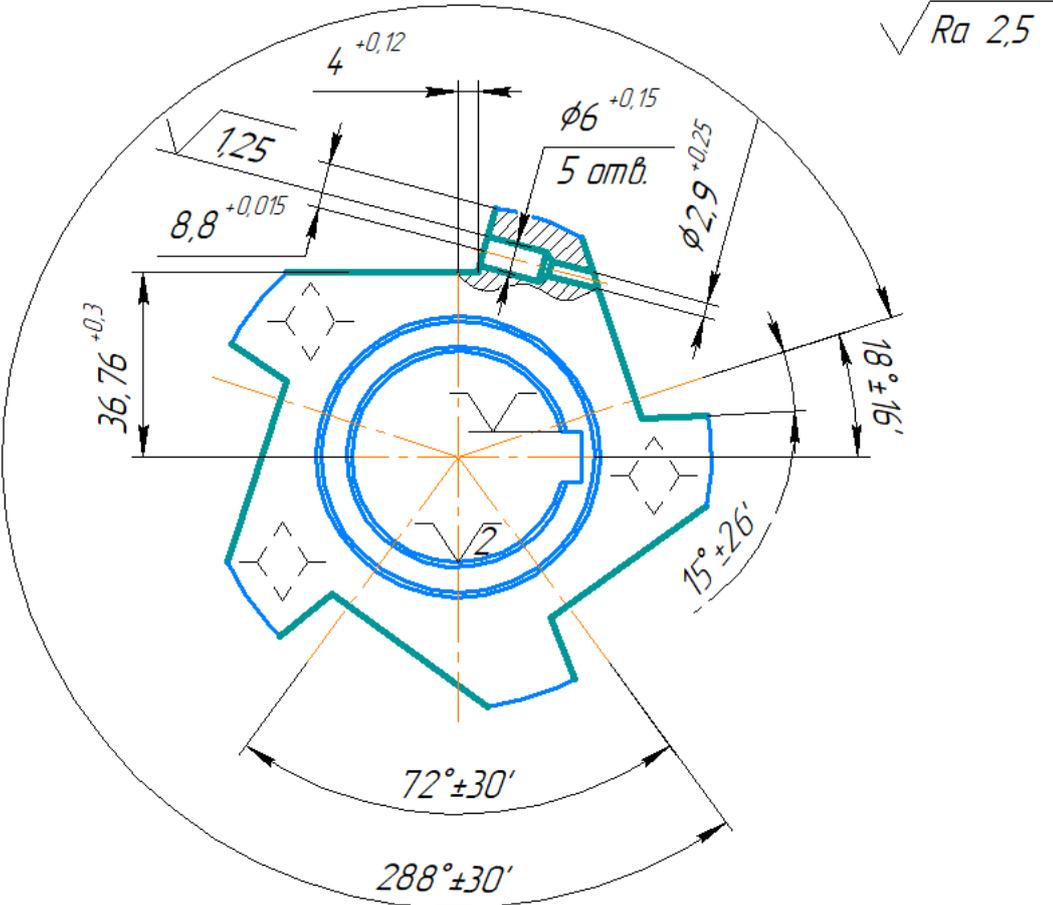
1.6 Проектирование технологических операций

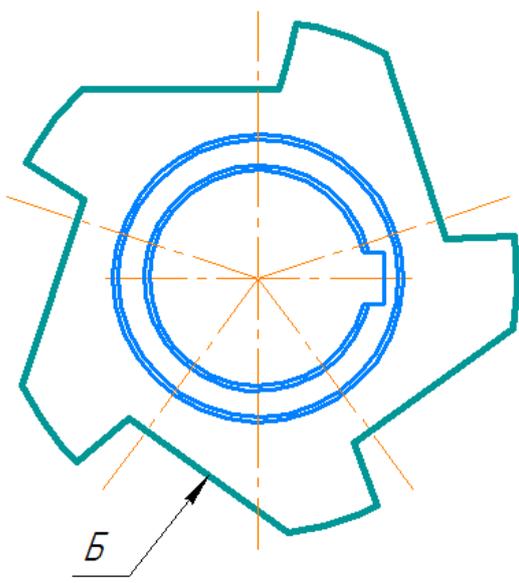
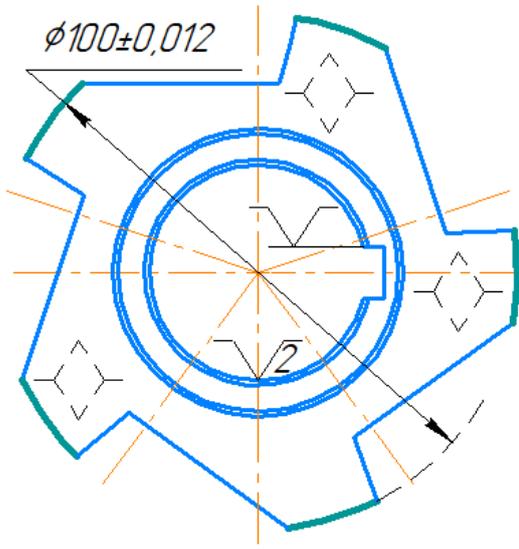
На основании составленного ранее технологического маршрута, был разработан технологический процесс изготовления детали «Звездочка муфты», представленный в таблице 6 ниже.

Таблица 6 – Технологический процесс изготовления детали «Звездочка муфты»

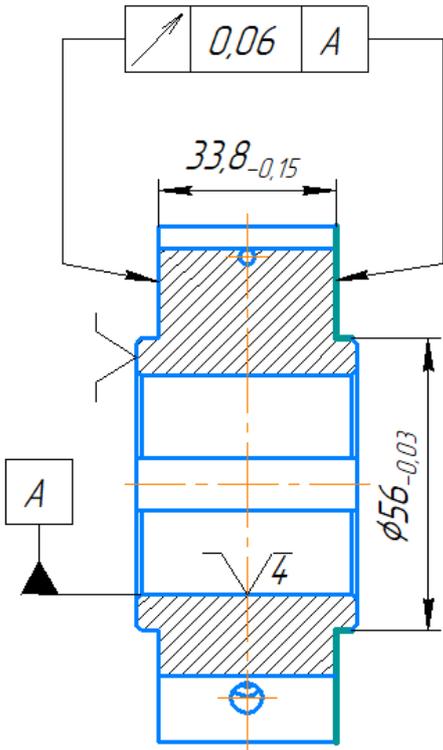
005 Заготовительная	Описание
 <p>*Размер для справок</p>	<p>Установить заготовку в гидравлический зажим. Базы: Наружный диаметр, торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отрезать заготовку выдерживая размер 46_{-2} мм.
010 Токарная с ЧПУ	Описание
	<p>Установ А</p> <p>Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон. Базы: Наружный диаметр, торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец в размер $0,5$ мм. 2. Центровать отверстие $\phi 6,3$ мм. 3. Сверлить сквозное отверстие $\phi 20$ мм. 4. Расточить сквозное отверстие $\phi 42_{+0,025}$ мм. 5. Точить диаметр $\phi 100_{-0,3}$ мм в размер 45 ± 1 мм. 6. Точить фаску выдерживая размеры по эскизу (2 штуки).

	<p><i>Установ Б</i></p> <p>Переустановить заготовку в 3-х кулачковый патрон. Базы: Отверстие, торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец в размер $42_{-0,25}$ мм, выдерживая шероховатость. 2. Точить диаметр в размер $\phi 100_{-0,3}$ мм. 3. Точить фаску выдерживая размеры по эскизу (2 штуки).
<p><i>015 Долбежная</i></p>	<p><i>Описание</i></p>
	<p><i>Установ А</i></p> <p>Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон. Базы: наружный диаметр, торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Долбить паз выдерживая размеры согласно эскизу.
<p><i>020 Слесарная</i></p>	<p><i>Описание</i></p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Снять заусенцы, притупить острые кромки. 	

	025 Контрольная
	1. Контролировать размеры полученных на предыдущих операциях.
	030 Фрезерная с ЧПУ
 <p style="text-align: center;">Установ А</p> <p>Установить заготовку в специальное приспособление. Базы: Сквозное отверстие, торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать уступы, выдерживая размеры согласно эскизу. 2. Центровать 5 отверстий $\phi 1,6$ мм. 3. Сверлить 5 отверстий $\phi 2,9^{+0,25}$ мм. 4. Сверлить 5 отверстий $\phi 6^{+0,3}$ мм. на глубину $12 \pm 0,25$ мм. 5. Развернуть 5 отверстий, выдерживая размеры согласно эскизу. 	

<i>035 Слесарная</i>	
<i>1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.</i>	
<i>040 Контрольная</i>	
<i>1. Контролировать размеры полученных на предыдущих операциях.</i>	
<i>045 Цементация</i>	<i>Описание</i>
	<p><i>Установ А</i></p> <p><i>Установить заготовку в специальное приспособление.</i> <i>Базы: Сквозное отверстие, торец.</i> <i>1. Цементировать поверхность Б.</i></p>
<i>050 Круглошлифовальная</i>	<i>Описание</i>
	<p><i>Установ А</i></p> <p><i>Установить заготовку в специальное приспособление.</i> <i>Базы: Сквозное отверстие, торец.</i> <i>1. Шлифовать поверхности выдерживая размеры согласно эскизу до шероховатости $\sqrt{0,63}$.</i></p>

055 Плоскошлифовальная	Описание
<p>36,76_{-0,06}</p> <p>0,06 A</p> <p>33,8_{-0,25}</p> <p>φ56_{-0,03}</p> <p>√4</p>	<p><i>Установ А</i></p> <p><i>Установить заготовку в специальное приспособление. Базы: Сквозное отверстие, торец.</i></p> <p><i>1. Шлифовать поверхности согласно эскизу до шероховатости $\sqrt{0,63}$.</i></p> <p><i>Установ Б</i></p> <p><i>Установить заготовку в специальное приспособление. Базы: Сквозное отверстие, торец.</i></p> <p><i>1. Шлифовать поверхности согласно эскизу до шероховатости $\sqrt{1,25}$ выдерживая размеры согласно эскизу.</i></p>

	<p><i>Установ В</i></p> <p><i>Переустановить заготовку в специальное приспособление. Базы: Сквозное отверстие, торец.</i></p> <p><i>1. Шлифовать поверхности согласно эскизу до шероховатости $\sqrt{1,25}$ выдерживая размеры согласно эскизу.</i></p>
<p><i>060 Слесарная</i></p>	
<p><i>1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.</i></p>	
<p><i>065 Промывочная</i></p>	
<p><i>1. Промыть деталь по ТТП 01279-00002.</i></p>	
<p><i>070 Контрольная</i></p>	
<p><i>1. Контролировать размеры согласно чертежу.</i></p>	
<p><i>075 Консервация</i></p>	
<p><i>1. Консервировать деталь по ТТП 60270-00001.</i></p> <p><i>2. Детали сдать на СГД (склад готовых деталей).</i></p>	

1.6.1 Уточнение технологических баз и схемы закрепления заготовки

Точное изготовление детали на металлорежущем станке начинается с правильной ориентации ее относительно координатных осей станка – базированием. В данном пункте курсового проектирования необходимо произвести уточнение технологических баз и схем закрепления заготовки.

На операции 010 Токарная (Установ А) будущая деталь базируется по внешнему диаметру и торцу в трёх кулачковом патроне.

На операциях 010 Токарная (Установ Б), 015 Долбёжная, заготовка базируется по внутреннему отверстию и торцу. Устанавливается в трёх кулачковый патрон.

На операции 030 Фрезерная с ЧПУ, 055 Круглошлифовальная и Шлифовальная с ЧПУ заготовка базируется по отверстию Ø42 сквозному пазу. Для закрепления используем специально разработанное приспособление.

1.6.2 Уточнение содержания переходов

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, характеризуемую постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой и соединяемых при сборке. При изменении режима резания или режущего инструмента, начинается следующий технологический переход. Но сама смена инструмента является вспомогательным переходом.

Под рабочим ходом понимают законченную часть технологического перехода, состоящую из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки [2].

Уточним содержание переходов, ходов и установов (таблица 7) для фрезерной и плоскошлифовальной операций.

Таблица 7 – Уточнение переходов

Операция	Описание
010 Токарная	<p>Установ А</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Подрезание торца – 1 переход, 1 ход. 2) Центрование отверстия – 1 переход, 1 ход. 3) Сверление сквозного отверстия – 1 переход, 1 ход. 4) Растачивание сквозного отверстия – 1 переход, 2 хода. 5) Точение фаски (2 штуки) – 1 переход, 1 ход. <p>Установ Б</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Подрезание торца – 1 переход, 1 ход. 2) Точение диаметра – 1 переход, 1 ход. 3) Точение фаски (2 штуки) – 1 переход, 2 хода.
015 Долбежная	<p>Установ А</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Долбление шпоночного паза – 1 переход, 2 хода;
035 Фрезерная с ЧПУ	<p>Установ А</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Фрезерование уступов – 1 переход, 2 хода; 2) Фрезерование сквозного паза – 1 переход, 2 хода; 3) Фрезерование уступа – 1 переход, 2 хода; 4) Сверлить 5 отверстий Ø2,9 мм. – 1 переход, 1 ход. 5) Сверлить 5 отверстий Ø6 мм. – 1 переход, 1 ход. 6) Развернуть 5 отверстия Ø6 мм. – 1 переход, 1 ход.
055 Круглошлифовальная	<p>Установ А</p> <p>Шлифование плоскости – 1 переход, 2 хода</p>

060 Шлифовальная	Установ А Шлифование поверхности – 1 переход, 1 ход.
	Установ Б Шлифование торца – 1 переход, 1 ход.
	Установ В Шлифование торца – 1 переход, 1ход

1.6.3 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения - совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса. Технологический оснащение производится с целью обеспечения требуемой точности обрабатываемых деталей и повышения производительности труда. Под оптимальной оснащенностью понимается такая оснащенность, при которой достигается максимальная эффективность производства изделия при обязательном получении требуемого количества продукции и заданного качества за установленный промежуток времени с учетом комплекса условий, связанных с технологическими и организационными возможностями производственных фондов и рабочей силы[6].

Средства технологического оснащения подразделяются на:

- технологическое оборудование;
- средства механизации и автоматизации технологических процессов (вспомогательных операций и переходов);
- технологическую оснастку.

Технологическое оборудование — это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. Технологическое оборудование

выбирается в зависимости от конструкции детали и требованиями по обеспечению качества поверхности. В некоторых случаях специалист-технолог разрабатывает техническое задание на проектирование специальных станков.

Произведем подбор средств технологического и контрольно – измерительного оснащения, для материального обеспечения производственного участка, а также занесем выбранные средства в таблицы 8 и 9.

Таблица 8 - Средства технологического оснащения

№ Операции	Оборудование	Режущий инструмент	Установочное приспособление
1.Токарная с ЧПУ	Вертикальный токарный центр LV500R	Резец проходной отогнутый Р6М5 1708 ГОСТ 18878-73 Резец подрезной 21120035 ГОСТ 18880-73 Материал пластины: Р6М5 Резец расточной Р6М5 2140-0048 ГОСТ 1888273	3х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80 7100-0053-II Державка для точения SCLCL 2525M 09HP; Резцедержатель: EWS_137230 (2 шт);
2.Фрезерная с ЧПУ	Вертикальный токарный центр LV500R	Фреза концевая: 50x200x75 мм, Р6М5 Ø50 мм; Сверло центр. Ø 1мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75, марка Р6М5; Сверло спиральное по ГОСТ 4010-77; 2300 3311 Ø15 Р6М5; Гравер конический GB-4.9001 4x40x0,1 мм HRC 55.	Приспособление; Переходник от MAS-ВТ 403 к цанговому патрону ER16: Цанги ER16 (ISO 15488); Патрон 7655-4016-106 DIN 69871-А ГОСТ 25827 исп.2;

Продолжение таблицы 8

			Переходная штулка 1752-2-1 код 800000310 DIN 228 ГОСТ 25557-82; Оправка с конусом морзе для сверлильных патронов 6039- 0012;
3.Слесарная	-	Напильник 28210001 ГОСТ 1465-80; Надфиль 2827- 0061 ГОСТ 1513-77	
4.Долбежная	Долбежный станок S315TGI	Резец для шпоночного паза 2184-0554 по ГОСТ 10046-72 P6M5	
5.Круглошлифовальная	Шлифовальный станок 3K228A	Шлифовальный круг ГОСТ 2424- 83 d250 мм.	3х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80 3504-0053-II.
6.Плоскошлифовальная	Шлифовальный станок Stalex M818 380B	Шлифовальный круг ГОСТ 2424- 83 d50 мм.	3х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80 3504-0053-II.
7. Промывочная			Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7.
8.Консервация		Материал согласно ТТП 60270-00001.	

Таблица 9 - Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II 250-630-0,1 ГОСТ166-89;
Токарная с ЧПУ Установ А	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II 250-630-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 Т, ТТ ГОСТ 9378-93; Нутромер индикаторный 0,01 ГОСТ 868-82
Токарная с ЧПУ Установ Б	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II 250-630-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 Т, Р, ТТ ГОСТ 9378-93
Фрезерная ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II 250-630-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 ФЦ ГОСТ 9378-93; Набор радиусных шаблонов № 3 ГОСТ 4126-66 Линейка измерительная 500 ГОСТ 427-75
		Пробка гладкая Ø6,0 В11 ПР-НЕ (ЧИЗ)
Слесарная	Инструментальный, визуальный	Калибр-пробка резьбовая ПР-НЕ М16х2
Долбежная	Инструментальный, визуальный	Концевая мера 3-4,016 ГОСТ 9038-90 Образцы шероховатости 3,2 С ГОСТ 9378-93;

Круглошлифовальная	Инструментальный, визуальный	Образцы шероховатости 1,6 ШЦВ ГОСТ 9378-93;
Плоскошлифовальная	Инструментальный, визуальный	Образцы шероховатости 0,4 ШЦВ ГОСТ 9378-93;

1.6.4 Выбор и расчет режимов резания

Целью режимов резания является определение подачи, скорости резания и глубины, что обеспечит наиболее экономичную и производительную обработку поверхности по шероховатости и точности обрабатываемой поверхности.

Проведем расчет режимов резания для операции растачивания отверстия и фрезерования плоскости.

030 Фрезерная с ЧПУ:

Инструмент – Фреза концевая 50x200x75 мм; P6M5 D=50 мм.

Обрабатываемый материал – Сталь 10 ГОСТ 1050-2013.

При фрезеровании:

- 1) Глубина резания $t = 1$ мм;
- 2) Подача на зуб $s_z = 0,2$ мм/об;
- 3) Скорость резания считаем по формуле[9]:

$$v = \frac{C_v \cdot D_q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v,$$

где $C_v = 72$ – коэффициент;

$q = 0,45$, $x = 0,3$, $y = 0,4$, $m = 0,33$, $u = 0,1$, $p = 0,1$ – показатели степени;

$T = 80$ мин – период стойкости;

$B = 50$ мм – ширина фрезерования;

u, p – показатели степени;

K_v – поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пv} \cdot K_{ив},$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v},$$

где $K_r = 1,0$ – коэффициент, характеризующий группу, стали по обрабатываемости,

$n_v = -0,9$ – показатель степени,

$\sigma_B = 205$ МПа – предел прочности.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{205}\right)^{-0,9} = 0,31;$$

$K_{пv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ив} = 1$ – коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{ив} \cdot K_{lv} = 0,31 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,279.$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{35,4 \cdot 160^{0,45}}{180^{0,33} \cdot 1^{0,3} \cdot 0,4^{0,4} \cdot 207^{0,1} \cdot 18^{0,1}} \cdot 0,31 \\ = 148 \text{ м/мин.}$$

4) Сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp},$$

где n – частота вращения фрезы, $n = 2000$;

$C_p = 68,2$ – коэффициент;

$x = 0,86$, $y = 0,72$, $u = 1,0$, $q = 0,86$, $w = 0$, $n = 0,35$ – показатели степени;

$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{205}{750}\right)^{0,35} = 0,635$ – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала[8].

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 1^{0,86} \cdot 0,4^{0,72} \cdot 207^{0,35} \cdot 18}{160^{0,86} \cdot 2000^0} \\ = 409,1 \text{ Н.}$$

5) Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{409,1 \cdot 500}{200} = 1022,86 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

6) Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{409,1 \cdot 148}{1020 \cdot 60} = 0,99.$$

1.6.5 Нормирование технологических переходов

Техническое нормирование устанавливает технически обоснованную норму расхода производственных ресурсов – рабочего времени, энергии, сырья, материалов и т.д.

При мелкосерийном производстве применяется метод нормирования с помощью сравнения и расчета по типовым нормам.

Расчёт норм времени ведём по общемашиностроительным нормативам времени.

Расчет норм времени для операции отрезка

Определяем расчетную длину обработки по формуле:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}};$$

где $l_{\text{под}}$ – длина подвода;

$l_{\text{сх}}$ – длина схождения;

$l_{\text{вр}}$ – длина врезания.

Далее в таблице 10 приведены результаты расчета времени на изготовление детали «Звездочка муфты».

Таблица 10 – Нормирование технологического процесса

№ оп.	Содержание операции	Время, мин
005	Заготовительная	
	1. Основное время	2,52
	2. Вспомогательное время	1,23
	3. Время на обслуживание рабочего места	0,28
	4. Время на отдых	0,08
	5. Оперативное время	2,3
	6. Штучно-калькуляционное время	4,26
010	Токарная с ЧПУ	
	1. Основное время	1,08
	2. Вспомогательное время	0,16
	3. Время на обслуживание рабочего места	0,02
	4. Время на отдых	0,027
	5. Оперативное время	1,24
	6. Штучно-калькуляционное время	2,53
015	Долбёжная	
	1. Основное время	1,36
	2. Вспомогательное время	0,38
	3. Время на обслуживание рабочего места	10
	4. Время на отдых	0,162
	5. Оперативное время	2,03
	6. Штучно-калькуляционное время	2,09

030	Фрезерная с ЧПУ	
	1. Основное время	0,83
	2. Вспомогательное время	0,22
	3. Время на организацию рабочего места	27
	4. Время на отдых	0,672
	5. Штучное время	1,08
	6. Штучно-калькуляционное время	1,2
055	Круглошлифовальная	
	1. Основное время	5,32
	2. Вспомогательное время	1,47
	3. Время на организацию рабочего места	10
	4. Время на отдых	0,674
	5. Штучное время	7,93
	6. Штучно-калькуляционное время	6,8
060	Плоскошлифовальная	
	1. Основное время	8,08
	2. Вспомогательное время	2,24
	3. Время на организацию рабочего места	10
	4. Время на отдых	0,674
	5. Штучное время	12,06
	6. Штучно-калькуляционное время	10,57

1.7 Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ

Процесс разработки управляющей программы начинается с построения 3D-модели детали в CAD/CAM-системе. На основании этой 3D-модели проектируется управляющая программа и карта наладки станка с ЧПУ.

УП была написана в системе программного обеспечения FeatureCAM.

Это система для быстрой подготовки управляющих программ, основанная на распознавании типовых элементов (под определение «типовые элементы», «Features»), попадают такие геометрические объекты детали, как: отверстия, карманы, канавки, бобышки, стенки и т.д.). Данная система предназначена для составления управляющих программ для широкой гаммы станков: токарных, фрезерных, токарно-фрезерных, электроэрозионных станков и обрабатывающих центров различного типа. Преимущество FeatureCAM перед другими CAM-системами – высокая степень автоматизации принятия решений. В базе знаний системы заложены типовые технологии обработки различных элементов с рекомендуемым инструментом и режимами резания (типовые технологии и режимы можно настраивать под свое производство и традиции обработки) [6]. Процесс разработки управляющей программы начинается с построения 3D-модели детали в CAD/CAM-системе. На основании 3D-модели проектируется управляющая программа и разрабатывается технологический документ – карта наладки станка с ЧПУ.

Таблица 11 - Технические характеристики станка.

Макс. Диаметр точения	мм	550
Мощность привода шпинделя	кВт	22
Частота вращения шпинделя	Об\мин	2000
Кол-во инструментов	Шт.	12
Вес станка	Кг	10000
Перемещение по осям X/Z	мм	325/625
Система управления	SINUMERIK 828D	



Рисунок 4 - Вертикальный токарный центр LV500R.

1.8 Технико-экономические показатели технологического процесса

Произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат. Определения технологической себестоимости включает расчет стоимости заготовки и оборудования, расчет затрат на заработную плату рабочих. Произведем примерный расчет стоимости труда рабочих, задействованных при производстве детали типа корпус. Средний уровень заработной платы определим исходя из данных сайта TRUD за 2020 год [11].

Таблица 12 – Затраты на оплату труда рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб/час	Время занятости на рабочем месте, час	Зарботная плата по факту выполненной работы, руб
Оператор токарного станка с ЧПУ	148	50,58	7485,84
Оператор Фрезерного станка с ЧПУ	148	67,916	10051,57
Оператор долбежного станка	148	40	5920
Наладчик станков с ЧПУ	386	15	5790
Слесарь	140	13	1820
Мойщик- сушильщик	120	12	1440
Итого, Σ			32507,41

Далее представим затраты на оборудование в виде таблицы 13.

Таблица 13 – стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб.
Токарная с ЧПУ	Вертикальный токарный центр LV500R	12 000 000
Фрезерная с ЧПУ	Вертикальный токарный центр LV500R	
Цементация	Электропечь УИТП-50М	700 000
	Установка индукционного нагрева ИМ 50-8-50/WD1-1	
Долбежная	S315TGI	1 200 000
Плоскошлифовальная	Stalex M818 380B	3 200 000
Промывочная	Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7	20 000
Итого, Σ		17 900 000

Таким образом для технологического оснащения производства детали типа «Звездочка муфты» потребуется примерно 17 900 000 руб. без учета затрат на режущий инструмент, оснастку, мерительный инструмент.

Далее произведем расчет стоимости заготовки для одной детали: Примерная стоимость заготовки 87 р/кг. Заготовка имеет длину 50мм, Ø 105 мм, массу 3,7 кг по данным КОМПАС-3D v19.1. Тогда расчетная стоимость заготовки:

$$87 \cdot 3,7 = 321,9 \text{ руб/шт.}$$

Таким образом себестоимость детали, без учета затрат на обслуживание технологического оснащения, будет равна:

$$321,9 + 32507,41 = 32829,31 \text{ руб.}$$

Если включать в себестоимость детали амортизационные отчисления, при условном периоде пять лет, то себестоимость детали увеличится на:

$$\frac{17\,900\,000}{5 \cdot 1000} = 3580 \text{ руб.}$$

Себестоимость детали «Звездочка муфты» с учетом амортизационных отчислений составит:

$$32829,31 + 3580 = 36409,31 \text{ руб.}$$

1.9 Проектирование средств технологического оснащения

1.9.1 Обоснование выбора схемы приспособления

При фрезерной обработке с ЧПУ, необходимо получить сложный контур. Приспособление представляет собой вал с прижимающей шайбой, которые обеспечивают надежное закрепление детали, так же в приспособлении предусмотрены шпонки, по которым базируется приспособление, они не дают заготовке провернуться при обработке. Приспособление устанавливается на стол фрезерного станка, базируясь по пазам.

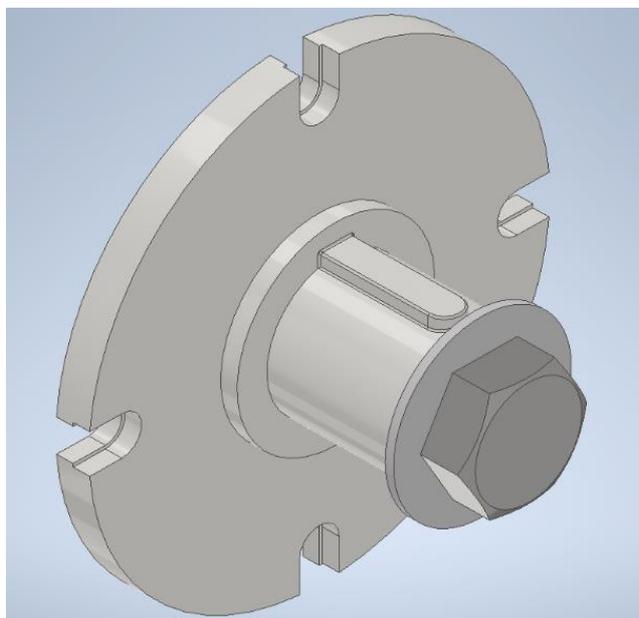


Рисунок 6 – Графическое изображение приспособления

1.9.2 Расчет приспособления

Приспособление, использующееся для зажима обрабатываемой заготовки и для ее точного расположения. Главным требованием, предъявляемым к приспособлению, является обеспечение достаточной силы зажима заготовки и точное ее расположение.

Расчет силы зажима будет определяться согласно максимальной силе резания. Максимальная сила резания будет на операции 010 Токарная с ЧПУ при точении $\varnothing 45,2$ мм.

Расчет режимов резания для операции 015 Токарная с ЧПУ.

Точение $\varnothing 45,2$ мм:

- 1) Подача точения: $s = 0,6 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;
- 2) Глубина резания: $l = 2 \text{ мм}$;
- 3) Скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t \cdot s \cdot y}} \cdot K_v;$$

где: $C_v = 290$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$ – коэффициент и показатели степеней в формуле, при наружном точении резцами с материалом режущей части Т12К6;

T – среднее значение стойкости при одноинструментальной обработке,
 $T = 60$ мин;

$$K_v \text{ – поправочный коэффициент, } K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv};$$

где: K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала,
 $K_{mv} = 0,8$;

K_{nv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки,
 $K_{nv} = 0,9$;

K_{uv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента,
 $K_{uv} = 1$.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,72 = 101,12 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4) Сила резания:

$$P = 10 C_p t^x s^y v^n K_p;$$

где: $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$ – постоянная и показатели степени для конкретных условий обработки;

$$K_p \text{ – поправочный коэффициент, } K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp};$$

где: K_{mp} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости, $K_{mp} = 0,87$;

$K_{\varphi p}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров режущей части инструмента, $K_{\varphi p} = 1$;

$K_{\gamma p}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров режущей части инструмента, $K_{\gamma p} = 1,15$;

$K_{\lambda p}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров режущей части инструмента;

K_{rp} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров режущей части инструмента, $K_{rp} = 0,87$.

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,87 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,87 = 0,87;$$

$$P = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 110,12^{-0,15} \cdot 0,87 = 879,12 \text{ Н.}$$

Таким образом, для обеспечения закрепления заготовки сила трения ($F_{\text{тр}}$), которая возникает между приспособой и заготовкой должна превышать силу резания на 3 – 5%, значит сила зажима будет равна:

$$F_{\text{зж}} = 1,05 \cdot 879,12 \approx 925 \text{ Н.}$$

Используем формулу силы трения для нахождения нормали, но вместо силы трения будет использовать силу зажима:

$$N = \frac{F_{\text{зж}}}{f} = \frac{925}{0,5} \approx 1850 \text{ Н.}$$

Разложим нормаль на ее составляющие и найдем их проекции на ось вращения заготовки:

$$N_1 = N \cdot \cos 1,5^\circ = 1850 \cdot 0,9996 = 1849,26 \text{ Н;}$$

$$N_2 = N \cdot \sin 1,5^\circ = 1850 \cdot 0,0262 = 48,47 \text{ Н.}$$

Сила, которую необходимо обеспечить гидроцилиндру будет являться суммой этих двух проекций:

$$F_{\text{max}} = N_1 + N_2 = 1849,26 + 48,47 = 1897,73 \text{ Н.}$$

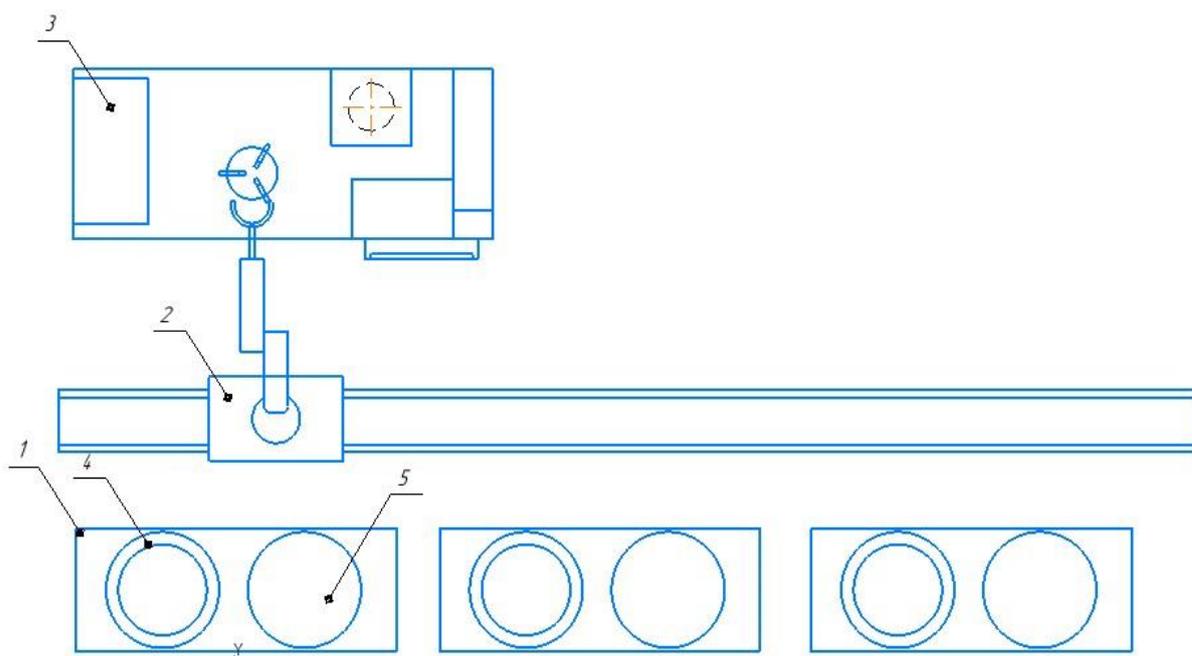
1.9.3 Проектирование гибкой производственной системы (модуля)

Важной особенностью сегодняшнего производства, направленного на удовлетворение все возрастающих запросов потребителей, является рост числа мелких серий обрабатываемых деталей и увеличение их разнообразия, что вызывает необходимость в частой переналадке технологического оборудования. Поэтому в настоящее время наряду с традиционными требованиями (высокой производительности, точности и надежности) к оборудованию предъявляют новое требование – гибкость, т. е. переналаживаемость в минимально возможное время. Этому требованию удовлетворяет оборудование с ЧПУ, объединенное в гибкие производственные модули (ГПМ), предназначенные для комплексной обработки различных деталей.

ГПМ состоит из единицы технологического оборудования, оснащенного ЧПУ и средствами автоматизации технологического процесса. ГПМ функционирует автономно, осуществляя многократные циклы, и может встраиваться в ГПС более высокого уровня.

В состав ГПМ входят: металлорежущий станок с ЧПУ; транспортнонакопительная система; магазин инструментов и устройств их автоматической смены; устройства автоматического контроля размеров режущего инструмента; система контроля за состоянием процесса резания; механизм автоматической смены элементов зажимных приспособлений [12].

В нашем случае для автоматизации фрезерного участка, где происходит обработка детали типа «Звездочка» проектируем гибкий производственный модуль с использованием вертикального токарного центра LV500R обрабатывающего центра и промышленного робота KUKA KR FORTEC. Для данного ГПМ спроектируем компоновочную схему (рисунок 7).



1 – накопитель-приемник; 2 – промышленный робот KUKA KR FORTEC;
 3 - вертикальный токарный центр LV500R; 4- готовые детали; 5 – заготовки

Рисунок 7 – Компоновка ГПМ

Заключение

В ходе проделанной работы был разработан технологический процесс изготовления детали Звездочка в условиях мелкосерийного производства. На первом этапе разработки был произведен анализ технологичности конструкции детали, при помощи встроенного приложения APM FEM, в программном обеспечении КОМПАС-3В v19.1, а также был разработан технологический маршрут и выбран способ получения заготовки. На этапе проектирования технологических операций были рассчитаны минимальные припуски на механическую обработку, произведен выбор средств технологического оснащения и измерения, в связи с технологической необходимостью. В процессе разработки были рассчитаны режимы резания, учитывающие возможности выбранного технологического оборудования и материала заготовки.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А7А	Кожевников Павел Александрович

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Технологическая подготовка производства детали «Звездочка муфты» на станках с ЧПУ	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p style="text-align: center;">Объект исследования:</p> <p>технологическое бюро. В технологическом бюро проводится проектирование технологического процесса изготовления детали «Звездочка муфты».</p> <p style="text-align: center;">Область применения:</p> <p>машиностроительная, станкостроительная отрасли.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 29.12.2020); - ГОСТ 12.1.005-88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны"; - ГОСТ 12.2.032-78 "Рабочее место при выполнении работ сидя"; - ГОСТ 12.2.033-78 "Рабочее место при выполнении работ стоя".
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенный уровень шума - отклонения показателей микроклимата - недостаточная или повышенная освещённость <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - движущиеся машины и механизмы
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>Гидросфера:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использование смазочно-охлаждающей жидкости для механической обработки деталей <p>Литосфера:</p> <ul style="list-style-type: none"> - загрязнение почвы химическими веществами - выброс газов
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Перечень возможных ЧС:</p> <p>пожар, взрыв, землетрясение, ураган, обрушение зданий, ураган, авария коммунальных систем</p>

	жизнеобеспечения населения, терроризм. Наиболее типичная ЧС: пожар.
--	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7А	Кожевников Павел Александрович		

2 Социальная ответственность

Выпускная квалификационная работа по теме «Модернизация технологического процесса изготовления детали «Звездочка муфты» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации ПАО «РКК Энергия», г. Королёв. Основная задача данной работы состоит в разработке технологической документации на изготовление заданной детали с применением оборудования с ЧПУ, чтобы путем модернизации технологического процесса достигнуть оптимального уровня трудозатрат и экономической эффективности. При производстве детали «Звездочка муфты» используются следующие этапы: обработка на металлорежущих станках, термообработка. В ходе данной работы необходимо обеспечить безопасность технологического процесса изготовления детали, для здоровья персонала, производящего работу на планируемом предприятии.

Основной целью данного раздела является создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

2.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В данном подразделе рассматриваются специальные (характерные для планируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства. Указываются особенности трудового законодательства применительно к конкретным условиям проекта.

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации отношения, между работодателем и работником (или его представителем в лице профсоюза) регламентируются с целью установления государственных

гарантий трудовых прав и свобод граждан, создание благоприятных условий труда, защита прав и интересов работников и работодателей.

Перечислим особенности трудового законодательства:

1) продолжительность рабочего времени для работников в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет - не более 35 часов в неделю, согласно ст. 92 ТК РФ;

2) в целях обеспечения прав и свобод человека и гражданина работодатель и его представители при обработке персональных данных работника обязаны соблюдать общие требования, указанные в ст. 86 ТК РФ;

3) оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере, согласно ст. 147 ТК РФ;

4) работникам, условия труда которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 2,3 или 4 степени либо опасным условиям труда предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск. Его минимальная продолжительность составляет 7 календарных дней, согласно ст. 117 ТК РФ.

2.2 Производственная безопасность

Рассмотрим основные вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть в химической лаборатории при разработке силикатной эмали, а также меры по обеспечению безопасности от них.

Согласно [2] вредные и опасные факторы по природе их влияния на человеческий организм делятся на: физическую, химическую, биологическую природу. Рассмотрим основные факторы, представленные в таблице 14.

Таблица 14 – Опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015)	Этапы работы			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Повышенный уровень шума на рабочем месте	-	+	+	Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. СН 2.2.4/2.1.8.562-96
2. Отклонения показателей микроклимата на рабочем месте	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548-96
3. Недостаточная или повышенная освещенность рабочей зоны	+	+	+	Естественное и искусственное освещение. СП 52.13330.2016
4. Зрительное напряжение	+	+	+	ГОСТ Р 50948-2001 «Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования к безопасности»
5. Повышенный уровень вибрации	-	+	+	Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. СН 2.2.4/2.1.8.566-96
6. Движущиеся машины и механизмы	-	+	+	Процессы производственные. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.3.002-75

2.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Рассмотрим вредные факторы, которые возникают при производстве детали «Звездочка муфты» на основе представленной таблице 14.

1. В процессе функционирования производства источниками шума могут являться любые механизмы и машины, внутрицеховой и внутризаводской транспорт, система вентиляции и т.п.

Шум создает значительную нагрузку на нервную систему человека, оказывая на него психологическое воздействие. Шум способен увеличивать

содержание в крови таких гормонов стресса, как кортизол, адреналин и норадреналин - даже во время сна. Чем дольше эти гормоны присутствуют в кровеносной системе, тем выше вероятность, что они приведут к опасным для жизни физиологическим проблемам [11].

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушение здоровья у сверхчувствительных лиц [12].

Для количественной оценки шума используют усредненные параметры, определяемые на основании статистических законов. Для измерения характеристик шума применяются шумомеры, частотные анализаторы, коррелометры и др. Уровень шума чаще всего измеряют в децибелах (дБ). Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 дБ [12].

Распространенные средства индивидуальной защиты от шума – это пробки, наушники, вкладыши (беруши) и шлемы. Принцип действия этих аксессуаров – защита непосредственно органов слуха человека. Максимально герметично закрывая уши, СИЗ служат барьерами от чрезмерно громких звуков, не позволяя разрушать слуховую и нервную системы человека. Такие способы защиты от производственного шума наиболее эффективны на уровне высоких частот [13].

2. Участок с термической обработкой является местом возникновения отклонений показателей микроклимата.

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое состояние человека. Переносимость человеком температуры, как и его теплоощущение, в значительной мере зависит от влажности и скорости

окружающего воздуха. Чем больше относительная влажность, тем меньше испаряется пота в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев тела.

Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое самочувствие человека оказывает высокая влажность при температурах окружающего воздуха более 30°C, так как при этом почти вся выделяемая теплота отдается в окружающую среду при испарении пота. При повышении влажности пот не испаряется, а стекает каплями с поверхности кожного покрова. Возникает так называемое проливное течение пота, изнуряющее организм и не обеспечивающее необходимую теплоотдачу [14]. Поэтому очень важно поддерживать микроклимат рабочей зоны, для поддержания работоспособности и здоровья человека.

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений установлены согласно СанПиН 2.2.4.548-96 и составляют:

- Температура воздуха: 20 – 22, °C;
- Температура поверхностей: 19 – 23, °C;
- Относительная влажность воздуха: 60 – 40,%;
- Скорость движения воздуха: $0,2 \frac{м}{с}$.

На участке термической обработки необходимо обеспечивать работников специальной одеждой, специальной обувью и средствами индивидуальной защиты.

3. Данный фактор может возникнуть из-за неправильной организации освещения в производственных помещениях, в том числе в рабочих зонах и на рабочих местах.

Влияние света на организм человека велико. Плохое освещение негативно воздействует на зрение, приводит к быстрому утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы.

Требования к освещению помещений промышленных предприятий представлены согласно СП 52.13330.2016 и представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Требования к освещению помещений.

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
всего	В том числе от общего							
Средняя точность	Св. 0,5 до 1,0	IV	в	Малый Средний, Большой	Светлый, Средний, Темный	400	200	200

Для предотвращения недостаточной или избыточной освещенности необходимо использовать современные источники света, а также необходимо произвести расчеты освещенности для нахождения оптимальных параметров освещенности производственных помещений.

4. Одна из основных особенностей работы за компьютером является другой тип чтения информации, отличающийся от обычного. Обычное чтение обусловлено горизонтальным расположением источника, считывание происходит при наклоне головы и падении светового потока непосредственно на текст. При работе с экраном монитора у сотрудника угол наклона головы практически отсутствует, глаза расположены параллельно спереди, и пользователь смотрит непосредственно на источник люминесцирующего света. Глаза вынуждены работать в стрессовом для них режиме длительный период времени, что и приводит к ухудшению зрения, повышению внутричерепного давления и проблем с шейными позвонками. Для снижения негативного влияния

используются различные рекомендации по нахождению за ПК. Также существуют допустимые параметры для устройств отображения информации, приведённые в таблице 14.

Таблица 14 – Допустимые визуальные параметры устройств отображения информации

Параметры	Допустимые значения
Яркость белого поля	Не менее 35 кд/вм. М.
Неравномерность яркости рабочего поля	Не более +/- 20%
Контрастность (для монохромного режима)	Не менее 3:1
Временная нестабильность изображения (непреднамеренное изменение яркости по времени изображения на экране дисплея)	Не должна фиксироваться

5. Источниками возникновения вибрации будут металлорежущие станки.

Воздействие вибрации может ограничиться ощущением сотрясения (паллестезия) или привести к изменениям в нервной, сердечно-сосудистой, опорно-двигательной системах. При хроническом воздействии вибрации на человека в условиях производства возможно развитие профессионального заболевания - Вибрационной болезни. Заболевание характеризуется стойкими патологическими нарушениями в сердечно-сосудистой и нервной системе, а также в опорно-двигательном аппарате и высокой инвалидизацией. В Российской Федерации вибрационная болезнь находится на одном из первых мест среди хронических профессиональных заболеваний [15].

Все параметры вибрации с их размерностью и допустимыми нормами отображены в СН 2.2.4/2.1.8.566-96.

В качестве средств индивидуальной защиты от вибрации для рук и ног используются защитные перчатки, рукавицы, прокладки, вкладыши, защитная обувь, стельки и подметки.

6. Источниками опасности являются металлообрабатывающие оборудование, а также внутрицеховой и внутризаводской транспорт.

Подвижными частями оборудования являются:

- подвижные столы и стойки станков;
- вращающиеся шпиндели с закрепленными в них заготовкой или инструментом;
- ходовые винты;
- передачи (ременные, цепные и др.) расположенные вне корпусов станков.

Основной величиной, характеризующей опасность подвижных частей, является скорость их перемещения. Согласно ГОСТ 12.2.009-80 опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности. В соответствии с «ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

Одним из важных условий безопасного труда является недоступность подвижных частей оборудования, для рабочего, в ходе технологического процесса. При работе на токарных, фрезерных станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват волос или элементов одежды вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма, и даже смертельный исход.

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного вращающимися частями станков:

Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты.

2.3.1 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Для достижения необходимых уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего) необходимы следующие мероприятия.

1. Мероприятия по борьбе с шумом подразделяются на организационно-технические, архитектурно-планировочные и лечебно-профилактические, а именно:

- устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике;
- применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных);
- устройство «плавающих» полов;
- группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами;
- использование средств индивидуальной защиты;
- введение регламентированных дополнительных перерывов;
- проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. СИЗ включают в себя противозумные вкладыши (беруши), наушники, шлемы и каски, специальные костюмы. Наиболее эффективный

способ защиты от шума – использование специальных наушников. Они полностью закрывают ухо и имеют оголовье, что обеспечивает надежное крепление СИЗ. Также наушники могут быть встроены в головной убор. Шумы блокирует специальная прослойка из звукопоглощающего материала. Такое средство индивидуальной защиты снижает воздействие шумов на 20-30 дБ. Наушники легки, комфортны в использовании, особенно при высоких частотах.

2. Создание оптимальных метеорологических условий труда в производственных помещениях является сложной задачей. Для обеспечения нормативных параметров микроклимата в производственных помещениях проводятся технологические, технические, санитарно-технические и организационные мероприятия.

Наиболее радикальными методами управления микроклиматом являются:

- Рациональное объёмно-планировочные и конструктивные решения производственных зданий;
- Максимально возможная механизация и автоматизация тяжёлых и трудоёмких работ, выполнение которых сопровождается избыточным теплообразованием в организме человека;
- Дистанционное управление теплоизлучающими процессами и аппаратами, исключающими необходимость пребывания работающих в зоне инфракрасного излучения;
- Рациональное размещение и теплоизоляцию оборудования, коммуникаций и других источников, излучающих тепло в рабочую зону;
- Устройство в горячих цехах специально оборудованных комнат, кабин или мест для кратковременного отдыха, в которое подаётся очищенный и умеренно охлаждённый воздух;
- Для предупреждения переохлаждения и простудных заболеваний, работающих у входа в цех, устраивают тамбуры или создают воздушные

тепловые завесы, которые направляют поток холодного наружного воздуха в верхнюю зону помещения.

3. Норма освещенности устанавливается согласно СП 52.13330.2016. Для предотвращения недостаточной или избыточной освещенности необходимо провести расчеты, для нахождения оптимальных параметров освещенности рабочих зон и рабочих мест, а также необходимо использовать современные комбинированные источники света – естественное и искусственное.

4. Комплекс профилактических мероприятий, снижающих уровни вибрации оборудования, сокращающих время контакта с ним и ограничивающим влияние неблагоприятных сопутствующих факторов производственной сферы включает гигиеническое нормирование, организационно-технические и лечебно-профилактические меры.

Основным документом, регламентирующим параметры производственных вибраций, являются СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах». Также имеется ряд государственных стандартов, которые регламентируют гигиенические параметры вибрации машин и оборудования.

Технические меры защиты предусматривают способы снижения колебаний, исходящих от источника промышленного оборудования путем их установления на отдельные фундаменты и использования виброгасителей. Также применяются различные способы виброизоляции оборудования и средства индивидуальной защиты работников СИЗ. К ним относятся платформы, плиты, сидения, гасящие колебания, а также рукоятки, рукавицы и специализированная обувь.

Основными методами и средствами защиты от вибрации являются:

– Устранение непосредственного контакта с вибрирующим оборудованием путем применения дистанционного управления, промышленных роботов, автоматизации;

- Уменьшение интенсивности вибрации непосредственно в источнике
- Применение вибродемпфирования, динамического виброгашения, активной и пассивной виброизоляции;
- Рациональная организация режима труда и отдыха;
- Создание комплексных бригад с взаимозаменяемостью профессий;
- Использование средств индивидуальной защиты;

5. Для минимизации воздействия данного фактора необходимо строго следовать общим требованиям безопасности, которые описаны в ГОСТе 12.3.002-75.

Основные требования:

- использование оборудования и конструкций, соответствующих требованиям стандартов и другой нормативной документации;
- соблюдение сроков периодических ремонтов и обслуживания оборудования;
- соблюдение требований пожарной и электробезопасности при оснащении производственных и офисных помещений;
- установка необходимых защитных приспособлений и конструкций;
- своевременное устранение пыли и отходов производства;
- обеспечение работников актуальными инструкциями по технике безопасности, наглядными материалами;
- создание на рабочих местах и в производственных помещениях всех необходимых систем сигнализации, размещение знаков безопасности и т.д.

6. Мероприятия по устранению травматизма, вызванного движущимися механизмами и машин:

- замена опасного производственного оборудования безопасным, в конструкции которого заложены основы, исключающие травмирование рабочего.
- применение ограждения движущихся частей машин и механизмов.
- автоматизация операции загрузки и выгрузки обрабатываемых деталей на станках.
- применение различных предохранительных приспособлений. К ним относятся, например, конечные выключатели, ограничивающие перемещение суппорта станка, кабины лифта и др., ослабленные звенья в механических системах, срабатывающие при возникновении опасного крутящего момента, плавкие предохранители или автоматические выключатели в цепи питания электроприводов, разрывные мембраны в системах сосудов, работающих под давлением, и др.
- устройство пультов управления и органов управления производственными машинами, исключающее ошибочные операции, а также внедрение дистанционного управления и автоматическое регулирование производственных процессов.
- широкое применение блокировок, исключающих неправильные операции при переключениях в электрических цепях, при управлении производственными машинами и агрегатами.
- комплексная механизация и автоматизация производственных процессов.
- периодические испытания производственного оборудования, подъемно-транспортных машин, электрооборудования повышенными нагрузками, повышенными напряжениями и др.
- применение индивидуальных защитных средств и предохранительных приспособлений.

2.4 Экологическая безопасность

В процессе разработке технологического процесса не исключается попадание в атмосферу, гидросферу и литосферу вредных веществ. Это может проявляться в выделении в атмосферу вредных паров, а также сливе вредных веществ в канализацию, захоронении или сжигании с последующим отравлением гидросферы и литосферы. Однако в целях снижения вредного воздействия данного источника загрязнения на окружающую среду необходимо рационально использовать материалы, электроэнергию и по возможности заменить вредные технологические процессы на более экологичные. Так, на участке механической обработки в процессе работы образуются такие вещества как пыль, и аэрозоли. Для их удаления применяют вытяжную вентиляцию, для снижения выбросов этих веществ в атмосферу применяют фильтры.

Неуклонный рост поступлений токсичных веществ в окружающую среду, прежде всего, отражается на здоровье населения, ухудшает качество продукции сельского хозяйства, снижает урожайность, преждевременно ухудшает жилища, металлоконструкции промышленных и гражданских сооружений, оказывает влияние на климат отдельных регионов и состояния озонового слоя Земли, приводит к гибели флоры и фауны.

В процессе разработки технологического процесса образуются твёрдые бытовые отходы в виде металлической стружки, перчаток, бумаги и т.д. Грамотная переработка твердых бытовых отходов начинается с разделения мусора еще на стадии сборки. На текущий момент существуют разные технологии 84 для переработки ТБО, наиболее популярны: захоронение на полигоне, компостирование, низкотемпературный и высокотемпературный пиролиз.

Цех являющаяся рабочей зоной, оснащен оргтехникой, люминесцентными лампами, которые в дальнейшем следует утилизировать с учётом их специфики.

Защита окружающей среды — это комплексная проблема, требующая усилия учёных многих специальностей. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий, является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это требует решения целого комплекса сложных технологических и конструктивных задач, основанных на исследовании новейших научно-технологических достижений.

2.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным ситуациям техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием.

Поэтому следует в качестве профилактических мероприятий на участке использовать: правильную эксплуатацию машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;

- соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве 85 оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;
- запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;
- своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.
- применение автоматических средств обнаружения пожаров;
- повышение огнестойкости зданий и сооружений путём облицовки или оштукатуривания металлических конструкций;
- в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации;

– обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации. Система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения стоит использовать система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м² площади, ящики с песком 1-ин на 500м² площади). Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма (дымовые люки и т. п.).

Заключение:

Таким образом, в данном разделе были изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. А также была рассмотрена безопасность в чрезвычайных ситуациях, производственная и экологическая безопасность. Перечисленные факторы могут оказывать влияние на здоровье человека, на окружающую среду, а также приводить к аварийным и опасным ситуациям. Исходя из анализа пунктов раздела «Социальная ответственность» следует: рабочее место соответствует нормам; требования к показателям микроклимата, освещенности, уровня шума и вибраций соблюдены, они находятся в пределах допустимых значений; по ходу проведения эксперимента, осуществляются меры, необходимые для устранения опасных факторов; проводятся организационные и технические мероприятия по предотвращению ЧС.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4А7А	Кожевников Павел Александрович

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Материально-технические ресурсы: компьютер (80000р); лицензия КОМПАС – 3D v19.1 НОМЕ (1 год — 1490р); интернет 300Мбит/сек (1 месяц — 3000р); лицензия FeatureCAM (1 год – 164112р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (3,52руб/кВт·ч).</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>5% расходы на совершение сделки купли-продажи; 10% прочие расходы; 1,3 районный коэффициент.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>ОСН(Общая система налогообложения): НДС – 20%; ; Налог на прибыль — 20%; Взносы в софонды — 30,2%.</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>План составления проекта. График Ганта.</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Эффективность исследования.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Маланина Вероника Анатольевна	канд. экон. наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7А	Кожевников Павел Александрович		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки;
- Определение возможных альтернатив;
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

3.2 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.2.1 Анализ конкурентных технических решений

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

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом

выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их 53 комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка.

Таблица 14 – Карта сегментирования рынка

Размер компании	Виды работ	
	Разработка технологического процесса	Изготовление детали
Компания 1	+	+
Компания 2	-	+
Компания 3	+	-

Как видно из таблицы 14, наиболее перспективной является фирма 1, так как она задействована во всех сегментах рынка.

3.2.2 Анализ конкурентных технических решений

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 конкурентам. В настоящий момент в Томске можно выделить два наиболее влиятельных

предприятий-конкурентов в области производства детали «Звездочка муфты»: ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева» и ООО «Томский машиностроительный завод».

В таблице 15 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические разработки в области производства детали. Таким образом, на основании таблицы 15 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс может составить серьезную конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям. Главными преимуществами данной разработки является довольная высокая производительность и срок службы при относительно низкой цене.

Таблица 15 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии катализатора							
1. Производительность	0,2	4	5	4	0,8	1,5	0,8
2. Срок службы	0,4	4	5	4	1,6	2	1,6
Экономические критерии оценки эффективности							
3. Цена	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
4. Уровень проникновения на рынок	0,1	4	5	4	0,3	0,5	0,4
5. Финансирование научной разработки	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Итого:	1	20	23	21	4,1	5,2	4,1

Б_ф – продукт проведенной исследовательской работы;

Б_{к1} – ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева»;

Б_{к2} – ООО «Томский машиностроительный завод».

3.3 Технология QuaD

Технология QuaD представляет собой инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и её перспективность на рынке, а также позволяющий принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 16 – Оценка разработки

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительная значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Скорость производства	0,06	80	100	0,8	0,048
2. Энергоэффективность	0,05	50	100	0,5	0,025
3. Универсальность техпроцесса	0,1	50	100	0,5	0,05
4. Простота контроля изделия	0,1	65	100	0,65	0,065
5. Потребность в специальной оснастке	0,01	100	100	1	0,01
6. Такт выпуска изделия	0,1	70	100	0,7	0,07
7. Сложность исполнения	0,01	60	100	0,6	0,006
8. Трудоёмкость	0,04	50	100	0,5	0,02
9. Материалоёмкость	0,1	75	100	0,75	0,075
10. Безопасность	0,01	80	100	0,8	0,008
11. Экологичность	0,02	70	100	0,7	0,014
12. Технологичность	0,08	90	100	0,9	0,072
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,03	75	100	0,75	0,0225
14. Ликвидность	0,06	85	100	0,85	0,051
15. Перспективность рынка	0,07	90	100	0,9	0,063
16. Цена	0,1	90	100	0,9	0,09
17. Послепродажное обслуживание	0,01	10	100	0,1	0,001
18. Финансовая эффективность	0,02	60	100	0,6	0,012
19. Срок выхода на рынок	0,02	70	100	0,7	0,014
20. Наличие патента	0,01	10	100	0,1	0,001
Итого	1				0,7175

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле [16]:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i;$$

где: P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$P_{cp} = 0,7175$, значит технологический процесс имеет перспективность выше среднего.

3.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. На основе анализа, проведенного в предыдущих разделах бакалаврской работы, был составлен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 17.

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 18–21.

Таблица 17 – Матрица первого этапа SWOT-анализа

	Сильные стороны: С1. Высокое качество получаемой продукции; С2. Широкая область применения; С3. Более низкая стоимость производства; С4. Актуальность проекта; С5. Требуется малая номенклатура станков;	Слабые стороны: Сл1. Отсутствие квалифицированного персонала; Сл2. Обработка станками с ЧПУ; Сл3. Обслуживание оборудования.
Возможности: В1. Изготовление детали на любом предприятии; В2. Возможность удешевления ТП; В3. Повышение стоимости конкурентных разработок В4. Увеличение такта выпуска деталей.		
Угрозы: У1. Разработка более совершенного техпроцесса; У2. Перенасыщение рынка; У3. Отсутствие спроса.		

Таблица 18 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

		Сильные стороны проекта				
		С1	С2	С3	С4	С5
Возможности проекта	В1	-	-	-	-	-
	В2	-	+	+	-	-
	В3	-	+	-	+	-
	В4	+	+	-	-	-

Таблица 19 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

		Слабые стороны проекта				
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
Возможности проекта	В1	+	+	+	+	+
	В2	+	0	+	-	+
	В3	+	0	0	-	0
	В4	-	0	+	+	+

Таблица 20 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	-	+	-	-	-
	У3	+	0	0	0	-

Таблица 21 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	-	-	-	-
	У3	+	-	-	+	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 22.

Таблица 22 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта С1. Высокое качество получаемой продукции; С2. Широкая область применения; С3. Более низкая стоимость производства; С4. Актуальность проекта; С5. Требуется малая номенклатура станков</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта Сл1. Отсутствие квалифицированного персонала; Сл2. Обработка станками с ЧПУ; Сл3. Обслуживание оборудования.</p>
<p>Возможности В1. Изготовление детали на любом предприятии; В2. Возможность удешевления ТП; В3. Повышение стоимости конкурентных разработок В4. Увеличение такта выпуска деталей.</p>	<p>Направления развития В результате получения высокого качества продукции возможно повышение стоимости конкурентных разработок</p>	<p>Сдерживающие факторы Отсутствие квалифицированного персонала влияет на возможность удешевления ТП.</p>

Угрозы У1. Разработка более совершенного техпроцесса; У2. Перенасыщение рынка; У3. Отсутствие спроса.	Угрозы развития Когда продукция имеет широкую область применения, спрос на новые технологии производства отсутствует.	Уязвимости: Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца влияет на разработку более совершенного техпроцесса.
---	---	---

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

3.4 Планирование научно-исследовательских работ

3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технологического процесса	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Выбор способов обработки	Научный руководитель, инженер

Технологическая часть	3	Анализ конструкции и технологичности	Инженер
	4	Определение типа производства	Инженер
	5	Выбор заготовки	Инженер
	6	Составление технологического процесса	Инженер
	7	Назначение допусков	Инженер
	8	Расчет припусков	Инженер
	9	Размерный анализ	Инженер
	10	Выбор режимов резания	Инженер
	11	Выбор технологической оснастки	Инженер
	12	Нормирование времени	Инженер
	Конструкторская часть	13	Разработка 3D модели
14		Разработка сборки станда	Инженер
15		Расчет модели в САЕ системе	Инженер
Обобщение и оценка результатов	16	Оценка качества исполнения	Научный руководитель, инженер

3.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

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, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ожи}} = \frac{3t_{\text{мин}} + 2t_{\text{макс}}}{5}$$

где $t_{\text{ожи}}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{мин}}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{макс}}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (3):

$$T_{ки} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

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

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

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 24.

Таблица 24 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работы в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
		t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни		Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
		Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер				
1	Составление и утверждение темы проекта	2	-	3	-	1,4	-	2,4	-	2	-
2	Анализ актуальности	-	1	-	2	-	1,4	-	0,7	-	1
3	Подбор и изучение материалов по теме	-	4	-	5	-	4,4	-	2,2	-	4
4	Выбор направления исследований	3	3	4	4	3,4	3,4	1,7	1,7	3	3
5	Календарное планирование работа по теме	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1
6	Изучение литературы по теме	-	6	-	7	-	6,4	-	6,4	-	10
7	Подбор нормативных документов	-	6	-	7	-	6,4	-	6,4	-	10
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Звездочка муфты»	-	10	-	15	-	12	-	12	-	18
9	Оценка эффективности полученных результатов	1	2	1,5	3	1,2	2,4	0,6	1,2	1	2
10	Определение целесообразности проведения ВКР	1	3	2	4	1,4	3,4	0,7	1,7	1	3

Продолжение таблицы 24

11	Анализ и оценка финансовой составляющей	-	5	-	8	-	6,2	-	6,2	-	10
12	Анализ и оценка социальной ответственности	-	5	-	8	-	6,2	-	6,2	-	10
13	Составление технологической документации	-	15	-	20	-	17	--	17	-	26
14	Составление пояснительной записки	-	5	-	6	-	5,4	-	5,4	-	8

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 25).

Таблица 25 – Диаграмма Ганта

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _к ка л. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр.		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2														
2	Анализ актуальности темы	Инженер	1														
3	Подбор и изучение материалов	Инженер	4														
4	Выбор направления исследований	Руководитель	3														
		Инженер	3														
5	Календарное планирование	Руководитель	1														
		Инженер	1														
6	Изучение литературы по теме	Инженер	10														
7	Подбор нормативных документов	Инженер	10														
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Звездочка»	Инженер	18														
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	1														
		Инженер	2														
10	Определение целесообразности и проведения ВКР	Руководитель	1														
		Инженер	3														
11	Выполнение раздела ФМ	Инженер	10														
12	Выполнение раздела СО	Инженер	10														
13	Составление технологической документации	Инженер	26														
14	Составление ПЗ	Инженер	8														

- инженер;

- научный руководитель

3.4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НИИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

3.4.4 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Таблица 26 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Сталь 10	руб./т	1,5	149 613	224 419,50
СОЖ	руб./л	208	88 955,90	88 955,90
Всего:				313 375,40

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции. Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при получении образца, нанесенного с эмалированным покрытием. Результаты расчета затрат представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Затраты на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Затраты на материалы, руб.
1	Круглопильный отрезной станок 8Г663	1	300 000	300 000
2	Вертикальный токарный центр LV500R/L	1	5 000 000	12 000 000
3	Долбежный станок по металлу S315TGI	1	1 200 000	1 200 000
4	Электропечь УИТП-50М	1	500 000	500 000
5	Установка индукционного нагрева ИМ 50-8-50/WD1-1	1	200 000	200 000
6	Шлифовочный станок 3К228А	1	3 500 000	3 500 000
7	Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7	1	200 000	200 000
Всего:				17 900 000

3.4.5 Расчет амортизации специального оборудования

Для определения издержек проекта необходимо определить амортизацию за срок проекта. За срок проекта возьмем 1 год. Примерный срок службы оборудования 8 лет. Будем использовать линейный метод расчета амортизации.

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$N_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Норма амортизации составляет 12,5%.

Расчет амортизации проводится по формуле:

$$A = \frac{N_A \times I}{12} m,$$

где N_A – норма амортизации; I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Суммарные затраты амортизационных отчислений составляют 1 300 000 руб.

3.4.6 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого, необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Исходными нормативами заработной платы данных категорий, работающих является оклад, определяющий уровень месячной заработной платы в зависимости от объема и ответственности работ. Величина расходов

на заработную плату определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{ТС} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p;$$

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;

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

Величину тарифной ставки сообщил руководитель проекта.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{Дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d};$$

где: Z_M –месячный должностной оклад работника, руб.;

M –количество месяцев работы без отпуска в течение года;

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

Таблица 28 – Заработная плата

Исполнители	$Z_{ТС}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_M , руб.	$Z_{Дн}$, руб.	T_{pi} , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	6,2	13313,6
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	78,8	137356,28
Всего:								150669,88

Таблица 29 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/12	52/12
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	24/-	24/-
Действительный годовой фонд рабочего времени	253	253

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{\text{дп}} = Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{дп}} = 13313,6 \cdot 0,15 = 1997,04 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$Z_{\text{дп}} = Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{дп}} = 137356,28 \cdot 0,15 = 20603,442 \text{ руб.}$$

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

3.4.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам.

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) Общая ставка взносов составляет в 2021 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ): - 22 % – на пенсионное страхование; - 5,1 % – на медицинское страхование; - 2,9 % – на социальное страхование.

3.4.8 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование

материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т. д.

Величина накладных расходов определяется по формуле

$$Z_{\text{нр}} = (\text{сумма статей 1-5}) \cdot k_{\text{нр}}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

3.4.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной 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 30 – Расчет бюджета затрат НИИ по статьям

Статьи							
Сырьё, материалы	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисление на соц. нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
313 375,40	1300000	150669,88	22600,482	51981.11	1838626,87	59960,12	1898586,99

Заключение

Целью данного раздела бакалаврской работы является проектирование и создание конкурентоспособных разработок.

В результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Звездочка» 72 экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой материалоемкостью, высокой производительностью труда, поэтому данный научно-исследовательский проект является конкурентоспособным. Также можно сказать, что задачи, поставленные в данном разделе выпускной квалификационной работы, решены в полном объеме. А именно:

1) была выявлена конкурентоспособность мелкосерийного производства изготовления детали;

2) проведен SWOT-анализ, в котором рассматриваются все сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, связанные с проектом;

3) был распланирован график НИР, по которому руководителю отводится 8 календарных дней, инженеру 106 рабочих дней;

4) при планировании комплекса работ по проекту была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования;

5) рассчитан бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 309336,59 рублей.

Список литературы

1. Машиностроение [Электронный ресурс] // URL: <https://vsetreningi.ru/schools/mashinostroenie> (дата обращения 18.12.20)
2. Должиков, В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве : учебное пособие / В. П. Должиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 328 с. — ISBN 978-5-8114-2240-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72980> (дата обращения: 18.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-ч т. Под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. 4Е издание., -М.: Машиностроение, 1985-496с.
4. Проектирование заготовок деталей машин [Электронный ресурс] // URL: <https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/43783/1/pzdm-2016.pdf> (дата обращения 19.12.20)
5. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн: Вышэйшая школа, 1983. – 256 с.
6. Суслов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2002. – 684 с.; ил.
7. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В. Ф., Аверьянов И. Н., Кордюков А. В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя в 2 т. / под ред. А.М. Дальского; А.Г. Косиловой; Р.К. Мещерякова; А.Г. Суслова. – 5-е изд., испр. – Москва: Машиностроение-1 Машиностроение, 2003.
9. Нормирование технологических процессов [Электронный ресурс] // URL: http://osntm.ru/normir_tpr.html (дата обращения 21.12.20)
10. Функционал Autodesk FeatureCAM [Электронный ресурс] // URL: [http://www.pointcad.ru/product/autodesk-featurecam/funkczional-autodesk-featurecam#:~:text=Autodesk%20 FeatureCAM](http://www.pointcad.ru/product/autodesk-featurecam/funkczional-autodesk-featurecam#:~:text=Autodesk%20FeatureCAM) (дата обращения 21.12.20)

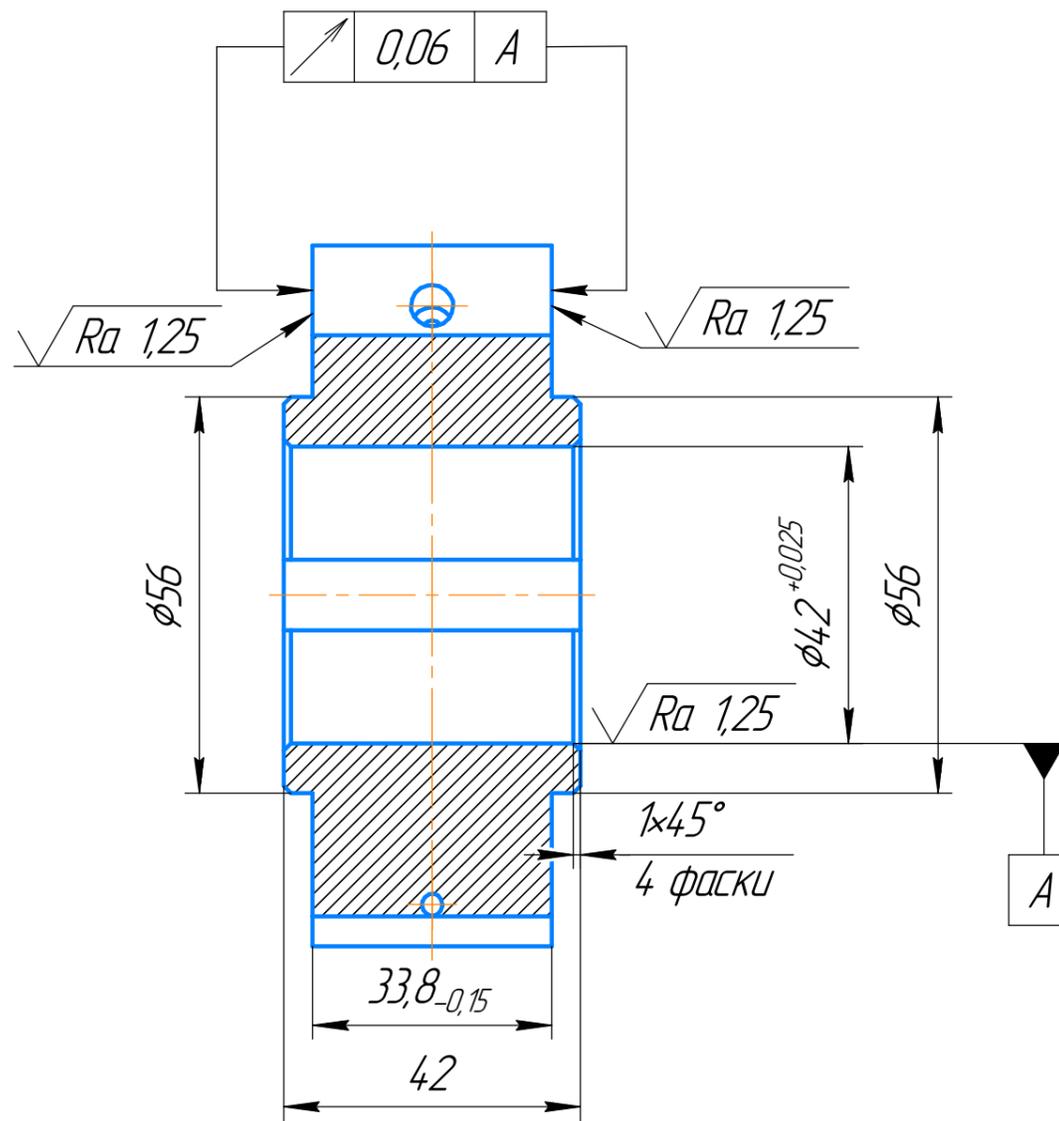
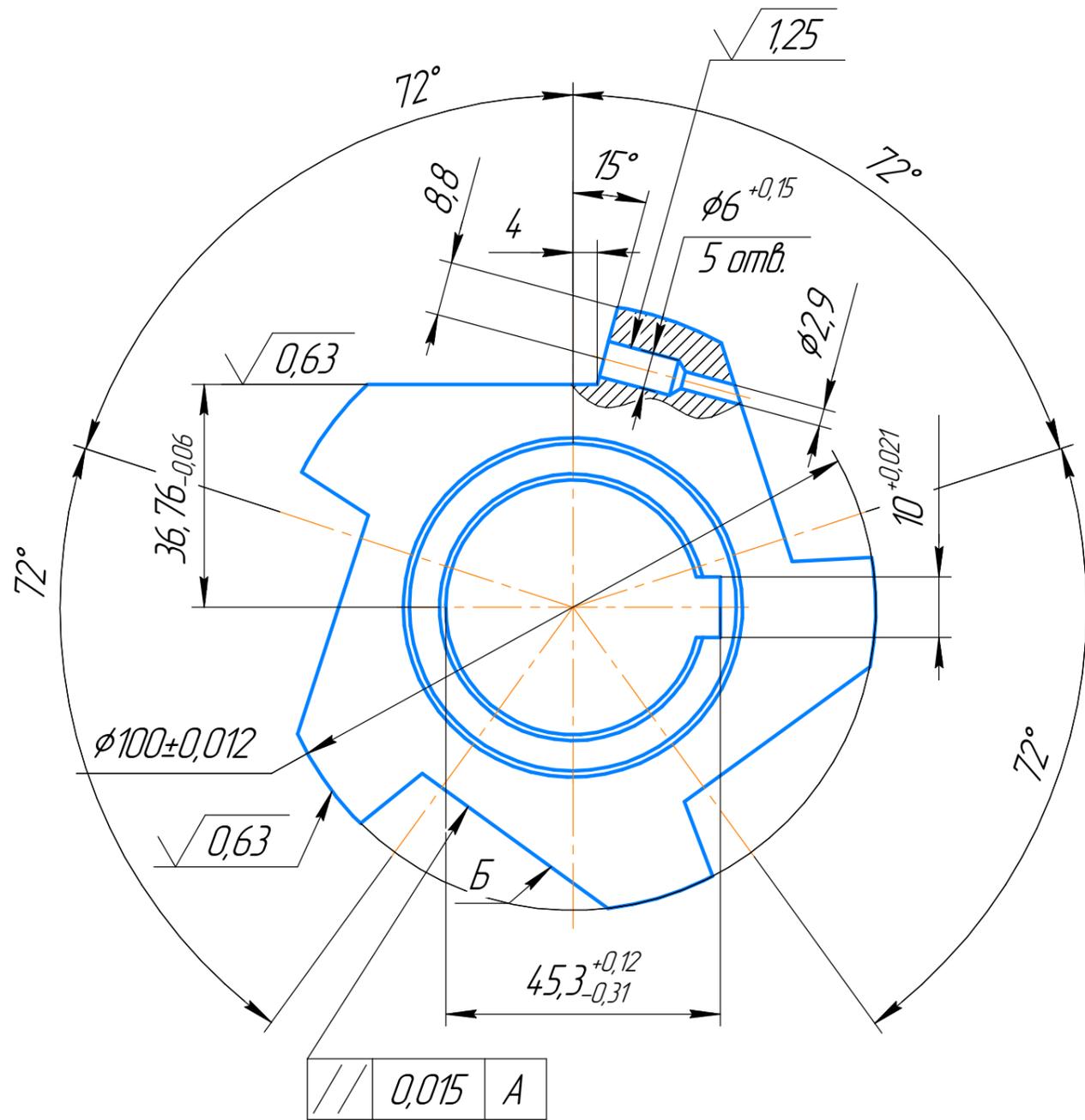
11. Влияние шума на организм человека [Электронный ресурс] // URL:<http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=14048#:~:text> (дата обращения 16.05.21)
12. Санитарные нормы. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/901703278> (дата обращения 16.05.21)
13. Способы защиты от шума на производстве [Электронный ресурс] // URL:<http://navigator-siz.ru/sposoby-zashhity-ot-shuma-na-proizvodstve> (дата обращения 16.05.21)
14. Влияние параметров микроклимата на состояние человека [Электронный ресурс] // URL: http://ftemk.mpei.ru/bgd/_private/PR_MK/V_2_C_vlianie_mk.htm (дата обращения 16.05.21)
15. Вибрация [Электронный ресурс] // URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Вибрация> (дата обращения 16.05.21)
16. Методическое пособие [Электронный ресурс] // URL: <https://portal.tpu.ru/SHARED/m/MALANINA/academic/Tab4> (дата обращения 21.05.21)

Приложение А

Чертеж детали «Звездочка муфты»

XXXX-2.005 00

$\sqrt{Ra\ 2,5(\sqrt{1})}$



1. Поверхность Б цементировать 1,2 ... 1,5; 56 ... 62 HRC₃
2. Остальные ТТ по ОСТ 3-3189-75.

				XXXX-2.005 00				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Звездочка муфты	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.						у	1,25	1:1
Проб.						Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.					Сталь 10 ГОСТ 1050-2013	ТТУ ИШНПТ		
Утв.						Группа 4А7А		

Копировал

Формат А3

КОМПАС-3D 19 Учебная версия © 2021 ООО "АЮС-Системы преобразования" Россия Все права защищены
Инд. № подл. Подп. и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Не для коммерческого использования

Приложение Б

Альбом технологической документации.

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

		НИ ТПУ	ИШНПТ-4А71006.00.00.00			ИШНПТ 4А7А	
		Звездочка муфты					

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

Комплект технологической документации
на технологический процесс механической обработки
детали «Звездочка муфты»

Проверил: _____ руководитель
 _____ Анисимова М. А.

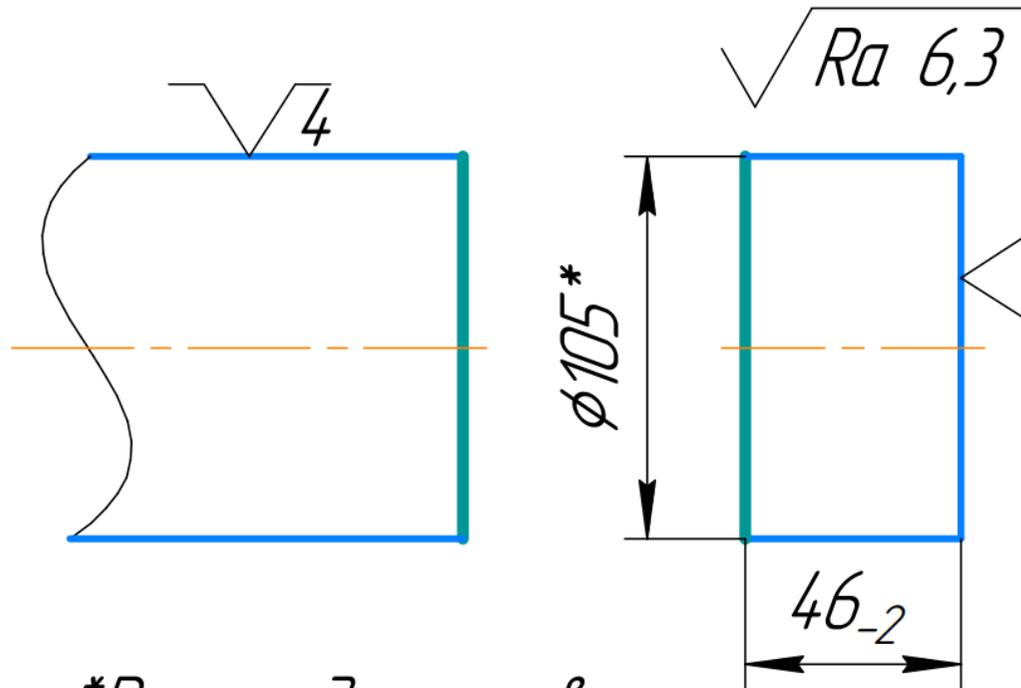
Выполнил: студент группы 4А7А
 _____ Кожевников П.А.

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

2

1

Разраб.	Кожевников П. А.			НИ ТПУ	ИШНПТ-4А71006.00.00.00	ИШНПТ 4А7А	
Провер.	Анисимова М. А.						
Н.контр.	Анисимова М. А.			Звёздочка муфты			005



**Размер для справок*

								3	5	
			НИ ТПУ	ИШНПТ-4А71006.00.00.00				ИШНПТ 4А7А		
				Токарная ЧПУ					010	
			Оборудование, устройство ЧПУ				Особые указания			
			Вертикальный токарный центр LV530							
			Кодирование информации, содержание кадра				Кодирование информации, содержание кадра			
			%				N135 Z0.1181			
			O010(FILENAME = 010)				N140 G1 Z-0.1643 F0.15			
			N20 G20 G40				N145 G0 Z0.1969			
			N25 G28 U0				N150 G28 U0			
			N30 G28 W0				N155 G28 W4.9213			
			(OPERATION: ROUGH FACE ТОРЕЦ)				(OPERATION: DRILL СВЕРЛО 12)			
			N40 T101				N165 T303			
			N45 G50				N170 G97 S1000 M4			
			N50 G96 S700 M4				N175 G0 X0. Z0.1969 M8			
			N55 G0 X2.9921 Z0.0394 M8				N180 Z0.1181			
			N60 G1 X-0.0787 F0.2				N185 G83 X0 Z-4.0789 Q0472 F0.25			
			N65 Z0.0787				N190 G80			
			N70 X-0.0509 Z0.0927				N195 G0 Z0.1969			
			N75 G0 X2.9921				N200 G28 U0			
			N80 G1 Z0.				N205 G28 W4.9213			
			N85 X-0.0787				(OPERATION: DRILL СВЕРЛО 24)			
			N90 Z0.0394				N215 T404			
			N95 X-0.0509 Z0.0533				N220 G97 S1000 M4			
			N100 G0 Z0.1969				N225 G0 X0. Z0.1969 M8			
			N105 G28 U0				N230 Z0.1181			
			N110 G28 W4.9213				N235 G83 X0 Z-5.6776 Q0945 F0.7			
			(OPERATION: SPOTDRILL ЦЕНТРОВКА)				N240 G80			
			N120 T202				N245 G0 Z0.1969			
			N125 G97 S1000 M4				N250 G28 U0			
			N130 G0 X0. Z0.1969 M8				N255 G28 W4.9213			
Дубл.	Взам.	Подп.	ККИ				114			

									6
				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А71006.00.00.00			ИШНПТ 4А7А	
				Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра		
				(OPERATION: ROUGH BORE MOP3E)			N405 G0 Z0.0601		
				N265 T505			N410 G1 X1.4173		
				N270 G50			N415 Z-4.7962		
				N275 G96 S1000 M4			N420 X1.3386		
				N280 G0 X1.0236 Z0.1969 M8			N425 X1.3107 Z-4.7823		
				N285 Z0.0601			N430 G0 Z0.0601		
				N290 G1 Z-4.7962 F0.4			N435 G1 X1.4961		
				N295 X0.9449			N440 Z-4.6453		
				N300 X0.917 Z-4.7823			N445 X1.4882 Z-4.7962		
				N305 G0 Z0.0601			N450 X1.4173		
				N310 G1 X1.1024			N455 X1.3895 Z-4.7823		
				N315 Z-4.7962			N460 G0 Z0.0601		
				N320 X1.0236			N465 G1 X1.5748		
				N325 X0.9958 Z-4.7823			N470 Z-3.1293		
				N330 G0 Z0.0601			N475 X1.4961 Z-4.6453		
				N335 G1 X1.1811			N480 X1.4682 Z-4.6314		
				N340 Z-4.7962			N485 G0 Z0.0601		
				N345 X1.1024			N490 G1 X1.6535		
				N350 X1.0745 Z-4.7823			N495 Z-1.6134		
				N355 G0 Z0.0601			N500 X1.5748 Z-3.1293		
				N360 G1 X1.2598			N505 X1.547 Z-3.1154		
				N365 Z-4.7962			N510 G0 Z0.0601		
				N370 X1.1811			N515 G1 X1.7323		
				N375 X1.1533 Z-4.7823			N520 Z-0.0974		
				N380 G0 Z0.0601			N525 X1.6535 Z-1.6134		
				N385 G1 X1.3386			N530 X1.6257 Z-1.5994		
				N390 Z-4.7962			N535 G0 Z0.0591		
				N395 X1.2598			(OPERATION: SEMI-FINISH BORE MOP3E)		
				N400 X1.232 Z-4.7823			N545 G0 Z0.0601		
Дубл.	Взам.	Подп.		ККИ					115

									7
				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А71006.00.00.00				ИШНПТ 4А7А
				Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра		
				N550 G50			N695 X1.1545		
				N555 G96 S1200			N700 X1.1267 Z-5.4192		
				N560 G0 X1.6257 Z0.0601 M8			N705 G0 Z-4.6791		
				N565 X1.7523			N710 G1 X1.2943		
				N570 G1 X1.5 Z-4.7961 F0.25			N715 Z-5.4331		
				N575 X1.2773 Z-4.6848			N720 X1.2244		
				N580 G0 X1.2677			N725 X1.1966 Z-5.4192		
				(OPERATION: ROUGH BORE ДИАМЕТР 38,2)			N730 G0 Z-4.6791		
				N590 G0 Z-4.6791			N735 G1 X1.3642		
				N595 G50			N740 Z-5.4331		
				N600 G96 S1000			N745 X1.2943		
				N605 G0 X1.2677 Z-4.6791 M8			N750 X1.2665 Z-5.4192		
				N610 X1.0148			N755 G0 Z-4.6791		
				N615 G1 Z-5.4331 F0.4			N760 G1 X1.4341		
				N620 X0.9449			N765 Z-5.4331		
				N625 X0.917 Z-5.4192			N770 X1.3642		
				N630 G0 Z-4.6791			N775 X1.3363 Z-5.4192		
				N635 G1 X1.0846			N780 G0 Z-4.6791		
				N640 Z-5.4331			N785 G1 X1.5039		
				N645 X1.0148			N790 Z-5.4331		
				N650 X0.9869 Z-5.4192			N795 X1.4341		
				N655 G0 Z-4.6791			N800 X1.4062 Z-5.4192		
				N660 G1 X1.1545			N805 G0 X1.2677		
				N665 Z-5.4331			(OPERATION: ROUGH BORE ФАСКА 1,5)		
				N670 X1.0846			N815 G0 Z0.1459		
				N675 X1.0568 Z-5.4192			N820 G50		
				N680 G0 Z-4.6791			N825 G96 S1000		
				N685 G1 X1.2244			N830 G0 X1.2677 Z0.1459 M8		
				N690 Z-5.4331			N835 X1.8107		
Дубл.	Взам.	Подп.		ККИ					116

									8
				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А71006.00.00.00			ИШНПТ 4А7А	
				Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра		
				N840 G1 Z-0.0508 F0.4			N985 G0 Z-5.2481		
				N845 X1.7711 Z-0.0706			N990 G1 X0.6858		
				N850 X1.7323			N995 Z-5.5237		
				N855 X1.7044 Z-0.0567			N1000 X0.6128		
				N860 G0 Z0.1459			N1005 X0.5849 Z-5.5097		
				N865 G1 X1.8892			N1010 G0 Z-5.2481		
				N870 Z-0.0115			N1015 G1 X0.7588		
				N875 X1.8107 Z-0.0508			N1020 Z-5.5237		
				N880 X1.7829 Z-0.0368			N1025 X0.6858		
				N885 G0 X1.5118			N1030 X0.658 Z-5.5097		
				(OPERATION: ROUGH BORE ФАСКА 3)			N1035 G0 Z-5.2481		
				N895 G0			N1040 G1 X0.8318		
				N900 G50			N1045 Z-5.5179		
				N905 G96 S1800			N1050 X0.8206 Z-5.5237		
				N910 G0 X1.5118 Z-0.0368 M8			N1055 X0.7588		
				N915 X0.4667 Z-5.2481			N1060 X0.731 Z-5.5097		
				N920 G1 Z-5.5237 F0.4			N1065 G0 Z-5.2481		
				N925 X0.3937			N1070 G1 X0.9049		
				N930 X0.3659 Z-5.5097			N1075 Z-5.4805		
				N935 G0 Z-5.2481			N1080 X0.8318 Z-5.5179		
				N940 G1 X0.5397			N1085 X0.804 Z-5.504		
				N945 Z-5.5237			N1090 G0 Z-5.2481		
				N950 X0.4667			N1095 G1 X0.9779		
				N955 X0.4389 Z-5.5097			N1100 Z-5.443		
				N960 G0 Z-5.2481			N1105 X0.9049 Z-5.4805		
				N965 G1 X0.6128			N1110 X0.877 Z-5.4665		
				N970 Z-5.5237			N1115 G0 Z-5.2481		
				N975 X0.5397			N1120 G1 X1.0509		
				N980 X0.5119 Z-5.5097			N1125 Z-5.4056		
Дубл.	Взам.	Подп.		ККИ					117

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

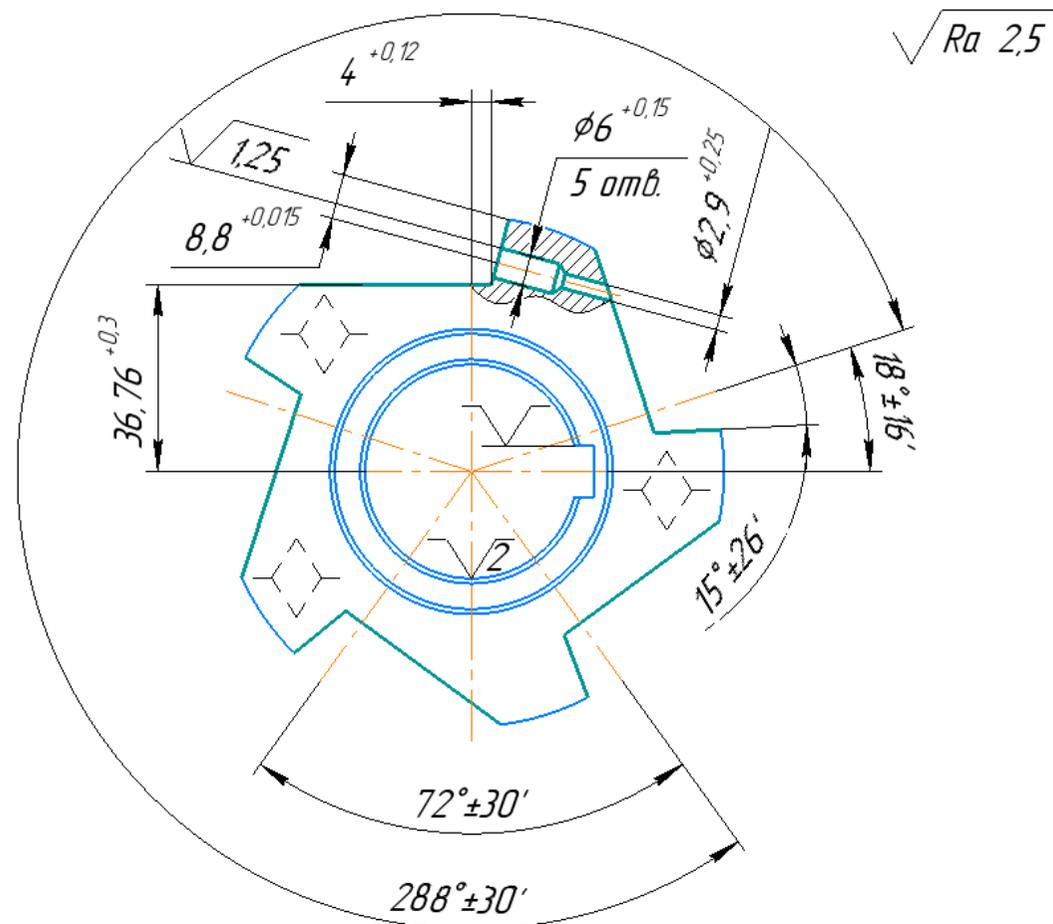
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

7

1

ИШНПТ-4А71006.00.00.00

ИШНПТ 4А7А

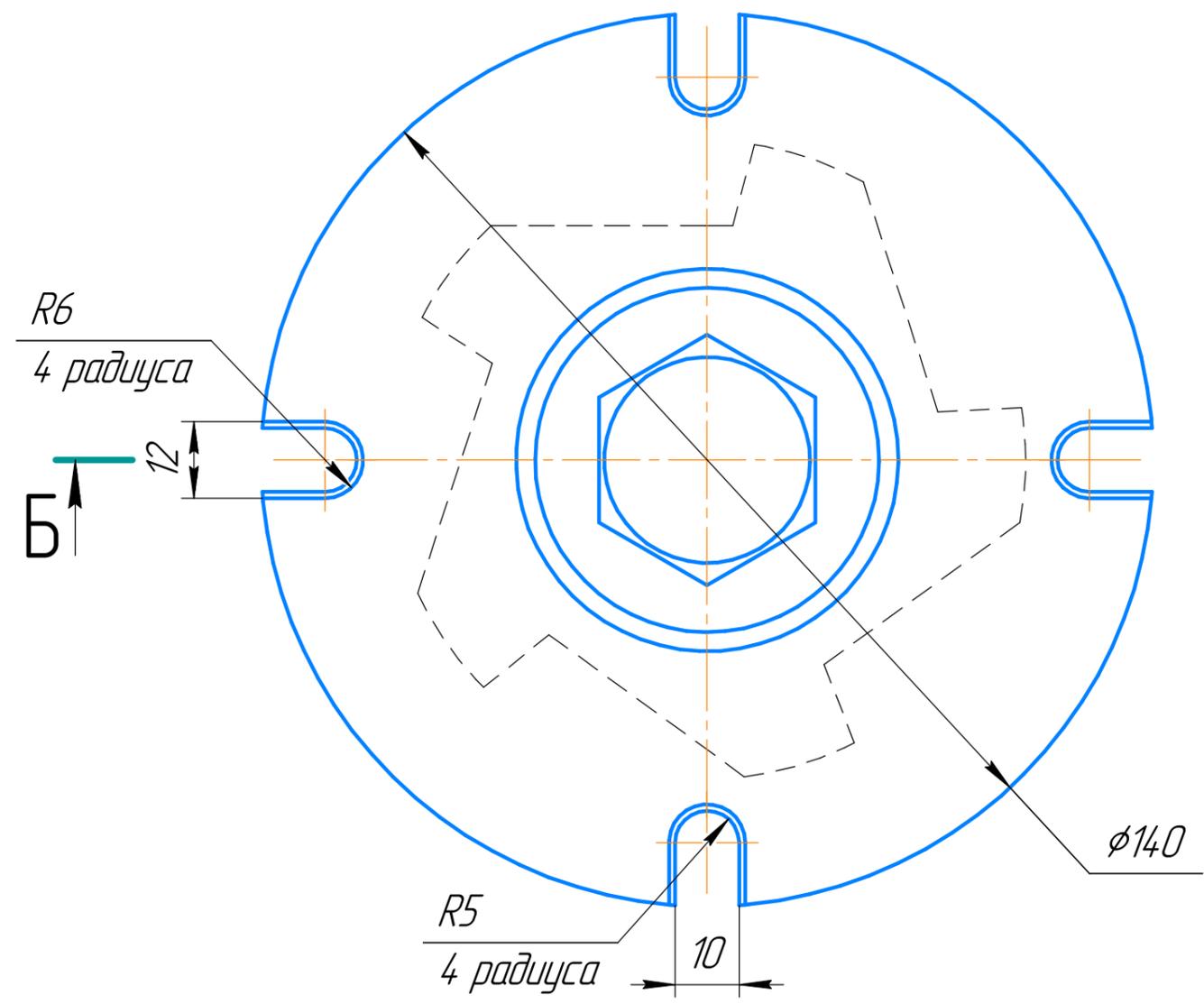
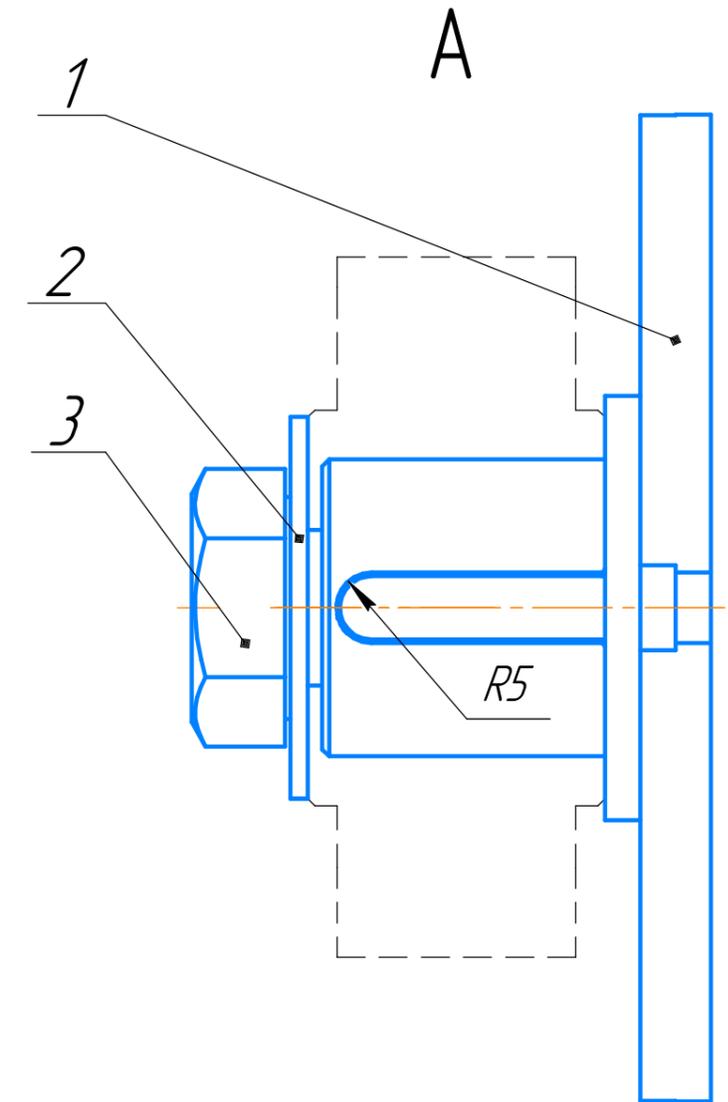
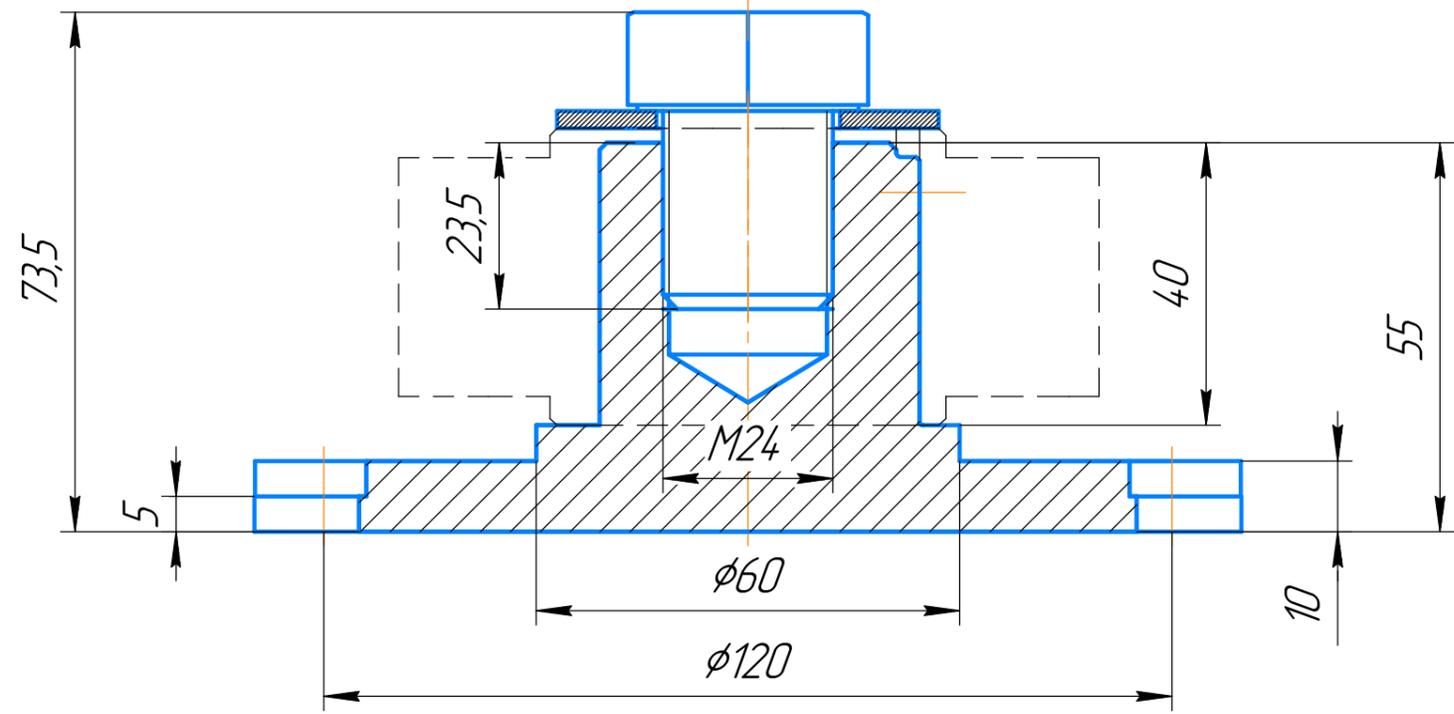


									7	4		
				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А71006.00.00.00				ИШНПТ 4А7А			
				Фрезерная ЧПУ						030		
				Оборудование, устройство ЧПУ				Особые указания				
				Вертикальный токарный центр LV500R								
				Кодирование информации, содержание кадра				Кодирование информации, содержание кадра				
				%				N155 G00 Z1.4469				
				N35 G00 G20 G17 G40 G49 G80 G94				N160 X1.3386				
				N40 G91 G28 Z0				N165 Z0.5906				
				N45 (RECTANGULAR POCKET ROUGH1 ПРЯМ_КАРМАН3)				N170 G01 Z-0.0667 F6.9				
				N50 T1 M6				N175 Y0.0566 F13.8				
				N55 G00 G54 G90 X1.2402 Y-0.0566 S1900 M03				N180 X0.7874				
				N60 G43 H1 Z1.4469 M08				N185 G00 Z1.4469				
				N65 Z0.5906				N190 X1.2402 Y-0.0566				
				N70 G01 Z0.0012 F6.9				N195 Z0.5239				
				N75 X1.3386 Z-0.0064				N200 G01 Z-0.0655 F6.9				
				N80 X1.2402 Z-0.0139				N205 X1.3386 Z-0.073				
				N85 X1.3386 Z-0.0214				N210 X1.2402 Z-0.0806				
				N90 X1.2402 Z-0.029				N215 X1.3386 Z-0.0881				
				N95 X1.3386 Z-0.0365				N220 X1.2402 Z-0.0957				
				N100 X1.2402 Z-0.0441				N225 X1.3386 Z-0.1032				
				N105 X1.3386 Z-0.0516				N230 X1.2402 Z-0.1107				
				N110 X1.2402 Z-0.0591				N235 X1.3386 Z-0.1183				
				N115 X1.3386 Z-0.0667				N240 X1.2402 Z-0.1258				
				N120 X0.7874 F13.8				N245 X1.3386 Z-0.1334				
				N125 G00 Z1.4469				N250 X0.7874 F13.8				
				N130 X1.3386				N255 G00 Z1.4469				
				N135 Z0.5906				N260 X1.3386				
				N140 G01 Z-0.0667 F6.9				N265 Z0.5239				
				N145 X1.3952 Y0. F13.8				N270 G01 Z-0.1334 F6.9				
				N150 X0.7308				N275 X1.3952 Y0. F13.8				
Дубл.	Взам.	Подп.		ККИ					127			

									5
				НИ ТПУ	ИШНПТ-4А71006.00.00.00			ИШНПТ 4А7А	
				Кодирование информации, содержание кадра			Кодирование информации, содержание кадра		
				N280 X0.7308			N425 X1.3386 Z-0.1457		
				N285 G00 Z1.4469			N430 X0.7874 F8.3		
				N290 X1.3386			N435 G00 Z1.4469		
				N295 Z0.5239			N440 X1.3386		
				N300 G01 Z-0.1334 F6.9			N445 Z0.1181		
				N305 Y0.0566 F13.8			N450 G01 Z-0.1457 F4.1		
				N310 X0.7874			N455 X1.3952 Y0. F8.3		
				N315 G00 Z-0.0667			N460 X0.7308		
				N320 G01 Y0.0025			N465 G00 Z1.4469		
				N325 G03 X0.8413 Y-0.0566 I0.0539 J-0.0049			N470 X1.3386		
				N330 G01 X1.3386			N475 Z0.1181		
				N335 G03 X1.3386 Y0.0566 I0. J0.0566			N480 G01 Z-0.1457 F4.1		
				N340 G01 X0.7874			N485 Y0.0566 F8.3		
				N345 G03 X0.7874 Y-0.0566 I0. J-0.0566			N490 X0.7874		
				N350 G01 X0.8413			N495 Y-0.0271		
				N355 X0.7874 Y0.0566			N500 G03 X0.8512 Y-0.0566 I0.0638 J0.0541 F5.2		
				N360 Y0.0025 Z-0.1334			N505 G01 X1.3386 F8.3		
				N365 G03 X0.8413 Y-0.0566 I0.0539 J-0.0049			N510 G03 X1.3386 Y0.0566 I0. J0.0566 F4.4		
				N370 G01 X1.3386			N515 G01 X0.7874 F8.3		
				N375 G03 X1.3386 Y0.0566 I0. J0.0566			N520 G03 X0.7874 Y-0.0566 I0. J-0.0566 F4.4		
				N380 G01 X0.7874			N525 G01 X0.8512 F8.3		
				N385 G03 X0.7874 Y-0.0566 I0. J-0.0566			N530 X0.861 Y-0.0656		
				N390 G01 X0.8413			N535 G03 X0.8739 Y-0.0689 I0.0129 J0.0238 F4.1		
				N395 G00 Z1.4469			N540 G01 X1.3386 F8.3		
				N400 X1.2402			N545 G03 X1.3386 Y0.0689 I0. J0.0689 F4.8		
				N405 Z0.1181			N550 G01 X0.7874 F8.3		
				N410 G01 Z-0.1322 F4.1			N555 G03 X0.7874 Y-0.0689 I0. J-0.0689 F4.8		
				N415 X1.3386 Z-0.1367			N560 G01 X0.992 F8.3		
				N420 X1.2402 Z-0.1412			N565 G03 X1.0049 Y-0.0656 I0. J0.0271 F4.1		
Дубл.	Взам.	Подп.		ККИ					128

ИШНПТ-4А 71006.01.00.00 СБ

Б-Б



А
Б

Технические требования:
1. Перед установкой детали убедиться в отсутствии загрязнения и стружки на установочных поверхностях.

				ИШНПТ-4А 71006.01.00.00 СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Сборочный чертёж приспособления	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Кожевников П.А.						1:1
Пров.		Анисимова М.А.				Лист	Листов	1
Т.контр.					Сталь 20 ГОСТ 1050-2013		ТПУ ИШНПТ Группа 4А 7А	
Н.контр.					Копировал		Формат А3	
Утв.								

Перв. примен.

Справ. №

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АКЮН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
Инд. № подл. Подл. и дата. Инв. № дубл. Подл. и дата. Взам. инв. № Инв. № дубл. Подл. и дата.

Не для коммерческого использования

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A3			ИШНПТ-4А 71006.01.00.00 СБ	Специальное приспособление	1	
				<u>Детали</u>		
		1	ИШНПТ-4А 71006.01.00.01 СБ	Корпус	1	
		2	ИШНПТ-4А 71006.01.00.02 СБ	Шайба	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		5		Болт А М22Х28 (S34) ГОСТ 15589-70	1	

Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Кожевников П.А.		
Проб.	Анисимова М.А.		
Н.контр.			
Утв.			

ИШНПТ-4А 71006.01.00.00 СБ

Специальное приспособление

Лит.	Лист	Листов
Д		1

**ТПУ ИШНПТ
Группа 4А7А**