



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт физики высоких технологий

Направление 15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки Машины и технология высокоэффективных процессов обработки
материалов

Кафедра Физика высоких технологий в машиностроении

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства изготовления детали «Корпус фрикционной муфты» на станках с ЧПУ

УДК 621.825.5-214.002

Студент

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4A21	Караваев Владимир Евгеньевич		14.06.16

Руководитель

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Должиков В.П.	к.т.н., доцент		14.06.16

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гаврикова Н.А.	-		1.06.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		30.05.2016

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФВТМ	С.Г. Псахье	д.ф-м.н., профессор		14.06.16

Томск – 2016

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

Институт физики высоких технологий

Направление **15.03.01 Машиностроение**

Профиль подготовки Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов

Кафедра Физика высоких технологий в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессор

09.03.2016 С.Г. Псахье
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Караваеву Владимиру Евгеньевичу

Тема работы:

Утверждена приказом ректора (дата, номер)	17.03.2016 №2110/с
---	--------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:

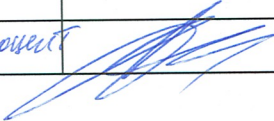
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали «Корпус фрикционной муфты» Тип производства: мелкосерийное
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ технологичности детали. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ.
Перечень графического материала	Чертеж изделия. Технологические карты. Карты наладки.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Должиков В.П.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гаврикова Н.А.
Социальная ответственность	Анищенко Ю. В.
Название разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	09.02.16
--	----------

Задание выдал руководитель:

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Должиков В.П.	к.т.н., доцент		09.02.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4A21	Караваев Владимир Евгеньевич		09.02.16

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Караваеву Владимиру Евгеньевичу

Институт	ФВТ	Кафедра	ФВТМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

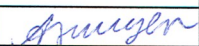
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом исследования является производственный технологический процесс детали типа «Корпус фрикционной муфты».
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	—Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; —Повышенный уровень шума на рабочем месте; —Недостаточная освещенность рабочей зоны, —Повышенный уровень вибрации; —Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкании которой может произойти через тело человека; —Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования; —Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
2. Экологическая безопасность	В данном разделе производится анализ влияния на окружающую среду.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	В данном разделе приводятся возможные ЧС, а также способы их ликвидации.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	В данном разделе приводятся требования к организации рабочего места с точки зрения обеспечения безопасности сотрудника.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		1.03.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A21	Караваев Владимир Евгеньевич		1.03.16

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4A21	Караваеву Владимиру Евгеньевичу

Институт	ИФВТ	Кафедра	ФВТМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

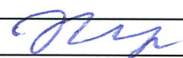
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Расчет затрат на годовой выпуск продукции: - материальные затраты - электроэнергия на технологические нужды - заработная плата с отчислениями на социальные нужды - общепроизводственные и общехозяйственные расходы
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Анализ безубыточности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Расчет затрат на годовой выпуск продукции
2. График безубыточности

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гаврикова Н.А.			3.02.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4A21	Караваев Владимир Евгеньевич		03.02.16

Реферат

Выпускная квалификационная работа по теме «Технологическая подготовка производства изготовления детали «Корпус фрикционной муфты» на станках с ЧПУ» содержит 75 страниц текстового документа, 18 таблиц, 13 рисунков,

13 использованных источников, 4 листа графического материала.

Ключевые слова: корпус муфты, технологический процесс, инструмент, станок, ЧПУ, режимы резания.

Объект выпускной квалификационной работы: Деталь типа «Корпус фрикционной муфты»

Цель выпускной квалификационной работы:

- анализ конструкции детали;
- разработка альтернативного технологического процесса;
- выбор оборудования и оснастки;
- расчет режимов резания;
- назначение норм времени;
- составление управляющей программы;
- проектирование гибкого производственного модуля;
- расчет технико-экономических показателей;
- описание условий соответствующих безопасной работе.

В результате технологической подготовки производства был проведен конструкторский анализ детали, разработан технологический процесс, выбрано оборудование для производства детали, составлены управляющие программы для станков с ЧПУ и карты наладки к ним, рассчитаны режимы резания и нормы времени для производства детали.

Проведены расчеты экономической эффективности производства данной детали. Предложены пути решения вопроса об экологической безопасности. Также, решен вопрос о безопасности сотрудников на рабочих местах.

Содержание

Введение.....	7
1 Технологическая подготовка производства.....	8
1.1 Подготовка производства.....	8
1.2 Технологическая подготовка производства.....	9
1.3 Этапы подготовки производства детали.....	11
2 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	12
2.1 Анализ технологичности конструкции детали.....	12
2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали.....	17
2.3 Работоспособность конструкции детали.....	18
2.4 Способ получения заготовки.....	19
2.5 Проектирование технологического маршрута.....	21
2.6 Расчет припусков на обработку.....	26
2.7 Проектирование технологических операций.....	30
2.7.1 Средства технологического оснащения.....	35
2.7.2 Уточнение содержания переходов.....	38
2.7.3 Выбор и расчет режимов резания.....	40
2.8 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ.....	45
2.9 Размерный анализ технологического процесса.....	45
2.10 Техничко-экономические показатели технологического процесса.....	46
2.11 Проектирование средств технологического оснащения.....	50
2.11.1 Исходные данные.....	51
2.11.2 Расчет сил резания.....	51
2.11.3 Выбор схемы закрепления заготовки и расчет усилия зажима.....	53
2.11.4 Описание работы приспособления.....	54
2.11.5 Расчет погрешностей установки заготовки в приспособлении.....	54
2.12 Проектирование гибкого производственного модуля.....	55

3	Финансовый менеджмент и ресурсоэффективность.....	59
3.1	Расчет затрат на изготовление детали.....	59
3.2	Анализ безубыточности изготовления детали.....	62
4	Социальная ответственность.....	64
4.1	Производственная безопасность.....	64
4.2	Экологическая безопасность.....	69
4.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	70
4.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	71
	Заключение.....	73
	Список литературы.....	74
	Приложение.....	76

Введение

С каждым годом во всем мире растет выпуск сложных изделий, применяемых как в быту, так и в производственных условиях. Усложняется как конструкции машин, так и системы управления ими. Одновременно с усложнением машин возрастают требования к их качеству и дизайну. Для изготовления машин с лучшими характеристиками необходимы новые технологии. Каждая новая технология – это концентрация достижений современной науки и производства. Создание новой технологии сложный процесс, требующий суммы накопленных знаний техники, технологий, производства и экономики.

В настоящее время изготовление деталей машин в значительной мере связано с механообработкой. В зависимости от типа производства удельный вес механообработки составляет 30-70%. Проектирование технологических процессов механообработки связано с определенными трудностями: в каждом случае необходимо решать многокритериальные задачи со многими параметрами [1].

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса, маршрута, операций, а также средств технологического оснащения на примере детали типа «Корпус фрикционной муфты».

Одной из важных частей выпускной квалификационной работы является разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. Так же требуется произвести необходимые расчет для снижения брака, которые включают в себя размерный и прочностной анализ, для производства детали «корпус фрикционной муфты».

1 Технологическая подготовка производства

1.1 Подготовка производства

Подготовка производства — комплекс взаимосвязанных организационных, технических, технологических, плановых, экономических и других мероприятий, обеспечивающих выполнение производственной программы предприятием в необходимые сроки при минимальных затратах труда, материально-технических и других ресурсов.

Главная задача подготовки производства — создание и организация выпуска новых конкурентоспособных изделий.

Цель подготовки производства состоит в создании технических, организационных и экономических условий, полностью гарантирующих перевод производственного процесса на более высокий технический и социально-экономический уровень на основе достижений науки и техники, использования различных инноваций для обеспечения эффективной работы предприятия. Рассмотрим содержание основных стадий подготовки производства.

Деятельность предприятия по развитию его материально-технической базы, организации производства, труда и управления представляет собой техническую подготовку производства.

Различают техническую подготовку производства, включающую этапы проектирования и освоения выпуска новых изделий, и организационную, обеспечивающую нормальный ход технологического процесса.

Техническая подготовка осуществляется в целях эффективного освоения нового или модернизированного изделия, внедрения новых сложных машин и оборудования, новых технологических приемов и изменений организации производства. Она предусматривает разработку технологических процессов, проектирование оснастки, приспособлений и специального инструмента, необходимых для обеспечения технологического процесса,

расчеты производственных мощностей, подготовку нормативной документации и т.д.

Организационная подготовка производства предусматривает координацию деятельности соответствующих служб в процессе выполнения производственной программы.

Организационная подготовка производства включает упорядочение сроков и маршрутов прохождения документации, организации документооборота, материально-технического снабжения. Работы по подготовке производства начинаются на стадии создания технической документации и образцов продукции.

На предприятиях разного типа, масштаба и профиля могут быть с разной полнотой представлены различные стадии подготовки производства; однако в любом случае существенная часть работы по организации производства находится в компетенции предприятия [2].

1.2 Технологическая подготовка производства

Технологическое проектирование начинается с разработки маршрутной технологии. Ее содержание заключается в определении последовательности выполнения основных операций и закреплении их в цехах за конкретными группами оборудования. Одновременно осуществляется выбор инструмента и технологической оснастки, расчет норм времени и установление разряда работ, указывается специальность рабочих с соответствующим уровнем квалификации. Согласно маршрутной технологии за каждым цехом и участком закрепляются обрабатываемые виды продукции, что обуславливает их специализацию, место и роль в производственной структуре предприятия.

Затем для каждого цеха и участка разрабатывается операционная технология, содержание которой составляют пооперационные

технологические карты. Они содержат указания и параметры выполнения каждой производственной операции [3].

Применение типовых технологических процессов способствует ограничению числа технологических операций. Они позволяют установить единообразие способа обработки однотипных изделий и применяемой технологической оснастки, создают условия для сокращения затрат и продолжительности проектирования технологий.

Разработка типовых технологических процессов предполагает следующие этапы:

- определение технологического маршрута обработки изделия данной группы;
- выбор пооперационного технологического процесса;
- установление способов обработки отдельных элементов (выполняемых технологических операций) для изделия данной группы.

Технологическая подготовка производства предусматривает также разработку, изготовление и наладку специального технологического оборудования, технологической оснастки, необходимых для производства нового (модернизированного) изделия [3].

Проводя работы по технологической подготовке производства, необходимо учитывать, что организация производства новых видов продукции, модернизация изделий и процессов производства требуют материальной и организационной подготовки.

1.3 Этапы подготовки производства детали

В качестве технического задания для выпускной квалификационной работы была выбрана реальная деталь, производство которой предполагается на конкретном предприятии. Рассмотрим этапы подготовки производства детали «Корпус фрикционной муфты».

Этапы подготовки производства детали:

Первый этапом ТПП для данной детали будет является разработка маршрутной технологии, содержащая последовательность выполнения основных операций изготовления детали: заготовительную операцию, токарную, токарную с ЧПУ, фрезерную, слесарную, шлифовальную, промывочную и консервацию. Для каждой операции необходимо выбрать оборудование, например, для токарной операции токарно-винторезный станок 1К62. С учетом габаритов и массы заготовки, таким же образом подбирается и оборудование для других операций. В оборудовании для транспортирования заготовки(детали) по цехам предприятия нет необходимости, потому что масса и габариты заготовки невелики. Одновременно с этим этапом был осуществляется выбор инструмента и технологической оснастки, расчет норм времени и установление разряда работ, указывается специальность рабочих с соответствующим уровнем квалификации.

На следующем этапе технологической подготовки производства необходимо разработать операционные технологические карты для технологии производств. Так же на данном этапе пишутся программы для станков с ЧПУ. Применение станков с ЧПУ при обработке позволяет изготовить деталь с более точными размерами, сэкономить время изготовления детали и частично автоматизировать технологический процесс, также данное оборудование более универсально.

На заключительном этапе технологической подготовки производства детали производится оформление всей технологической документации в соответствии с государственными и отраслевыми стандартами.

2 Проектирование технологического процесса изготовления

детали

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Целью анализа технологичности конструкции детали является выявление недостатков, содержащихся в чертежах детали и предъявляемых требованиях, также возможное улучшение технологичности конструкции.

Деталь – «Корпус фрикционной муфты», изготавливается из материала «Сталь 45 ГОСТ 1050-88». Деталь имеет среднюю сложность конструкции. Масса детали рассчитана с помощью САПР АСКОН «КОМПАС 3D» исходя из материала и твердотельной модели.

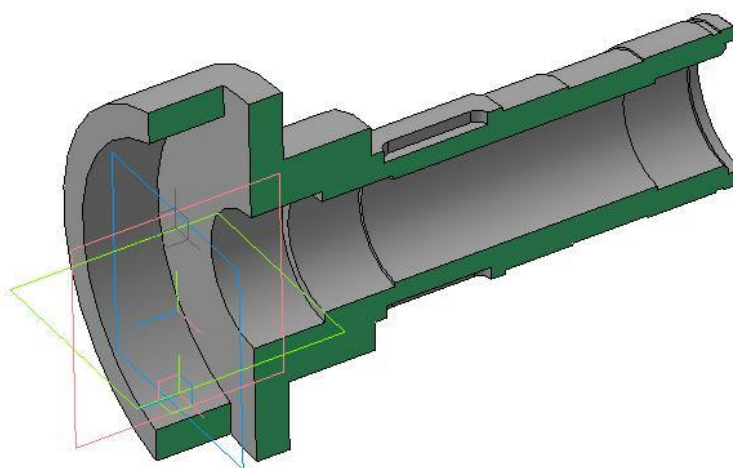


Рисунок 1 – Твердотельная модель детали «Корпус фрикционной муфты»

На технологичность конструкции детали влияют как технические факторы (точность, форма и размеры, шероховатость, базы и т.п.), так и организация производства (серийность производства).

Соответствие машин требованиям минимальной трудоемкости определяет технологичность конструкции.

Согласно ГОСТ 14.201-91 устанавливается ряд показателей технологичности конструкции изделия:

- 1) Деталь должна быть правильной геометрической формы, обеспечивающей возможность обработки от одной базы.
- 2) Избежание разнообразия размеров отверстий и резьбы.
- 3) Конструкция детали должна предусматривать небольшое количество обрабатываемых поверхностей, сопрягаемых с другими деталями.
- 4) Допуски на размеры точных деталей не должны усложнять технологию производства.

Технологичность конструкции – это одна из комплексных характеристик технического устройства (изделие, устройство, прибор, аппарат), которая выражает удобство его производства, ремонтпригодность и эксплуатационные качества.

Вопросы технологичности решаются со стадии анализа чертежа детали, проектирования заготовки, выбора метода изготовления заготовки и процессом ее изготовления.

Деталь изготовлена из материала Сталь 45 ГОСТ 1050-88. Это конструкционная углеродистая качественная сталь. В целом Сталь 45 находит широкое применение в изготовлении станочных кулачков, ручных тисочков, а также плоскогубцев и круглогубцев. Состав материала приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав материала Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Химический элемент	%
Углерод, C	0,42 - 0,5
Кремний, Si	0,17 - 0,37
Марганец, Mn	0,5 - 0,8
Никель, Ni	до 0,25

Сера, S	до 0,04
Фосфор, P	до 0,035
Хром, Cr	до 0,25
Медь, Cu	до 0,25
Мышьяк, As	до 0,08
Железо, Fe	~97

Углерод находится в стали обычно в виде химического соединения Fe_3C , называемого цементитом. С увеличением содержания углерода до 1,2% твердость, прочность и упругость стали увеличиваются, но пластичность и сопротивление удару понижаются, а обрабатываемость ухудшается, ухудшается и свариваемость.

Кремний, если он содержится в стали в небольшом количестве, особого влияния на ее свойства не оказывает. При повышении содержания кремния значительно улучшаются упругие свойства, магнитопроницаемость, сопротивление коррозии и стойкость против окисления при высоких температурах. Ухудшает обрабатываемость стали – снижается ее теплопроводность, увеличивается твердость и прочность. Кремний (Si) ухудшает обрабатываемость стали из-за образования силикатных абразивных включений.

Марганец, как и кремний, содержится в обыкновенной углеродистой стали в небольшом количестве и особого влияния на ее свойства также не оказывает. Однако марганец образует с железом твердый раствор и несколько повышает твердость и прочность стали, незначительно уменьшая ее пластичность. Марганец связывает серу в соединение MnS , препятствуя образованию вредного соединения FeS . Кроме того, марганец раскисляет сталь. При высоком содержании марганца сталь приобретает исключительно большую твердость и сопротивление износу. Ухудшает обрабатываемость

стали – снижается ее теплопроводность, увеличивается твердость и прочность.

Сера является вредной примесью. Она находится в стали главным образом в виде FeS . Это соединение сообщает стали хрупкость при высоких температурах, например, при ковке, – свойство, которое называется красноломкостью. Сера увеличивает истираемость стали, понижает сопротивление усталости и уменьшает коррозионную стойкость.

В углеродистой стали допускается содержание серы не более 0,06-0,07%. Увеличение хрупкости стали при повышенном содержании серы используется иногда для улучшения обрабатываемости на станках, благодаря чему повышается производительность при обработке.

Фосфор также является вредной примесью. Он образует с железом соединение Fe_3P , которое растворяется в железе. Кристаллы этого химического соединения очень хрупки. Обычно они располагаются по границам зерен стали, резко ослабляя связь между ними, вследствие чего сталь приобретает очень высокую хрупкость в холодном состоянии (хладноломкость). Особенно сказывается отрицательное влияние фосфора при высоком содержании углерода. Обрабатываемость стали фосфор несколько улучшает, так как способствует отделению стружки.

Хром – наиболее дешевый и распространенный элемент. Он повышает твердость и прочность, незначительно уменьшая пластичность, увеличивает коррозионную стойкость; содержание больших количеств хрома делает сталь нержавеющей и обеспечивает устойчивость магнитных сил. Ухудшает обрабатываемость стали – снижается ее теплопроводность, увеличивается твердость и прочность.

Никель сообщает стали коррозионную стойкость, высокую прочность и пластичность, увеличивает прокаливаемость, оказывает влияние на изменение коэффициента теплового расширения. Никель (Ni), увеличивает прочность сталей и ухудшает теплопроводность, что ведет к ухудшению их обрабатываемости.

Медь увеличивает антикоррозионные свойства, она вводится главным образом в строительную сталь. Медь (Cu) имеет умеренную склонность к сегрегации. К вредному влиянию меди относят снижение хладноломкости стали. При повышенном содержании меди она отрицательно влияет на качество поверхности стали при ее горячей обработке. Однако при содержании более 0,20 % медь повышает ее стойкость к атмосферной коррозии, а также прочностные свойства легированных и низколегированных сталей. Медь в количестве более 1 % повышает стойкость аустенитных нержавеющей сталей к воздействию серной и соляной кислот, а также их стойкость к коррозии под напряжением.

Мышьяк в стали не является вредной примесью, и его действие похоже на действие меди. При содержании до 0,1% мышьяк повышает предел прочности и предел упругости стали (на каждую 0,01 % увеличения содержания мышьяка 0,4 кг/мм²). При этом пластичность и ударная вязкость снижаются незначительно. До 0,25% мышьяк не изменяет свариваемость стали. Мышьяк при затвердевании ликвирует подобно сере и фосфору. Присадка мышьяка несколько повышает сопротивляемость стали атмосферной коррозии. Мышьяк в стали не является вредной примесью, и его действие похоже на действие меди [4].

Корпус имеет сквозное отверстие ступенчатой формы, также на нем имеются канавки и пазы.

На чертеже указаны допуски на радиальное биение на внешнем и внутреннем диаметрах, и торцевые биения на поверхностях полученных при растачивании отверстия и торце корпуса. Минимальная шероховатость Ra 0,8 на двух поверхностях отверстия корпуса, такую шероховатость можно получить при тонком растачивании.

Анализируя деталь с точки зрения технологичности можно выделить положительные моменты:

- 1) Все размеры и точности обработки поверхностей обеспечиваются возможностями станков;

- 2) Обработка детали выполнена, в основном, по 14 качеству, за исключением четырех особо точных поверхностей;
- 3) Материал хорошо поддается механической обработке;
- 4) Малое количество отверстий и отсутствие резьбы.

Отрицательными моментами являются такие факторы как:

- 1) Большое количество отклонений формы;
- 2) Поверхности, выполненные по 6 – 8 качеству

При обработке детали используется точение, фрезерование, сверление и шлифование. Форма заготовки обеспечивает свободный доступ инструмента, что повышает технологичность.

При обработке применяются: трехкулачковый патрон, призмы, цанговая оправка и другие.

Габариты и масса заготовки не требуют дополнительных подъемных приспособлений.

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Надежность машин, как один из основных показателей качества, определяется, прежде всего, эксплуатационными свойствами их деталей и сборочных единиц включающими: усталостную прочность, коррозионную стойкость, износостойкость, точность посадок и др. Действие на машину циклических нагрузок может привести к усталостным разрушениям отдельных ее деталей. Ресурс машины, работающей в агрессивных коррозионных средах, в значительной степени определяется коррозионной стойкостью основных ее деталей. В результате действия значительных нагрузок на контактирующие поверхности деталей может произойти потеря их надежности из-за контактных разрушений. Надежность машин, определяемая точностью изготовления ее деталей, в значительной степени зависит от контактной жесткости их соединений. Установлено, что 70 %

выхода из строя машин определяется износом их деталей. Поэтому износостойкость играет особую роль в обеспечении надежности сборочных единиц, агрегатов, машин.

Эксплуатационные свойства детали, как правило, определяются качеством их рабочих поверхностей, формируемыми при изготовлении или восстановлении [5]. Поэтому задача технологического обеспечения качества поверхностного слоя детали является одной из важнейших при решении проблемы повышения надежности. Повышение надежности машин может быть обеспечено за счет применения эффективных технологических процессов изготовления и восстановления деталей, повышающих их износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость. Для этих целей применяются технологические процессы, упрочняющие поверхностный слой, припадающие ему особые свойства. Сюда относятся как процессы химико-термической обработки, так и упрочняющая обработка, основанная на пластическом деформировании поверхностей. При применении методов поверхностной пластической деформации в результате наклепа в поверхностных слоях видоизменяются форма и размеры кристаллических зерен, повышается твердость, и образуются сжимающие напряжения, способствующие повышению износостойкости и сопротивляемости усталостным разрушениям. Надежность и долговечность изделий в значительной мере зависит от эксплуатационных свойств деталей и их соединений, которые могут быть определены с использованием методов математической статистики и теории вероятностей.

2.3 Работоспособность конструкции детали

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAE-систем. Для данной детали были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе SolidWorks.

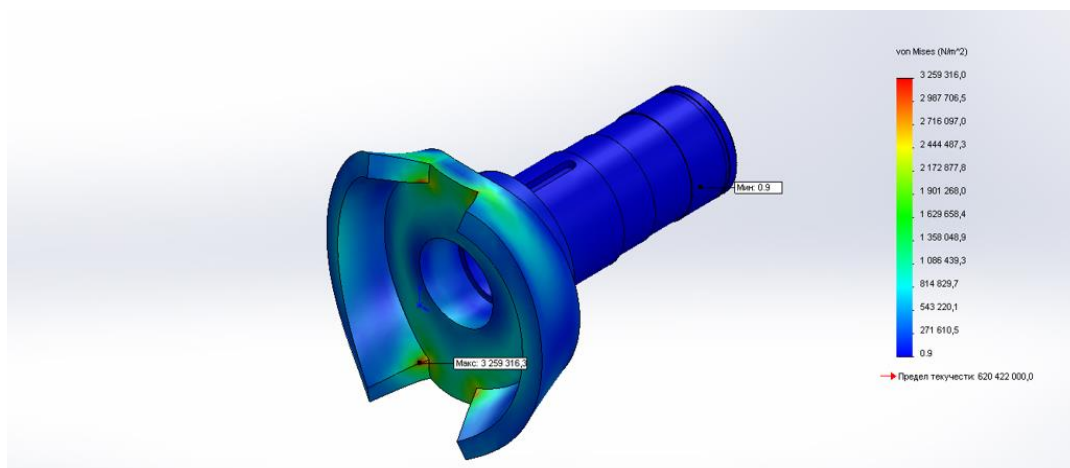


Рисунок 2 - Статически узловое напряжение при нагрузке в модели

Согласно рисунку 2, самое большое напряжение возникает у основания паза на торце корпуса диаметром девятью миллиметрами, которое равно 3259 кН/м². На местах крепления детали напряжения незначительны.

2.4 Способ получения заготовки

В зависимости от характера материала, назначения детали, требуемой точности ее изготовления и т. д. заготовки получают литьем, ковкой, штамповкой, высадкой, прокаткой, волочением и другими способами.

Выбор заготовки влияет на рациональное построение технологического процесса. Выбор заготовки на производстве ограничивается технологическим обеспечением, материальным обеспечением, экономическими возможностями и наличием квалифицированных рабочих [1].

Правильный выбор заготовки влияет как на трудоемкость, так и на себестоимость продукции. Рациональный выбор заготовок способствует росту производства, на той же площади, без существенного увеличения оборудования.

Обеспечение заданного качества продукции при ее минимальной себестоимости, это главный критерий при выборе заготовки. В качестве

показателя технологичности применяют коэффициент использованного материала.

Целесообразно рассмотреть два способа получения заготовки:

- 1) Получение заготовки из прутка.
- 2) Получение заготовки из поковки.

Коэффициент использования материала (КИМ) определяется отношением массы детали (m_d) к массе израсходованного материала (m_p).

При расчете КИМ находится коэффициент выхода годного материала ($K_{вг}$) в процессе изготовления:

КИМ определим по формуле:

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

где Q - масса заготовки, кг;

q - масса готовой детали, кг.

По данным САПР Компас-3D V15

Для прутка имеем: $Q = 7,760$ кг, $q = 1,350$ кг, тогда

$$K = \frac{1,350}{7,760} = 0,174.$$

Для поковки: $Q = 7,4$ кг, $q = 1,350$ кг, тогда

$$K = \frac{1,350}{7,4} = 0,183.$$

Сравнив коэффициенты видно, что заготовка, полученная из поковки больше подходит для производства нежели прутки. При использовании такой заготовки уменьшается время на механическую обработку, припуски. Но при получении заготовки из поковки, существует необходимости в обдирке заготовки. Также требуется изготовление форм и присутствие необходимого оборудования либо его закупка. Исходя из вышеперечисленного, целесообразно выбрать для заготовки прутки. При использовании этого проката не требуется закупать дополнительное оборудование.

В качестве заготовки для данной детали выбираем прокат сортовой, круглый, горячекатаный. Условное обозначение: Пруток-95-В1 ГОСТ 2590-2006.

Такой прокат поставляется длиной от 2 до 12 м, согласно ГОСТ 2590-2006. В нашем случае прокат будет поставляться длиной по 6 метром.

2.5 Проектирование технологического маршрута

На основании анализа технологичности, выбора способа получения заготовки и изученной технологии изготовления детали в условиях производства, намечаем допустимую последовательность обработки поверхностей детали.

На первом этапе нужно получить технологические базы на обычном токарном станке, чтобы на последующих операциях можно было получить более точные поверхности, для этого необходимо обработать поверхности (рисунок 3): 1,2 и просверлить центровочные отверстия на данных поверхностях. Центровочные гнезда 3 и 4 послужат технологическими базами на следующей операции.

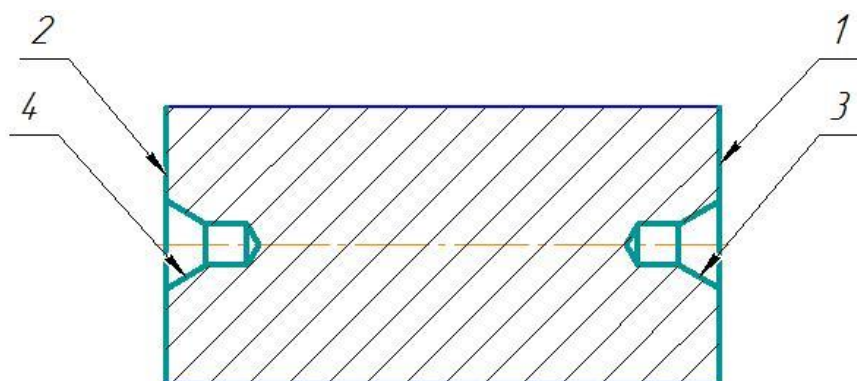


Рисунок 3 – Получение технологических баз

На следующем этапе обработки заготовки будут получены поверхности (рисунок 4): 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и канавки 12 и 13. Поверхность 11 в дальнейшем будет служить технологической базой, так как она будет более

точная. На поверхности 11 присутствует фаска $1 \times 45^\circ$. На поверхностях 8 и 9 относительно конструкторской базы В должен быть выдержаны допуски на торцевое и радиальное биение соответственно.

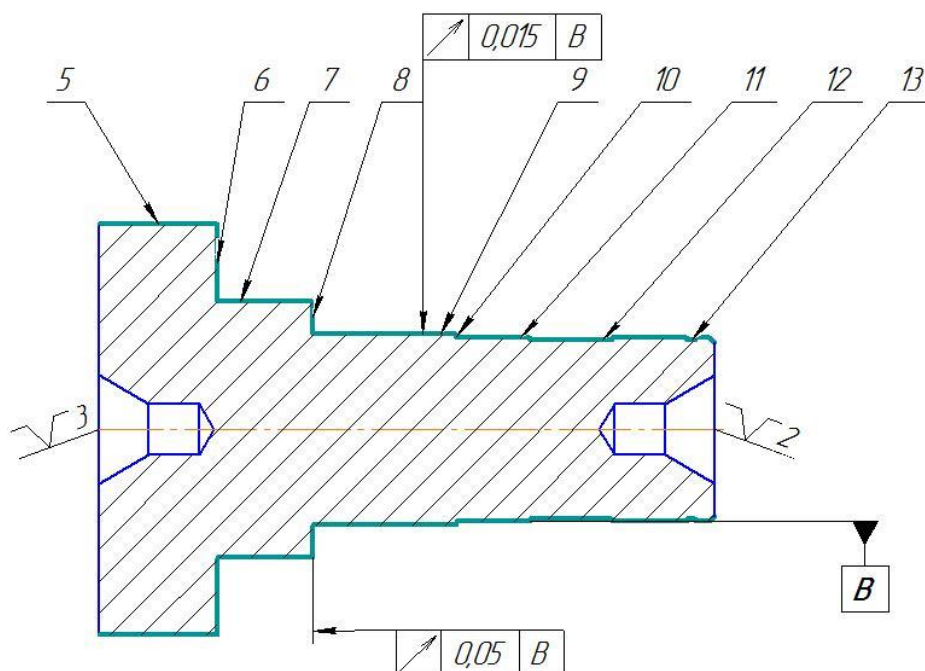


Рисунок 4 – Получение внешних поверхностей

На третьем этапе обработки заготовки будут получены поверхности (рисунок 5): 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 и будет уточнена поверхность 1. Поверхности 17 и 18 в дальнейшем будут служить технологическими базами. Поверхности 15, 17 будут иметь шероховатость $Ra\ 1,6$. Поверхность 18 будет иметь шероховатость $Ra\ 0,8$. Остальные поверхности будут обработаны по шероховатости $Ra\ 6,3$. Так же должны быть выдержаны допуски радиального биения на внутренний диаметр заготовки 18 и торцевого на поверхностях 15 и 17, относительно конструкторской базы В.

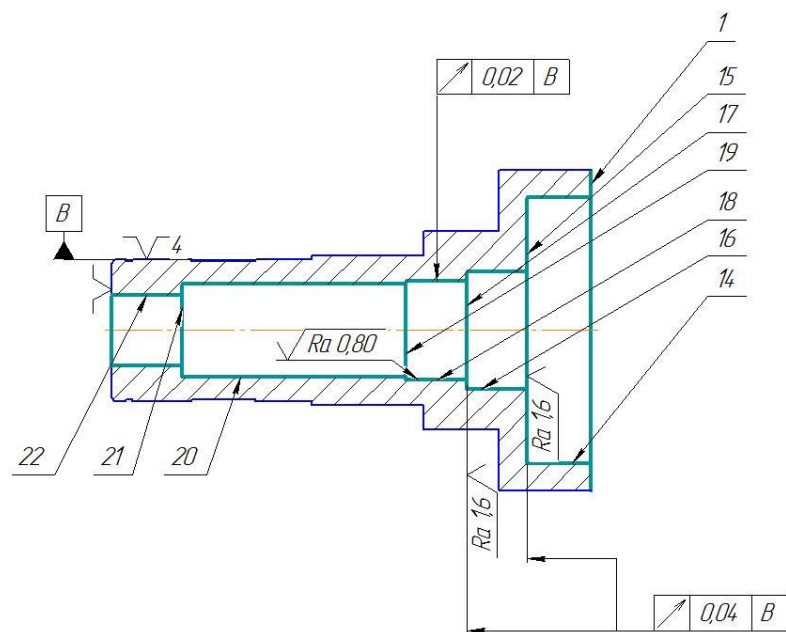


Рисунок 5 – Получение внутренних поверхностей

На четвертом этапе обработки заготовки будут получены поверхности (рисунок 6): 23, 24, 25, 26 и уточнены поверхности 9 и 11. Поверхность 24 будет иметь шероховатость $Ra\ 0,8$, а поверхность 25 $Ra\ 1,6$. Остальные поверхности будут обработаны по шероховатости $Ra\ 6,3$. Так же должны быть выдержаны допуски радиального биения на внутренний диаметр заготовки 26 и внешний 9, торцевого биения на поверхности 25, относительно конструкторской базы В.

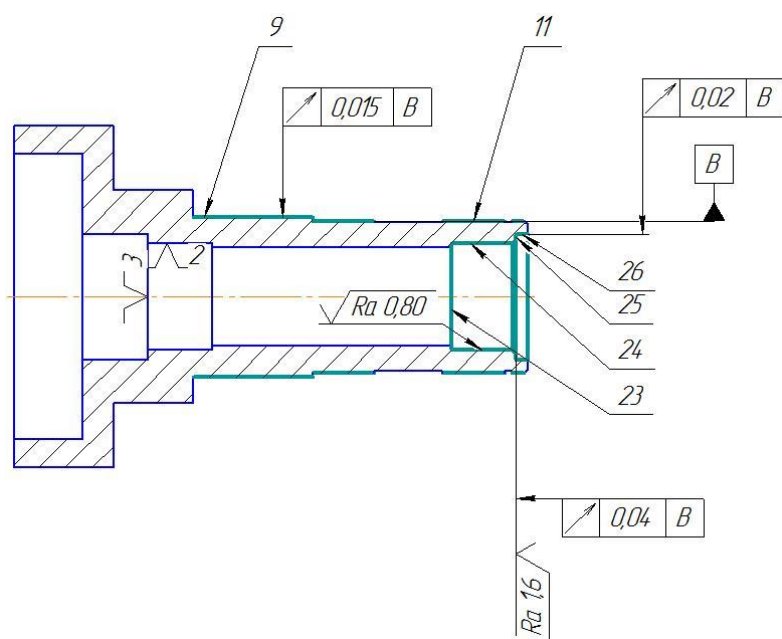


Рисунок 6 – Завершение токарной обработки

На пятом этапе обработки заготовки будут получены 2 шпоночных паза (рисунок 7) 27, шероховатость которых Ra 1,6. Так же должен быть выдержан допуск симметричности относительно конструкторской базы Г.

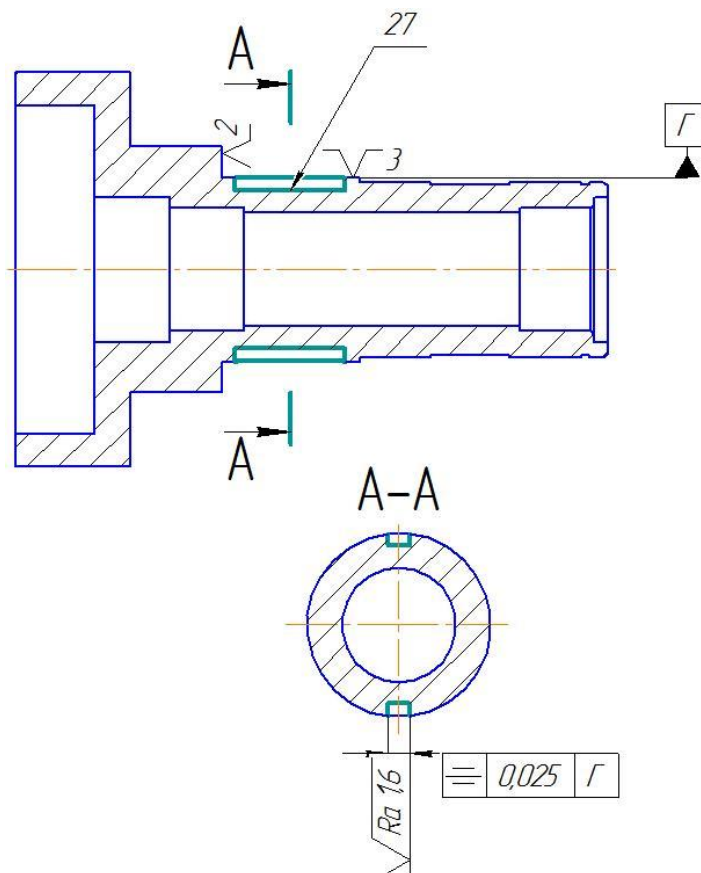


Рисунок 7 – Получение шпоночных пазов

На шестом этапе будет получен паз (рисунок 8) 28, шероховатость которого Ra 2,5.

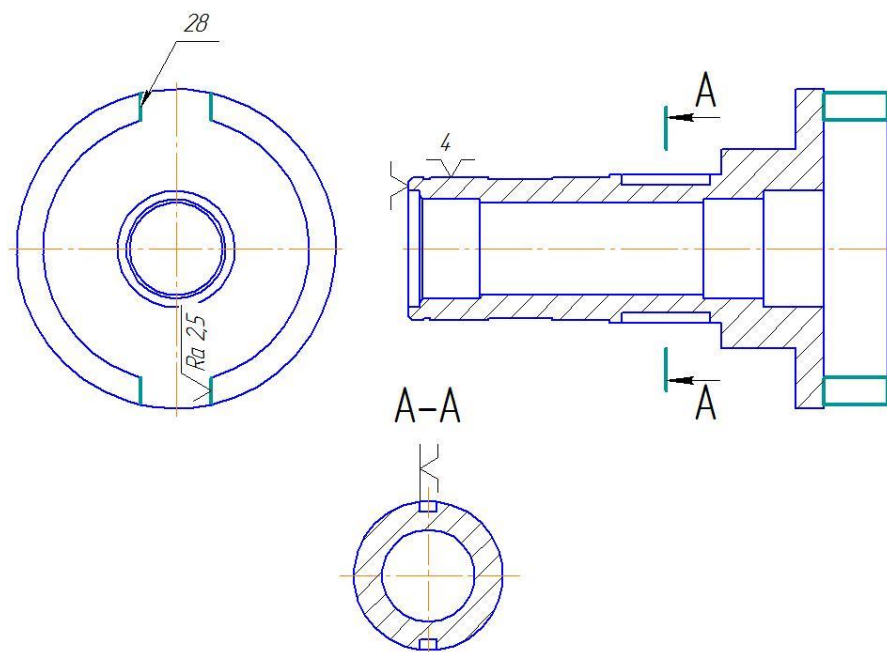


Рисунок 8 – Завершение фрезерной обработки

На последнем седьмом этапе будут уточнены наружные поверхности (рисунок 9) 9 и 11. Поверхность 9 будет иметь шероховатость $Ra\ 0,32$, а поверхность 11 $Ra\ 0,16$. Необходимо выдержать допуск радиального биения поверхности 9 относительно конструкторской базы В.

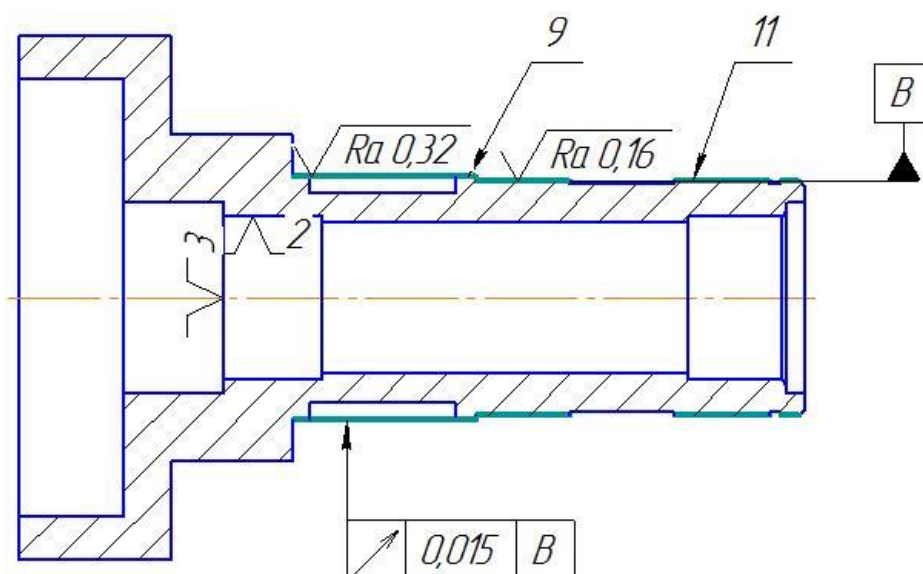


Рисунок 9 – Круглошлифовальная обработка

2.6 Расчет припусков на обработку

Одной из важнейших задач, решаемых в рамках технологического проектирования, является обеспечение требуемого качества деталей и машин при минимальных затратах ресурсов. В условиях высокой стоимости материалов проблема снижения материалоемкости производства особенно актуальна. Одним из путей снижения материалоемкости является уменьшение припусков на обработку. Припуск на обработку – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в процессе ее обработки для обеспечения заданного качества детали. Припуск назначают для компенсации погрешностей, возникающих в процессе предшествующего и выполняемого переходов технологического процесса изготовления детали. Величину припуска для элементарной поверхности детали определяют расчетно-аналитическим методом или ориентировочно назначают по соответствующим справочным таблицам (ГОСТам, РТМ и т. п.). Аналитический расчет производится с целью определения минимально необходимой и достаточной величины припуска на механическую обработку $z_{\min}$. Расчету припуска должен предшествовать план обработки данной поверхности: последовательность технологических переходов, способы установки заготовки при осуществлении каждого перехода и результаты обработки поверхности (прогнозируемые) при каждом технологическом переходе. Для аналитического расчета припуска необходимо установить все элементы припуска [6]:

R_{zi-1} – величину шероховатости поверхности, полученную в результате предыдущего перехода;

h_{i-1} – толщину дефектного слоя, полученного в результате всей предыдущей обработки;

$\Delta \Sigma_{i-1}$ – суммарное, отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно установочной базы, используемой на анализируемом переходе, и погрешность формы обрабатываемой поверхности, полученную в результате всей предшествующей обработки;

ε_i – погрешность установки заготовки при реализации перехода, для которого рассчитывается припуск.

При расчете минимального припуска все эти слагаемые суммируются:

При последовательной обработке поверхностей (односторонний припуск):

$$z_{i\min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta \sum_{i-1} + \varepsilon_i$$

При параллельной обработке противоположных поверхностей (двухсторонний припуск):

$$2z_{i\min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta \sum_{i-1} + \varepsilon_i)$$

Величины R_z и h определяются по таблицам справочника [7], в зависимости от вида обработки поверхности и способа получения исходной заготовки. Суммарная погрешность расположения и формы определяется на основе анализа всех возможных отклонений положения обрабатываемой поверхности относительно установочной базы и всех факторов, вызывающих изменение теоретической формы поверхности. В самом общем случае величина $\Delta \sum$ определяется как сумма погрешности смещения $\Delta_{см}$ и погрешности коробления (кривизны) $\Delta_{кор}$, эти величины так же определяются по таблицам. Произведем расчет припусков на механическую обработку наружного и внутреннего диаметров детали и занесем их в таблицы 1 и 2.

Таблица 2 – Припуска на механическую обработку наружной поверхности

Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	Δ	ε				$d_{\min}$	$d_{\max}$	2ПР $Z_{\min}$	2ПРZ $_{\max}$
Сортовой прокат	20 0	30 0	14 0	–	–	41,91 6	4000	41,1 96	45,91 6	–	–
Точение Черновое	12 5	12 0	8	–	1280	40,63 6	1000	40,6 36	41,63 6	1,28 0	4,280

Точение Чистовое	20	30	6	–	506	40,13 0	160	40,1 30	40,29 0	0,50 6	1,346
Точение тонкое	3	-	6	–	112	40,01 8	63	40,0 18	40,08 1	0,11 2	0,209
Шлифовани е Чистовое	1	2	1	–	18	40	25	40	40,02 5	0,01 8	0,056
Итого, Σ :										1,91 6	5,891

Минимальный припуск:

Для токарной операции под черновое точение

$$2Z_{min1} = 2(200 + 300 + 140) = 2 * 640 \text{ мкм};$$

Для токарной под чистовое точение

$$2Z_{min2} = 2(125 + 120 + 8) = 2 * 253 \text{ мкм};$$

Для токарной под тонкое точение

$$2Z_{min3} = 2(20 + 30 + 6) = 2 * 56 \text{ мкм};$$

Для чистового шлифования

$$2Z_{min3} = 2(3 + 6) = 2 * 9 \text{ мкм}$$

Графу «Расчётный размер» заполняем, начиная с конечного (чертёжного) размера путём последовательного прибавления расчётного минимального припуска каждого технологического перехода:

для тонкого точения

$$d_{p4} = 40 + 0,018 = 40,018 \text{ мм};$$

для чистового точения

$$d_{p3} = 40,018 + 0,112 = 40,13 \text{ мм};$$

для чернового точения

$$d_{p2} = 40,130 + 0,506 = 40,636 \text{ мм};$$

для сортового проката

$$d_{p1} = 40,636 + 1,28 = 41,916 \text{ мм}.$$

Значения допусков каждого технологического перехода и заготовки принимаем по таблицам в соответствии с качеством, используемого метода обработки.

Наименьший предельный размер определяем округлением расчётных размеров в сторону увеличения их значений. Округление производим до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода.

Наибольшие предельные размеры определяем прибавлением допусков к округлённым наименьшим предельным размерам:

$$\begin{aligned}d_{max5} &= 40 + 0,025 = 40,025 \text{ мм;} \\d_{max4} &= 40,018 + 0,063 = 40,081 \text{ мм;} \\d_{max3} &= 40,130 + 0,160 = 45,290 \text{ мм;} \\d_{max2} &= 40,636 + 1 = 41,636 \text{ мм;} \\d_{max1} &= 41,916 + 4 = 45,916 \text{ мм.}\end{aligned}$$

Максимальные предельные значения припусков $Z_{max}^{пр}$ равны разности наибольших предельных размеров, а минимальные значения $Z_{min}^{пр}$ – соответственно разности наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов:

$$\begin{aligned}2Z_{max4}^{пр} &= 40,081 - 40,025 = 0,056 \text{ мм;} \\2Z_{max3}^{пр} &= 40,290 - 40,081 = 0,209 \text{ мм;} \\2Z_{max2}^{пр} &= 41,636 - 40,290 = 1,346 \text{ мм;} \\2Z_{max1}^{пр} &= 45,916 - 41,636 = 4,28 \text{ мм;} \\2Z_{min4}^{пр} &= 40,018 - 40 = 0,018 \text{ мм;} \\2Z_{min3}^{пр} &= 40,130 - 40,018 = 0,112 \text{ мм;} \\2Z_{min2}^{пр} &= 40,636 - 40,130 = 0,506 \text{ мм.} \\2Z_{min1}^{пр} &= 41,916 - 40,636 = 1,28 \text{ мм.}\end{aligned}$$

Общие припуски $Z_{O\ min}$ и $Z_{O\ max}$ определяем, суммируя промежуточные припуски и записываем их значения внизу соответствующих граф.

$$2Z_{0min} = 1,28 + 0,506 + 0,112 + 0,018 = 1,916 \text{ мм};$$

$$2Z_{0max} = 4,28 + 1,346 + 0,209 + 0,056 = 5,891 \text{ мм}.$$

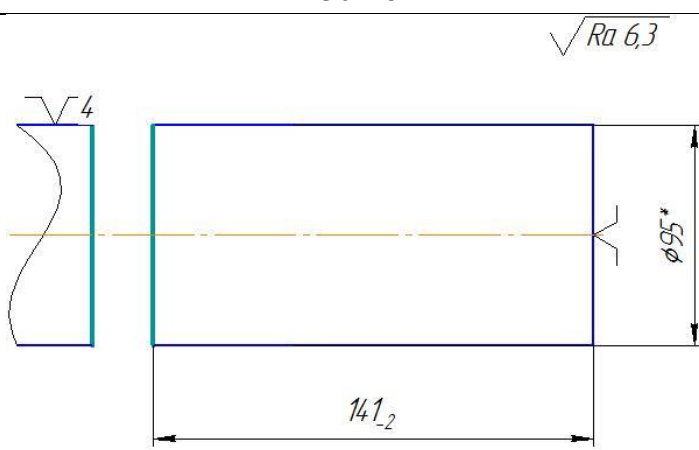
Аналогичным образом определяем припуска для внутренней стороны заготовки.

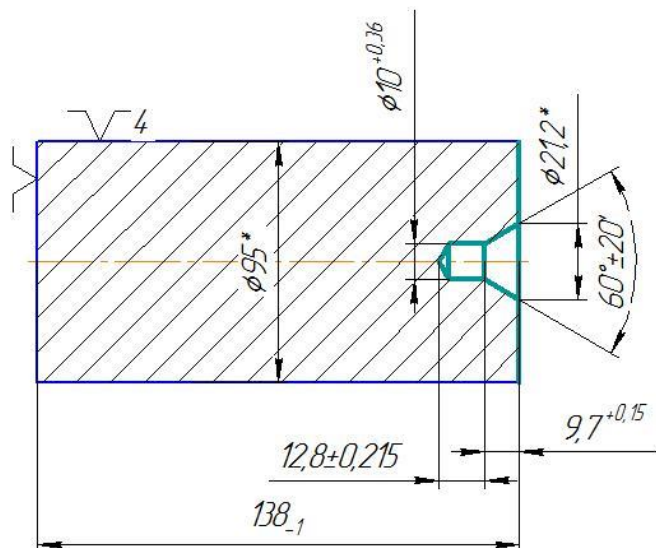
Таблица 3 – Припуска на механическую обработку внутренней поверхности заготовки

Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	Δ	ϵ				d_{max}	d_{min}	2ПР Z_{min}	2ПР Z_{max}
Сверление	50	70	123	-	-	27,404	400	27,404	27,004	-	-
Точение чистовое	20	30	5	-	243*2	27,89	160	27,89	27,73	0,486	0,726
Точение тонкое	3	-	5	-	55*2	28	63	28	27,937	0,11	0,207
Итого, Σ :										0,596	0,933

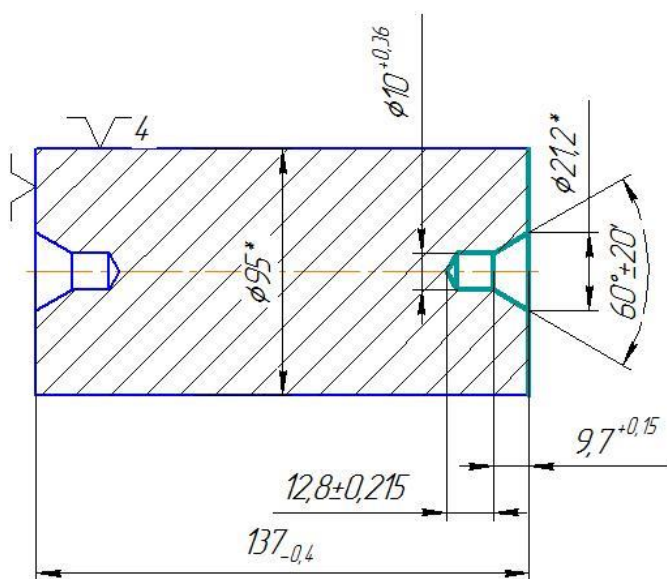
2.7 Проектирование технологических операций

Таблица 4 – Технологический процесс

Эскиз	Операция
	005 Заготовительная А. Установить заготовку в призмы. База: наружный диаметр и торец. 1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 141₂ мм.



* – Размеры для справок



* – Размеры для справок

010 Токарная
А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.
База: наружный диаметр и торец.

1. Подрезать торец, выдерживая размер 138_{-1} мм.
2. Центровать отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 10 \pm 0,18$ мм, $12,8 \pm 0,215$ мм, $9,7^{+0,15}$ мм и $60^{\circ} \pm 20'$

Б. Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон.
База: наружный диаметр и торец.

1. Подрезать торец в размер 138_{-1} мм.
2. Центровать отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 10$ мм, $12,8$ мм, $9,7^{+0,15}$ мм и 60°

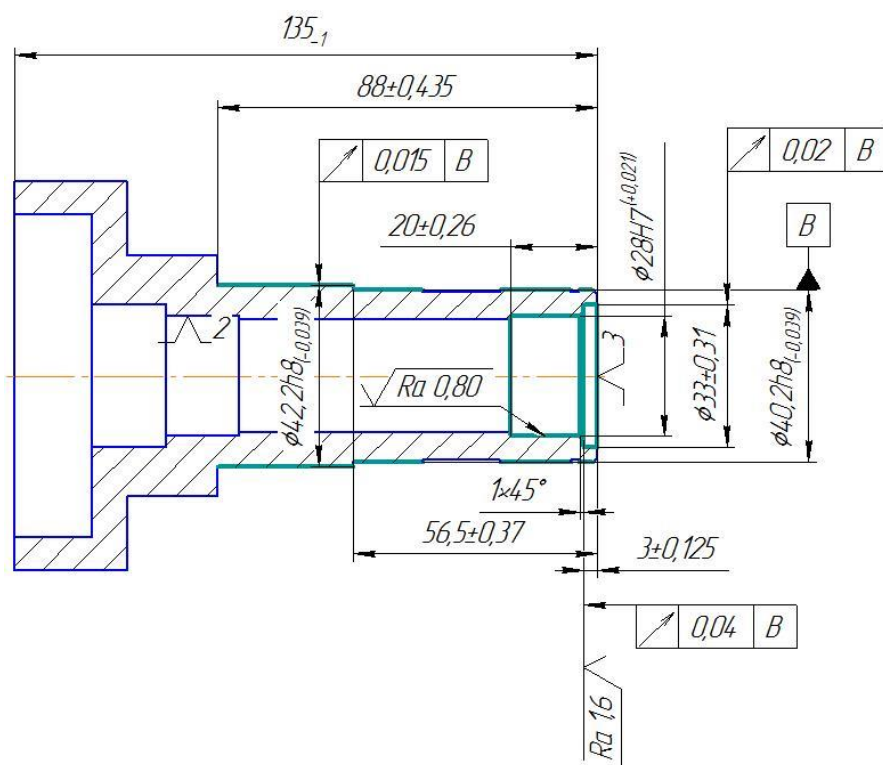
015 Контрольная

1. Контролировать размеры, полученные на операции 010

* - Размеры для справок	020 Токарная А. Установить заготовку в центрах. База: Центровые отверстия 1. Точить заготовку согласно эскизу.
025 Контрольная 1. Контролировать размеры, шероховатость и допуски радиального и торцевого биения, полученные на операции 020	
* - Размеры для справок	030 Токарная с ЧПУ А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База: наружный диаметр и торец. 1. Сверлить сквозное отверстие $\varnothing 20^{+0.52}$ мм. 2. Точить заготовку согласно эскизу.

035 Контрольная

1. Контролировать размеры, шероховатость и допуски радиального и торцевого биения, полученные на операции 030

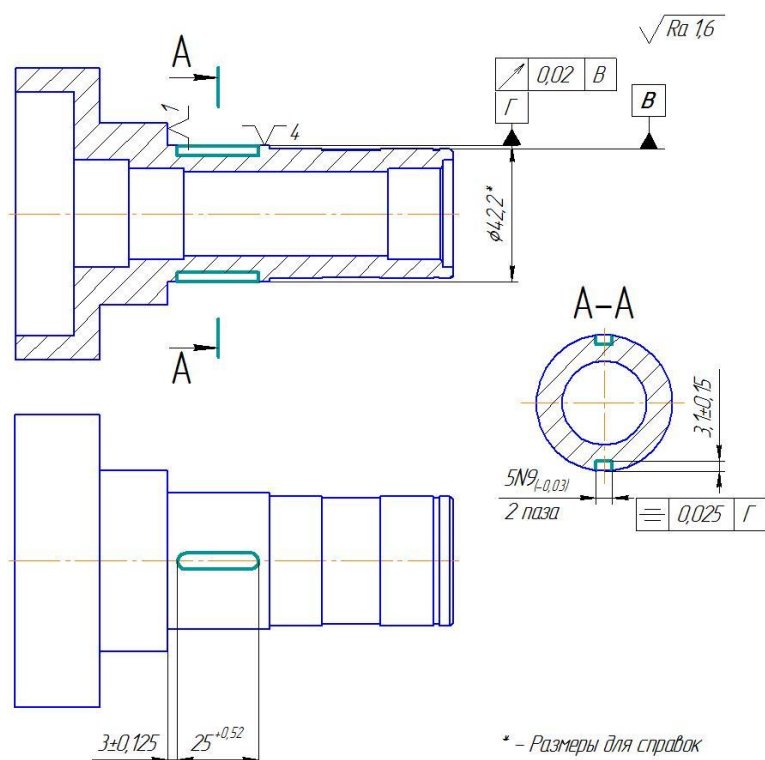


040 Токарная с ЧПУ

- А. Установить заготовку в цанговую оправку. База: внутренний диаметр и торец.
1. Точить заготовку согласно эскизу.

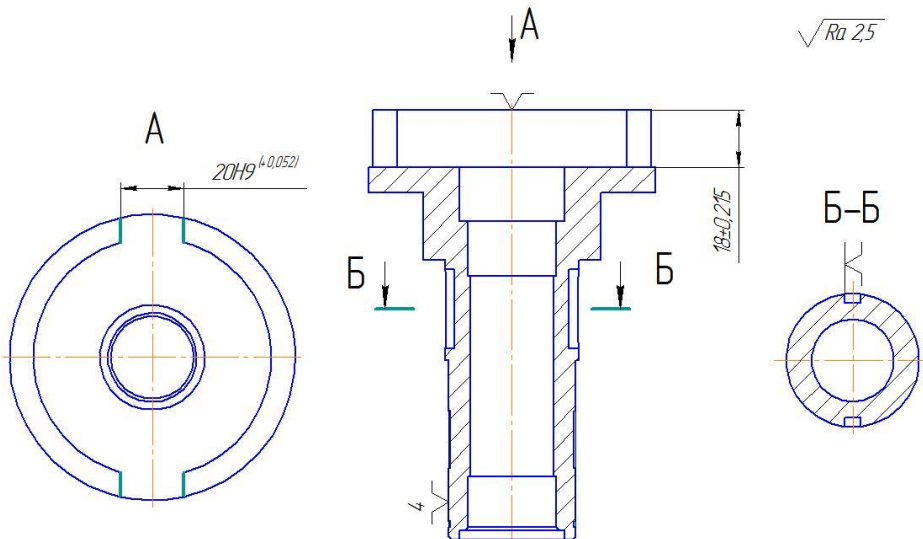
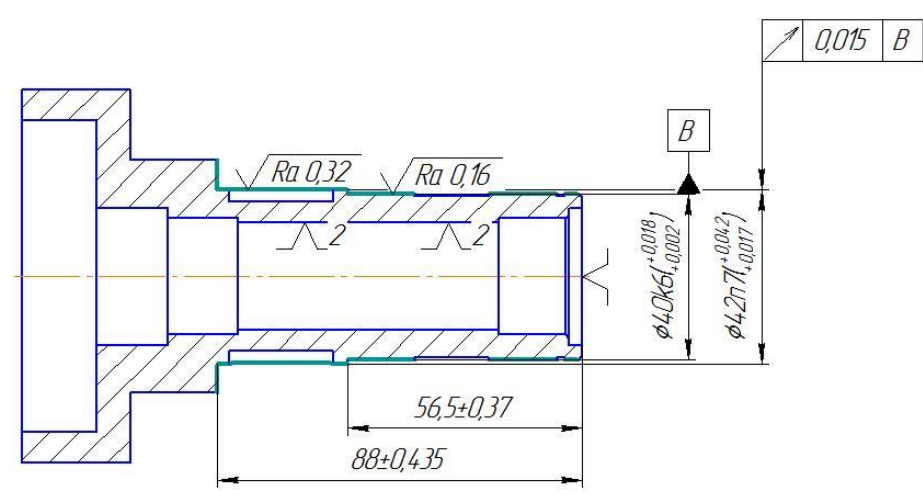
045 Контрольная

1. Контролировать размеры, шероховатость и допуски радиального и торцевого биения, полученные на операции 040



050 Фрезерная с ЧПУ

- А. Установить заготовку в призмы База: наружный диаметр и торец.
1. Фрезеровать паз согласно эскизу.

055 Слесарная операция 1.Снять заусенцы. 2.Притупить острые кромки.		
060 Контрольная 1. Контролировать размеры, шероховатость и допуск симметричности, полученные на операции 050		
		065 Фрезерная А. Установить заготовку в тиски. База: наружный диаметр и торец. 1.Фрезеровать паз согласно эскизу.
070 Слесарная операция 1.Снять заусенцы. 2.Притупить острые кромки.		
075 Контрольная 1. Контролировать размеры и шероховатость, полученные на операции 065		
		080 Круглошлифовальная А. Установить заготовку на разжимную цанговую оправку, закрепленную в центрах База: внутренний диаметр и торец. 1. Шлифовать заготовку согласно эскизу.
085 Контрольная Контролировать размеры, шероховатость и допуски радиального биения, полученные на операции 080		

090 Промывочная 1. Промыть по ТТП 01279-00001.
095 Консервация 1. Консервировать согласно ТТП 60270-00001, вариант 1 2. Сдать деталь на СГД.

2.7.1 Средства технологического оснащения

Таблица 5 – Средства технологического оснащения

Операция:	Оборудование:	Инструмент:	Приспособление:
005 Заготовительная:	Полуавтоматический дисковый отрезной станок V350HX	Диск пильный по металлу (305х30х2.2/1.8 мм; Z80; 8FWF) CMT 226.080.12M	Призмы 7033-0031 ГОСТ 12195-66
010 Токарная:	Токарный станок 1K62	Резец подрезной 2112-0015 T5K10 ГОСТ 18880-73; Центровочное сверло Ø 10 мм 2317-0101 ГОСТ 14952-75 материал сверла: P6M5.	3-х кулачковый патрон 7100-0015 ГОСТ 2675-80; Резцовый блок; Сверлодержатель SDS 50069292
015 Токарная с ЧПУ:	Токарный станок с ЧПУ OPTIMUM L33 CNC	Резец проходной 2101-0011 T5K10 ГОСТ 18879-73; Резец прорезной 2130-0501 ГОСТ 18874-73; Резец прорезной 2120-0519 ГОСТ 18874-73; Резец проходной 2101-0011 T15K6 ГОСТ 18879-73.	Центры А-1-4-Н ГОСТ 8742-75; 3-х кулачковый патрон 3264-250 ГОСТ 2675-80; Резцедержатель СУ-3748.
020 Токарная с ЧПУ:	Токарный станок с ЧПУ OPTIMUM L33 CNC	Сверло 2301-3627 ГОСТ 10903-77 материал сверла: P6M5; Резец подрезной 2112-0015 T5K10 ГОСТ 18880-73. Резец расточной 2141-0005 T15K6 ГОСТ 18883-73; Резец расточной 2141-0005 T30K4 ГОСТ 18883-73;	3-х кулачковый патрон 3264-250 ГОСТ 2675-80; Сверлодержатель SDS 50069292; Резцедержатель СУ-3748

025 Токарная с ЧПУ:	Токарный станок с ЧПУ OPTIMUM L33 CNC	Резец расточной 2141-0005 T15K6 ГОСТ 18883-73; Резец расточной 2141-0005 T30K4 ГОСТ 18883-73; Резец проходной 2101-0011 T30K4 ГОСТ 18879-73.	Оправка цанговая разжимная 7112-1457 ГОСТ 31.1066.02-85; Резцедержатель СУ-3748
030 Фрезерная:	Фрезерный станок 6Д10	Фреза Ø 5 мм 2234-0204 BK6 ГОСТ 16463-80	Призмы 7033-0031 ГОСТ 12195-66; Патрон BT40-12 MAS403 (цанговый патрон)
035 Слесарная :	Тиски слесарные 7827-0259 ГОСТ 4045-75	Напильник 2822-0001 ГОСТ 1465-80	-
040 Фрезерная:	Фрезерный станок 6Д10	Фреза концевая Ø 16 мм 2223-5641 ГОСТ 24637-81 Материал пластин: BK8	Тиски станочные 7200-0201 ГОСТ 16518-96; Патрон цанговый 1-30-18-100 ГОСТ 26539-85;
045 Слесарная :	Тиски слесарные 7827-0259 ГОСТ 4045-75	Напильник 2820-0001 ГОСТ 1465-80	-
050 Круглошлифовальная :	Круглошлифовальный станок 3С120В	Шлифовальный круг ПП 240×18×32 45А 10-П С2 7 К4 А 1кл 35м/с ГОСТ 2424-83	Оправка цанговая разжимная 7112-1456 ГОСТ 31.1066.02-85; Центры А-1-4-Н ГОСТ 8742-75; Фланец круга 32 ГОСТ 30676-2000

Таблица 6 – Средства контроля точности изготовления детали

№ Операции	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная:	Инструментальный, визуальный.	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89
010 Токарная:	Инструментальный.	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89; Угломер типа 1-1 ГОСТ 5378-88
015 Токарная с ЧПУ	Инструментальный.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88;

		Индикатор ИЧ10 ГОСТ 577-68; Стойка С-1-28-100×40 ГОСТ 10197-70; Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93; Образец шероховатости 6,3 Т ГОСТ 9378-93
020 Токарная с ЧПУ:	Инструментальный.	Штангенциркуль ШЦЦ-II-0-150-0,01-1 ГОСТ 166-89; Калибр-пробка 8133-0942 ГОСТ 14810-69; Индикатор ИЧ10 ГОСТ 577-68; Стойка С-1-28-100×40 ГОСТ 10197-70; Образец шероховатости 0,8 Т ГОСТ 9378-93; Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93; Образец шероховатости 6,3 Т ГОСТ 9378-93
025 Токарная с ЧПУ:	Инструментальный.	Штангенциркуль ШЦ-II-0-150-0,05-1 ГОСТ 166-89; Калибр-пробка 8133-0942 ГОСТ 14810-69; Микрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88; Индикатор ИЧ10 ГОСТ 577-68; Стойка С-1-28-100×40 ГОСТ 10197-70; Образец шероховатости 0,8 Т ГОСТ 9378-93; Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93; Образец шероховатости 6,3 Т ГОСТ 9378-93
030 Фрезерная:	Инструментальный.	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89; Призма 8314-0085-5; Образец шероховатости 1,6 ФЦ ГОСТ 9378-93
035 Слесарная :	Визуальный.	-
040 Фрезерная:	Инструментальный.	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89; Образец шероховатости 2,5 ФЦ ГОСТ 9378-93

045 Слесарная :	Визуальный.	-
050 Круглошлифовальная :	Инструментальный.	Скоба СРП 50 ГОСТ 11098-75; Индикатор ИЧ02 ГОСТ 577-68; Стойка С-1-28-100×40 ГОСТ 10197-70; Измеритель шероховатости TR100

Важным этапом для получения нужного размера и отклонения заготовки является правильный выбор базы. Лучше всего использовать в качестве баз обработанные поверхности, так как это обеспечивает высокую точность получения размеров. Так же важным этапом является закрепление заготовки, поскольку так же влияет на точность. В технологическом процессе изготовления детали были использованы две основные схемы закрепления заготовки, по торцевой поверхности и наружному диаметру заготовки; по торцевой поверхности и внутреннему диаметру заготовки. Закрепление заготовки производилось в трехкулачковом патроне, обработанными поверхностями на станках с ЧПУ. Далее уточним количество переходов, ходов и установок для каждой поверхности, которые были оговорены в пункте 2.4. Проектирование технологического маршрута.

Таблица 7 – Количество переходов, ходов, установов для поверхностей

Поверхность:	Количество переходов:	Количество ходов:	Количество установов:
1	2	3	2
2	1	1	1
3	1	2	1
4	1	1	1
5	1	3	1
6	1	1	1
7	1	21	1
8	2	2	1
9	4	30	3
10	1	1	1

11	4	31	3
12	1	1	1
13	1	1	1
14	3	40	1
15	3	3	1
16	1	11	1
17	2	3	1
18	3	8	1
19	3	1	1
20	1	8	1
21	1	1	1
22	1	1	1
23	2	3	1
24	3	8	1
25	1	3	1
26	1	11	1
27	1	4	1
28	1	11	1

Рассмотрим время выполнения каждой операции технологического процесса.

Таблица 8 – Время изготовления детали

№ Операции	Время, затраченное на механическую обработку, мин.	Время, затраченное на установку, наладку оборудования, мин.	Общее время операции, мин.
005 Заготовительная:	1	1	2
010 Токарная:	3	10	13
015 Токарная с ЧПУ:	8	15	23
020 Токарная с ЧПУ:	10	15	25
025 Токарная с ЧПУ:	6	15	21
030 Фрезерная:	2	20	22
035 Слесарная :	1	1	4

040 Фрезерная:	5	20	25
045 Слесарная :	1	1	4
050 Круглошлифовальная :	4,5	6	10,5
055 Промывочная :			10
060 Консервация :			10
Итого, Σ :	41,5	104	145,5

Таким образом полное время получения готовой детали из заготовки равняется 145,5 мин.

2.7.3 Выбор и расчет режимов резания

Режимом резания называется совокупность элементов, определяющих условия протекания процесса резания. К элементам режима резания относятся – глубина резания, подача, период стойкости режущего инструмента и скорость резания. Произведем выбор и расчет оптимальных режимов обработки, уточнение геометрии и материала режущей части инструмента.

010 Токарная операция

Центровочное сверло $\varnothing$ 10 мм 2317-0101 ГОСТ 14952-75.

Материал: Р6М5.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v;$$

C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T – стойкость инструмента = 20 мин;

t – глубина резания = 22,5 мм;

s – подача = 0,12 мм/об;

m, x, y, q – показатели степени;

D – диаметр сверла = 10мм;

K_v – общий поправочный коэффициент.

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

K_{mv}, K_{uv}, K_{pv} – коэффициенты влияющие на обработку [8]

$$V = \frac{16,2 \cdot 10^{0,4}}{20^{0,20} \cdot 22,5^{0,2} \cdot 0,12^{0,5}} \cdot 0,79 = 27,4 \text{ м/мин.}$$

Таким образом для данной центровочной операции скорость резания составляет 27,4 м/мин. Подача равна 0,12 мм/об. Максимальная глубина резания составляет 22,5 мм.

025 Токарная операция

Чистовой проход

Резец проходной 2101-0011 ГОСТ 18879-73.

Материал режущей пластины: Т30К4.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Размер державки резца: 25х25мм.

Радиус вершины резца, $R = 0,8$ мм.

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

C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T – стойкость инструмента = 80 мин;

t – глубина резания = 0,1 мм;

s – подача = 0,09 мм/об;

m, x, y – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент.

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

K_{mv}, K_{uv}, K_{pv} – коэффициенты влияющие на обработку [8]

$$V = \frac{270}{150^{0,20} \cdot 0,1^{0,15} \cdot 0,09^{0,20}} \cdot 1,04 = 234 \text{ м/мин.}$$

Таким образом для тонкого точения скорость резания составляет 234 м/мин. Подача равна 0,09 мм/об. Максимальная глубина резания составляет 0,1 мм.

030 Фрезерная операция

Фреза 2234-0204 ВК6 ГОСТ 16463-80.

Обрабатываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v;$$

C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T – стойкость инструмента = 17 мин;

t – глубина резания = 0,3 мм;

s_z^y – подача на зуб = 0,1 мм/об;

Z - число зубьев = 4;

D – диаметр фрезы;

q, m, x, y, u, p – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент.

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

K_{mv}, K_{uv}, K_{pv} – коэффициенты влияющие на обработку [8]

$$V = \frac{12 \cdot 5^{0,3}}{17^{0,26} \cdot 0,3^{0,3} \cdot 1^{0,25} \cdot 4^0} \cdot 0,82 = 39,45 \text{ м/мин.}$$

Таким образом для данной черновой операции скорость резания составляет 19,45 м/мин. Подача равна 0,1 мм/об. Максимальная глубина резания составляет 0,3 мм.

Режимы резания для остальных операций подберем по справочнику [8].
Заносим расчетные данные в таблицу 9.

Таблица 9 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Глубина t, мм.	Подача s, мм/об.	Скорость v, м/мин.	Стойкос ть Т, мин.
010 Токарная: Черновая	Резец подрезной 2112-0015 Т5К10 ГОСТ 18880-73	2	0,4	150	50
015 Токарная Черновая	Резец проходной 2101-0011 Т5К10 ГОСТ 18879-73	2	0,4	150	50
Чистовая	Резец проходной 2101-0011 Т15К6 ГОСТ 18879-73	1	0,2	200	50
020 Токарная с ЧПУ	Сверло 2301-3627 ГОСТ 10903-77 материал сверла: Р6М5;	135	0,38	21	45
Черновая	Резец расточной 2141-0005 Т5К10 ГОСТ 25987-83;	2	0,4	100	150
		1	0,4	150	30
	Резец подрезной 2112-0015 Т5К10 ГОСТ 18880-73	2	0,2	50	150
		0,5	0,2	150	150

Чистовая	Резец расточной 2141-0005 Т5К10 ГОСТ 25987-83;	0,1	0,1	200	150
Тонкая	Резец расточной 2141-0005 Т15К6 ГОСТ 25987-83;				
	Резец расточной 2141-0005 Т30К4 ГОСТ 25987-83;				
025 Токарная с ЧПУ Черновая	Резец расточной 2141-0005 Т5К10 ГОСТ 25987-83;	1	0,4	100	150
Чистовая	Резец расточной 2141-0005 Т15К6 ГОСТ 25987-83;	0,5	0,2	150	150
Тонкая	Резец расточной 2141-0005 Т30К4 ГОСТ 25987-83;	0,1	0,1	200	150
030 Фрезерная	Фреза 2234-0204 ВК6 ГОСТ 16463-80	0,3	0,1	40	60
040 Фрезерная	Фреза концевая Ø 16 мм 2223-5641 ГОСТ 24637-81 материал фрезы: ВК8.	5	0,04	40	60
050 Круглошлиф овальная	Шлифовальный круг ПП 240×18×32 45А 10-П С2 7 К4 А 1 кл 35м/с ГОСТ 2424-83	0,05	0,01	35	120

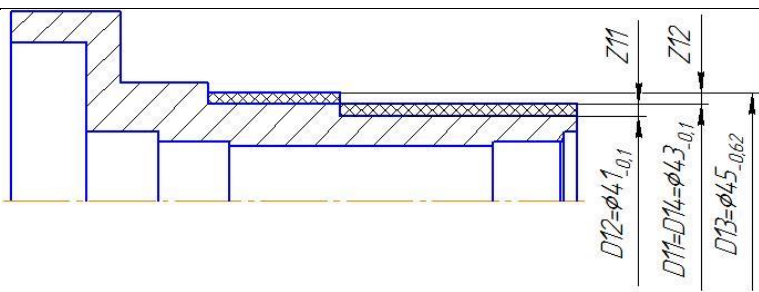
2.8 Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ

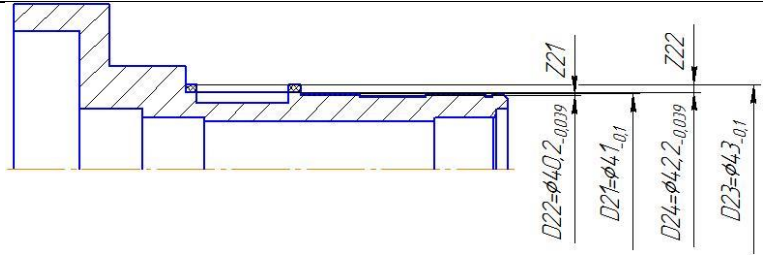
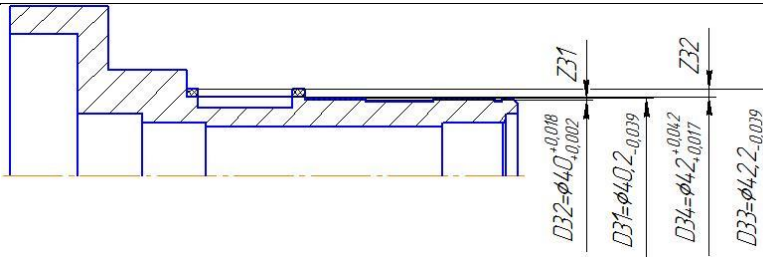
Разработанные программы для операций: токарных с ЧПУ (015), (020), (025) представлены в приложении А.

2.9 Размерный анализ технологического процесса

В системе технологической подготовки производства разработка технологического процесса изготовления деталей машин является одной из сложных задач. В свою очередь в создаваемом технологическом процессе есть наиболее важный раздел – размерный анализ, с помощью которого предусматривается согласование чертежных размеров детали со всеми операционными размерами, припусками, размерами заготовки и др. Именно на этом этапе проектирования предусматривается обеспечение надежности технологического процесса. Рассмотрим подробно размерный анализ технологического процесса, выполнив расчет для точных размеров детали.

Таблица 10 – Размерный анализ технологического процесса для точных поверхностей

№ Операции:	Эскизы:	Расчет размерных цепей:
015 Токарная		$Z_{11} = D_{11} - D_{12} = 43_{-0,1} - 41_{-0,1} = 2_{-0,1}^{+0,1}$ $Z_{12} = D_{13} - D_{14} = 45_{-0,62} - 43_{-0,1} = 2_{-0,62}^{+0,1}$

025 Токарная с ЧПУ		$Z21=D21-$ $D22=41_{-0,1} -$ $40,2_{-0,039} =$ $0,8^{+0,039}_{-0,1}$ $Z22=D23-$ $D24=43_{-0,1} -$ $42,2_{-0,039} =$ $0,4^{+0,039}_{-0,1}$
050 Круглошли фовальная		$Z31=D31-$ $D32=40,2_{-0,039} -$ $40^{+0,018}_{+0,002} =$ $0,2_{-0,057}^{+0,002}$ $Z32=D33-$ $D34=42,2_{-0,039} -$ $42^{+0,042}_{+0,017} =$ $0,2_{-0,081}^{+0,017}$

2.10 Техничко-экономические показатели

К общим показателям относятся коэффициенты энерговооружённости труда и электровооружённости труда, уровень механизации и специализации производства и др. Для анализа уровня механизации производства используются показатели: удельный вес рабочих, занятых механизированным трудом; доля механизированного труда в общих затратах труда; уровень механизации и автоматизации производственных процессов. Уровень специализации промышленного производства характеризуется: удельным весом специализированного производства или отрасли в общем выпуске данного вида продукции; степенью загрузки отрасли или предприятия изготовлением основной (профильной) продукции; количеством групп, видов и типов изделий (конструктивно и технологически однородных), выпускаемых предприятиями отрасли; долей продукции предприятий и цехов централизованного производства, специализированных на выпуске отдельных

деталей, узлов и заготовок в общем объеме производства. Для более полной характеристики развития специализации производства дополнительно используются показатели организационного и технического уровня производства: серийность изготавливаемой продукции, наличие автоматического, специального и специализированного оборудования в общем парке, доля стандартных и унифицированных деталей, узлов и др. [9]

Для данной работы присутствует возможность рассчитать только уровень механизации и автоматизации производства. Остальные показатели возможно рассчитать только для полного производства, т.к. требуются данные по производственным затратам механической и электрической энергии по предприятию в целом.

Также, произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат, взяв цены 2016 года, и сведем все в таблицы 10 и 11. В расчете используются следующие показатели:

- 1) Стоимость оборудования.
- 2) Затраты, связанные с оплатой труда рабочих, участвующих в производстве детали.
- 3) Стоимость материала для получения заготовок.

Степень автоматизации оборудования составит 2 к 8, т.е. 25% от всего станочного парка. При мелкосерийном производстве.

Таблица 11 – Стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб.
005 Заготовительная:	Полуавтоматический дисковый отрезной станок V350HX	250 000
010 Токарная:	Токарный станок 1K62	200 000

015 Токарная с ЧПУ:		
020 Токарная с ЧПУ:	Токарный станок с ЧПУ Optimum L33 CNC	1 800 000
025 Токарная с ЧПУ:		
030 Фрезерная:	Фрезерный станок 6Д10	450 000
040 Фрезерная:		
050 Круглошлифовальная:	Круглошлифовальный станок 3С120В	300 000
Итого, Σ		3 000 000

Таким образом для технологического оснащения производства детали «Корпус фрикционной муфты» потребуется порядка 3 000 000 руб. Без учета затрат на инструмент.

Таблица 12 – Оплата труда рабочих

Операция	Профессия	Оплата, руб./час	Оплата шт. руб./шт.
005 Заготовительная:	Станочник заготовительного оборудования	86	2,87
010 Токарная:	Токарь	100	21,67
015 Токарная с ЧПУ:	Оператор станка с ЧПУ	210	75
020 Токарная с ЧПУ:	Оператор станка с ЧПУ	210	87,5
025 Токарная с ЧПУ:	Оператор станка с ЧПУ	210	73,5

030 Фрезерная:	Фрезеровщик	190	70
035 Слесарная:	Слесарь	130	4,33
040 Фрезерная:	Фрезеровщик	190	79,17
045 Слесарная :	Слесарь	130	4,33
050 Круглошлифовальная :	Шлифовщик	230	40,25
055 Промывочная	Промывщик	120	20
060 Консервация	Упаковщик	135	22,5
Итого, Σ		500,12	

Далее рассчитаем стоимость заготовки на одну деталь.

Стоимость круглого проката Сталь 45 диаметром Ø 95 мм составляет 30 790 за тонну, что является примерно 18 метров. На заготовительную операцию требуется длина 141 мм. В итоге получаем стоимость одной заготовки:

$$P_{\text{заг}} = \frac{0,141}{18} \times 30\,790 = 241,19 \text{ руб./шт.}$$

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

$$241,19 + 500,12 = 741,31 \text{ руб.}$$

Если включать в себестоимость детали амортизационные отчисления, при условном периоде 5 лет, то себестоимость детали увеличится на:

$$\frac{3000000}{5 \times 1000} = 600 \text{ руб.}$$

Себестоимость детали «Корпус фрикционной муфты» с учетом амортизационных отчислений составит:

$$741,31 + 600 = 1341,31 \text{ руб.}$$

Делая вывод из вышесказанного, можно сказать что за 5 лет, при работе в две смены по 8 часов, производства детали «Корпус фрикционной муфты» наблюдается возможность полной окупаемости станочного парка (для производства данной детали) и оплаты заработной платы рабочим (участвующих в производстве данной детали).

2.11 Проектирования и выбор средств технологического оснащения

Станочное приспособление – это вспомогательное орудие производства для установки заготовок с целью обработки на металлорежущих станках.

В зависимости от типа станка станочные приспособления подразделяются на токарные, сверлильные, фрезерные, расточные, шлифовальные и т.д. В общем объеме средств технологической оснастки 50% составляют станочные приспособления.

С помощью станочных приспособлений можно решить три основные задачи:

- базирование обрабатываемых деталей на станках производится без выверки, что ускоряет процесс базирования и обеспечивает возможность автоматического получения размеров на настроенных станках;
- повышается производительность и обеспечиваются условия труда рабочих за счёт применения многоместной, многопозиционной и непрерывной обработки;
- расширяются технологические возможности станков.

Приспособления различают в зависимости от типа производства. В мелкосерийном производстве широко распространены универсальные и универсально-сборные приспособления [10].

2.11.1 Исходные данные

Операция: 025 токарная черновая.

Материал заготовки: Сталь 45

Режущий инструмент: резец расточной Т5К10.

Режимы резания: $S = 0,4$ мм/об; $V = 100$ м/мин; $t = 3$ мм; $n = 3000$ мин⁻¹.

Согласно исходным данным монтаж разработанного приспособления осуществляется на шпинделе токарного станка с ЧПУ.

Установка приспособления происходит путём центрирования по конусу шпинделя D1-4. Крепление происходит шестью винтами с шестигранными углублениями под ключ.

В условиях серийного производства применяют агрегатированные приспособления, состоящие из базовой части и сменных наладок.

Тип приспособления – одностороннее универсальное наладочное (УНП) со цангой.

2.11.2 Расчет сил резания

Исходные данные: операция 025 – Токарная черновая.

Переход 2 – черновое точение $D = 26$ мм до $d = 20$ мм. Длина обрабатываемой поверхности $l = 20$ мм. Заготовка – прокат Сталь 45. Способ крепления заготовки – оправка разжимная. Параметр шероховатости поверхности $Ra = 0,8$ мкм. Режущий инструмент – резец расточной Т5К10, геометрические параметры: $\alpha = 10^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $\varphi = 110^\circ$.

Решение:

1) Глубина резания, мм

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{26-20}{2} = 3 \text{ мм}$$

2) Подача, мм/об

$$S = 0,4 \text{ мм/об [8, с. 268, табл. 14]}$$

3) Стойкость резца, мин

$$T = 150 \text{ мин}$$

4) Скорость главного движения резания, м/мин

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \text{ м/мин}$$

$$C_v = 350; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,35 [7, с. 269, табл. 17]$$

Общий поправочный коэффициент

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} \cdot K_{fv}$$

$$K_{mv}=1,0 [1, с. 263]; K_{pv}=1,0; K_{iv}=0,65; K_{fv}=0,7 [7, с. 271]$$

$$V = \frac{420}{150^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,455 = 83,1 \text{ м/мин}$$

5) Частота вращения шпинделя, мин⁻¹

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 83,1}{3,14 \cdot 26} = 1018 \text{ мин}^{-1}$$

Корректируем по паспорту станка $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$

6) Действительная скорость резания, м/мин

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/мин}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 26 \cdot 1500}{1000} = 122,46 \text{ м/мин}$$

7) Сила резания, Н

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

$$C_p=55; x=1,0; y=0,75; n=-0,15 [7, с. 273, табл. 22]$$

Общий поправочный коэффициент

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp}$$

$$K_p = 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,77$$

$$P_z = 10 \cdot 55 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,40^{0,75} \cdot 122,46^{-0,15} \cdot 0,77 = 102,9 \text{ Н}$$

2.11.3 Выбор схемы закрепления заготовки и расчет усилия зажима

Установка – процесс базирования и закрепления заготовки в приспособлении.

Схема установки – изображение заготовки установленной на установочном элементе приспособления.

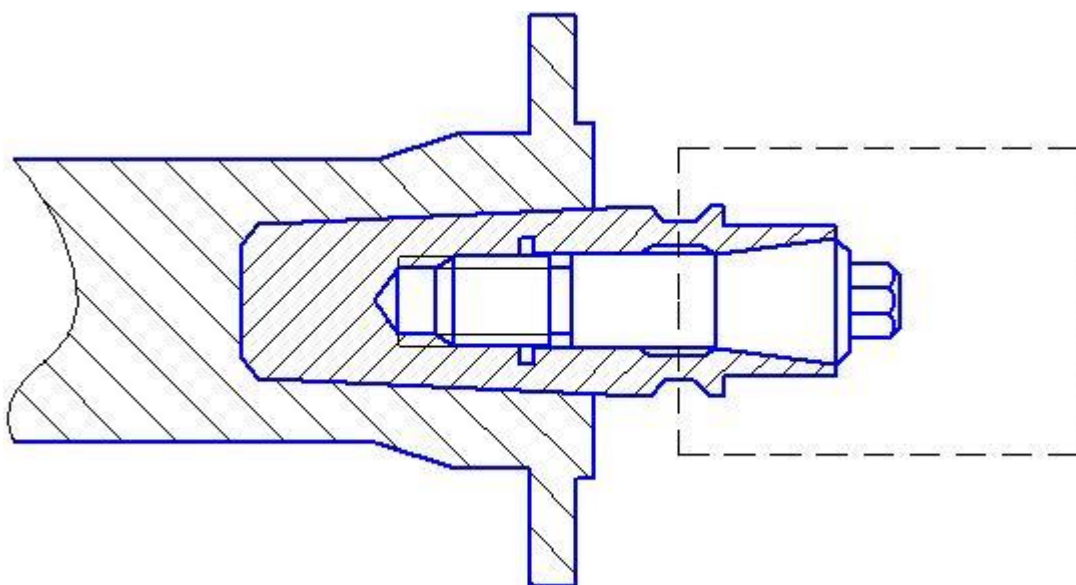


Рисунок 10 - Схема установки

Крутящий момент от силы P_z , Н·мм

$$M'_{кр} = P_z \cdot D / 2, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M'_{кр} = 1029 \cdot 20 / 2 = 1029 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Момент от силы зажима, Н·мм

$$M_z = T \cdot D_3 / 2 = W' \cdot f \cdot D_3 / 2, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

где $f=0.10$ [8, с. 85, табл. 10]

$W' = K \cdot P_z \cdot D_0 / f \cdot D_3$, Н, где K – коэффициент запаса

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6$$

$K_0 = 1,5$ – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1,0$ – коэффициент состояния поверхности заготовки;

$K_2 = 1,0$ – коэффициент затупления инструмента;

$K_3 = 1,0$ – коэффициент учитывающий возрастание сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,0$ – коэффициент механизации силового привода;

$K_5 = 1,0$ – коэффициент эргономичности ручных ЗМ;

$K_6 = 1,0$ – коэффициент учитывающий наличие крутящих моментов. [7, с. 85]

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

Принимается: $K=2,5$ [8, с. 85]

$$W' = 2,5 \cdot 102,9 \cdot 20 / 0,1 \cdot 22 = 2339 \text{ Н}$$

2.11.4 Описание работы приспособления

Приспособление «Оправка разжимная» предназначено для базирования и закрепления заготовки «Корпус фрикционной муфты» на токарной операции.

Принцип работы приспособления: при закручивании болта, он начинает давить на цангу, лепестки цанги расходятся в радиальном направлении и происходит зажим заготовки. При откручивании болта давление на цангу уменьшается и цанга возвращаются в начальное состояние и заготовка разжимается.

2.11.5. Расчет погрешностей установки заготовки в приспособлении

Базирование – придание заготовке требуемого положения относительно выбранной системы координат станка или инструмента.

Погрешность установки детали на станке определяется по формуле

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2}$$

$\varepsilon_6 = 0$ – погрешность базирования (т.к. приспособление самоцентрирующее),

$\varepsilon_3 = 0$ – погрешность закрепления (т.к. приспособление самоцентрирующее),

$\varepsilon_{пр}$ – погрешность изготовления элементов приспособления.

В самоцентрирующем приспособлении погрешность базирования и закрепления равна 0.

Погрешность установки возникает вследствие неточности изготовления элементов станочного приспособления.

$$\varepsilon_y = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}$$

Δ_1 – погрешность изготовления высоты лепестков цанги;

Δ_2 – погрешность угла клина цанги;

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,015^2 + 0,035^2} = 0,038 \text{ мм}$$

2.12 Проектирование гибкого производственного модуля

Автоматизация производственных процессов на основе внедрения роботизированных технологических комплексов и гибких производственных модулей, вспомогательного оборудования, транспортно-накопительных и контрольно-измерительных устройств, объединенных в гибкие производственные системы, управляемые от ЭВМ, является одной из стратегий ускорения научно-технического прогресса в машиностроении.

Анализ действующих гибких производственных систем (ГПС) показывает, что на них обрабатываются детали партиями от 3 до 500 шт. Однако на отдельных ГПС выпускаются детали партиями в несколько тысяч штук.

Применение ГПС целесообразно, когда объемы производства изделий недостаточны для принятия решений о жесткой автоматизации с использованием автоматических линий и когда за ожидаемый срок жизни изделия расходы на создание автоматических линий не могут быть оправданы [11].

Основной ее технологической ячейкой являются гибкие производственные модули (ГПМ). Под ГПМ понимают, комплекс технологических, технических, программных и организационных средств, предназначенных для обработки деталей в автоматизированном режиме с минимальным участием человека. Кроме функции обработки деталей ГПМ выполняет в автоматическом режиме загрузку заготовок в зону резаний из какого-либо накопителя, выгрузку обработанных деталей из зоны резания в накопитель, частичный ил полный контроль точности обработки и другие функции. Применительно к механообработке основой ГПМ является станок с ЧПУ, оснащенный дополнительными технологическими и техническими средствами.

Для производства детали «Корпус фрикционной муфты» целесообразно провести автоматизацию токарной операции с использованием станка с ЧПУ OPTIMUM L33 CNC. Поскольку именно на ней затрачивается наибольшее количество времени на обработку.

Для автоматизации операции используем промышленного робота KUKA KR 10 R900. Грузоподъемность манипулятора до 10 кг [13].

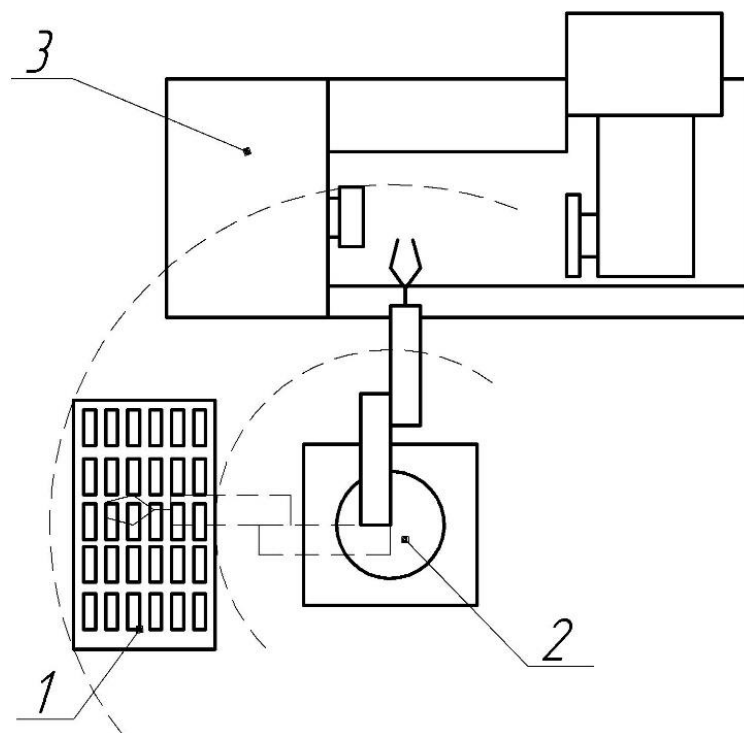


Рисунок 11 – Промышленный робот KUKA KR 10 R900

Роботы обеспечивают высокую надежность в эксплуатации и удобное обслуживание. Для их установки не требуется большая площадь.

Кинематическая конструкция манипулятора робота позволяет оптимизировать его положение относительно обрабатываемой детали или заготовки.

Они имеют портативный пульт, который обеспечивает оператору удобное программирование движений робота на этапе отладки программы.



1 – Накопитель-приемник

2 – Промышленный робот KUKA KR 10 R900

3 – Токарный станок с ЧПУ OPTIMUM L33 CNC

Штриховыми линиями обозначена зона работы робота

Рисунок 12 – Схема автоматизированной ячейки токарного станка с ЧПУ

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Расчет затрат на изготовление детали

В данном разделе ВКР, произведем расчет затрат на годовой выпуск деталей, проведем анализ безубыточности.

Таблица 13 – Спецификация основных материалов и сырья

№№ п/п	Материал	Ед. изм.	Цена за ед., руб.	Норма расхода на изделие	Сумма на изделие, руб.
1	2	3	4	5	6
1	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	т	30790	0,0078 т	241,2

Таблица 14 – Затраты электроэнергии на технологические нужды

№ п/п	Наименование оборудования	Мощность кВт	Время эксплуатации, (ч. на ед. прод.)	Расход электроэнергии (кВт на ед. прод)
1.	Полуавтоматический дисковый отрезной станок V350HX	1,8	0,02	0,036
2.	Токарный станок 1K62	1	0,05	0,05
3.	Токарный станок с ЧПУ OPTIMUM L33 CNC	7,5	0,4	3,6

4.	Фрезерный станок 6Т12	3	0,112	0,84
5.	Круглошлифовальный станок 3С120В	2	0,075	0,3
	Итого, Σ	15,3	0,657	4,826

Таблица 15 – Заработная плана производственных рабочих

Производственные рабочие	Норма времени на выполнение операции	Часовая тарифная ставка	Сдельная расценка
Станочник заготовительного оборудования	0,034	86	2,87
Токарь	0,217	100	21,67
Оператор станка с ЧПУ	1,124	210	236
Фрезеровщик	0,78	190	149,7
Слесарь	0,067	130	8,7
Шлифовщик	0,175	230	40,25
Промывщик	0,167	120	20
Консервировщик	0,167	135	22,5
Итого, Σ		1201	501,69

Таблица 16 – Расчет затрат на годовой выпуск продукции

№ № п/ п	Наименование статей расхода	Ед. изм.	Цена за ед., руб.	Расходы в нат. ед.		Затраты, тыс. руб.		При м.
				На 1 ед.	На 1000 ед.	На 1 ед.	На 1000 ед.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Сырье и основные материалы и комплектующие	кг	30,79	7,8	7800	0,240	252	
2.	Электроэнергия на технологические нужды	кВт	4,65	4,826	5067 ,3	0,022 44	23,56	Табл . *
3.	Заработная плата основных производственных рабочих	тыс. руб.	*	*	*	0,502	527	Табл . *
4.	Отчисления на социальные нужды	тыс. руб.	*	*	*	0,151	158,1	30% от ст. 3
5.	Общепроизводстве- нные расходы	тыс. руб.	*	*	*	1,33	1396,5 5	265 % от ст. 3*
6.	Общехозяйственны- е расходы	тыс. руб.	*	*	*	1,682	1765,4 5	335 % от ст. 3*

Полная себестоимость	тыс. руб.	*	*	*	3,926	4122,6 6	1+2+ 3+4+ 5+6
Условно-переменные затраты	тыс. руб.	*	*	*	0,915	960,66	1+2+ 3+4
Условно-постоянные затраты	тыс. руб.	*	*	*	3,011	3162	5+6

* Ставки общепроизводственных и общехозяйственных расходов приняты в соответствии со ставками, используемыми на ОАО «Томский электротехнический завод».

3.2 Анализ безубыточности изготовления детали

Точка безубыточности – минимальный объем производства и реализации продукции, при котором расходы будут компенсированы доходами, а при производстве и реализации каждой последующей единицы продукции предприятие начинает получать прибыль. Точку безубыточности можно определить в единицах продукции, в денежном выражении или с учётом ожидаемого размера прибыли.

Цель анализа – определение точки безубыточности, т.е. минимального объема продаж, начиная с которого предприятие не несет убытков. Это означает, что выручка от реализации продукции (В) должна быть равна общим затратам на производство и реализацию продукции:

$$B = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{пер}};$$

Выразим эту формулу через объем продаж (Q):

$$Q \cdot C_i = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{пер}} \cdot Q,$$

где, $З_{\text{пост}}$ – постоянные затраты на весь выпуск продукции, руб.;

$З_{\text{пері}}$ – переменные затраты на единицу продукции, руб./шт;

$Ц_i$ – цена единицы продукции, руб./шт. (расчет цены произведем исходя из планируемого уровня рентабельности 20%).

Тогда точка безубыточности определится следующим образом:

$$Q_{\text{ТБ}} = \frac{З_{\text{пост}}}{Ц_i - З_{\text{пері}}} = \frac{3162}{4,7 - 0,915} = 835 \text{ шт.}$$

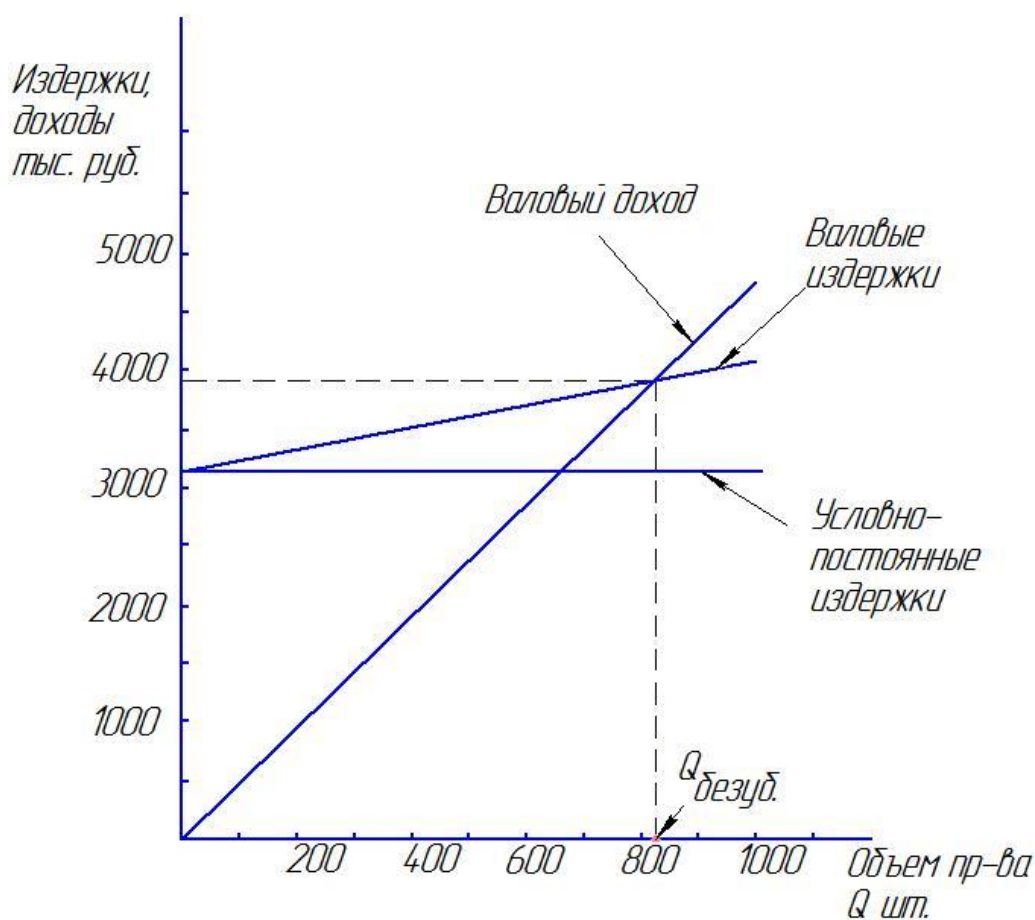


Рисунок 13 – График точки безубыточности

Таким образом исходя из проведенного анализа безубыточности изготовления детали типа «Корпус фрикционной муфты», следует что, выгодно изготавливать детали в мелкосерийном производстве. Чтобы не работать в убыток нужно производить как минимум 835 единиц продукции в год, по цене 4700 рублей за штуку.

4 Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «Корпуса фрикционной муфты», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали.

В процессе обработки детали возможны действия следующих вредных и опасных факторов, если станок не оснащён необходимыми средствами безопасности. Станочник подвергается опасности травмироваться сливной стружкой, обрабатываемым изделием, режущим инструментом, поражение электрическим током. В течении вспомогательного времени происходит основное физическое напряжение рабочего, вызываемое многочисленными повторяющимися ручными операциями, особенно при работе на универсальном оборудовании. К вредным факторам, возникающих в цеху можно отнести: превышенный уровень шума, недостаточную освещённость рабочей зоны, загрязнённый воздух, негативное воздействие СОЖ, отклонение показателей микроклимата.

Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья.

4.1 Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали.

При производстве детали «Корпус фрикционной муфты» на участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, фрезерный станок, круглошлифовальный станок. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Корпус фрикционной муфты» приведены в таблице 1, на примере токарного станка с ЧПУ Optimum L33 CNC по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ).

Таблица 17 – Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Корпус фрикционной муфты».

Оборуд.	Вредные и опасные факторы	Меры защиты
Механическая обработка токарный станок с ЧПУ OPTIMUM L33 CNC	1. Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования	1. Ограждение зоны обработки
	2. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека	2. $U=380В$, $J=10А$, $f=50Гц$ Применение контурного заземления $R_3 \leq 40\Omega$
	3. Повышенный уровень шума на рабочем месте УЗД=97дБА ПДУ=80дБА	3. Использование звукопоглощающих покрытий $\alpha \geq 0,5$, защитных кожухов, перфорированных экранов
	4. Повышенный уровень вибрации $f=18Гц$ ПДУ=92дБ	4. Упругая подвеска, амортизация, индивидуальные средства защиты (антивибрационные пояса, спец. одежда, поглощающая обувь, коврик)
	5. Стружкообразование материала стали 45	5. Индивидуальные средства защиты: очки, использование стружколомов, использование автоматической уборки стружки
	6. Недостаточная освещенность рабочей зоны	6. Применение комбинированной системы освещения с использованием люминесцентных ламп типа ЛБ и ЛД
	7. Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	7. Использование принудительной вытяжной вентиляции, СИЗ
	8. Недопустимые метеорологические условия для помещения рабочей зоны	8. Использование приточно-вытяжной вентиляции, системы воздушного отопления

С точки зрения санитарно-гигиенических норм можно выделить следующие вредные факторы, связанные с работой на станках данного технологического процесса:

1) Загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью обрабатываемого материала. Следствием этого может быть травма глаз и легочные заболевания (пневмокониозы), вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания.

2) Монотонный шум, вызванный работой станков. При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует ГОСТ 12.1.003-83. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму. Источником вибраций в основном является сборочное оборудование, а причиной возникновения вибрации при работе станков являются неуравновешенные силовые воздействия.

3) Плохая освещенность. Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Работает менее продуктивно, возникает потенциальная опасность несчастных случаев и, кроме того, длительное, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (близорукость и др.). Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков.

4) Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

5) Активную роль на безопасность работы оказывает вентиляция и отопление. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха

Категория работы	Период года	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость воздуха, м/с	
		оптим	допуст	оптим	допустимая	оптимал	допустим
Средней тяжести, Па	Холодный	18-20	17-23	40-60	не более 75	не более 0,2	не более 0,3
	Тёплый	21-23	18-27	40-60	не более 55 при 28°С 60 при 27°С 65 при 26°С 70 при 25°С 75 при 24°С	не более 0,3	0,2-0,4

Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

В качестве мероприятий по снижению опасных и вредных факторов при производстве детали «Корпус фрикционной муфты» предлагается использовать:

1) Ограждение опасных зон: движущихся частей станков и механизмов, режущих инструментов, обрабатываемого материала, токоведущих частей электрооборудования, зоны выделения стружки.

2) Применение предохранительных устройств: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока.

3) Использование системы дистанционного управления: управление станком осуществляется с помощью стойки ЧПУ, которая включает в себя клавиатуру для ввода команд и дисплей. Стойка ЧПУ расположена вне опасной зоны станка.

4) Использование сигнализации безопасности: цветовой и знаковой. Отключающие устройства станка, в том числе аварийные, окрашены в красный сигнальный цвет. При нарушении технологического процесса на станке предусмотрены сигнальные лампы, окрашенные в красный цвет. Открытые и не полностью закрытые движущиеся части оборудования окрашены в желтый цвет. На шкафах с электрооборудованием станка нанесен знак «Осторожно! Электрическое напряжение».

5) Применение расстояния и габаритных размеров безопасности: габаритные размеры рабочих мест, безопасные расстояния между станками и элементами производственного помещения, габаритные размеры, габаритные размеры подвеса электрических проводов.

6) Использование средств индивидуальной защиты: очки, спец.одежда, головные уборы, специальная обувь.)

7) Применение профилактических испытаний станка и его узлов: на механическую прочность, на электрическую проводимость, на надёжность срабатывания предохранительных устройств-блокировок.

8) Использование и применение специальных средств обеспечения безопасности: защитное контурное заземление $R_3 \leq 4$ Ом, средства дробления сливной стружки в процессе резания, искусственное освещение станков, ограничители шума $УЗД=97$ дБА, $ПДУ=80$ дБА и вибрации $f=18$ Гц, $ПДУ=92$ дБ, манипуляторы с программным управлением.

9) Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего

освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется применять общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II – 4 – 95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение.

4.2 Экологическая безопасность

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений.

При обработке деталей на металлорежущих станках от 15 до 70% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Обрабатываемая деталь «Корпус фрикционной муфты» изготовлена из стали, стружка после обработки идет на переработку.

Также огромное значение имеет очистка вентиляционных выбросов от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами.

Очистку и обезвреживание газовых составляющих выбросов производства осуществляют конденсационным методом, заключающимся в охлаждении паровоздушной смеси ниже точки росы в специальных теплообменниках – конденсаторах.

Защита от тончайшей пыли и металлоабразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами,

воздухосборниками, отсосами. Воздух, проходя через многочисленные фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы.

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. Такая чистка производится на специальном месте оборудованном стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла, кислоты.

На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлако-накопителях, нефте- и маслотовушках. Очищенные воды в большинстве случаев используются в системах оборотного водоснабжения. При этом вода основного источника или из других циклов водопользования идёт на компенсацию потерь оборотной воды.

4.3 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 используются:

- правильная эксплуатация машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве 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 используется 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 500 м² 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.)

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Так как данный вид работ подразумевает возможное наличие угроз жизни (таких как работа в запылённом помещении, работа с горячим металлом, работа с подвижными частями механизмов), следует обеспечить работника всеми необходимыми мерами защиты – рабочими перчатками, для уменьшения травм от острых краёв металла; очками, для исключения попадания инородных тел в глаза и область глаз; специальной одеждой, мерой индивидуальной защиты работника, а также другими средствами защиты в

зависимости от выполняемой сотрудником работы. Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики работы – если это сборочное место, то оно должно быть оснащено всем необходимым для сборки инструментом, должно быть удобным, а также освещённым в зависимости от размера собираемой детали; если это место работника-токаря, то рядом должны находиться инструментальные шкафы со всем необходимым инструментом, перед станком должна быть ровная и удобная поверхность, уровень света также должен быть достаточен для работы, чтобы сотруднику не приходилось подключать другие источники света.

Заключение

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были проведены анализ технологичности конструкции детали и разработан технологический процесс. Было подобрано оборудование, которое включает в себя станки с ЧПУ, и инструмент для изготовления детали. Рассчитаны режимы резания для всех технологических операций. Были рассчитаны нормы времени и себестоимость детали. Проведен расчет приспособления. Разработан гибкий производственный модуль.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы приобретены навыки расчета приспособления на точность, анализа технологичности конструкции и обеспечения эксплуатационных свойств детали. Также, закреплены знания по расчету себестоимости производства детали, размерному анализу, разработке управляющих программ для ЧПУ Sinumerik 840D.

Цели выпускной квалификационной работы выполнены в полном объеме. Обработаны данные по производству детали «Корпус фрикционной муфты». Даны конечные результаты расчетов и создан технологический процесс, предусматривающий эффективное использование технологического обеспечения условного предприятия.

Список использованной литературы

- 1 Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 324 с.
- 2 Основы технологической подготовки производства. – Учебное пособие, под. Ред. С.А. Медведева, Санкт-Петербург 2010г. – 69с.
- 3 Технологическая подготовка производства детали. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.grandars.ru/student/ekonomicheskayateoriya/tehnologicheskaya-podgotovka.html>
- 4 Третьякова Н.В. Материаловедение: лекции – Иваново: изд. ИГЭУ. – 148с.
- 5 Обеспечение эксплуатационных свойств деталей: Научная статья по специальности «Машиностроение». Автор: Дудников И.А. 2011г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-ekspluatatsionnyh-svoystv-detaley-opredelyayuschih-nadyozhnost-selskohozyaystvennyh-mashin>
- 6 Самылов В.А. Определение припусков расчетно-аналитическим методом: Методические указания – Тюмень: изд. ТГНУ, 2004. – 15 с.
- 7 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.
- 8 Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
- 9 Синягов А.А. Экономические показатели промышленности. – Москва: изд. Москва, 1974. – 286 с.
- 10 Станочные приспособления: Справочник / В 2-х т. / Ред. совет Б.Н. Вардашкина и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 1248 с.
- 11 Проектирование гибких производственных систем. – Екатеринбург: изд. УрФУ, 2008. – 27 с.

- 12 Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 144 с.
- 13 Каталог промышленных роботов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://robotforum.ru/promyishlennyye-robotyi.html>

Дубл.														
Взам.														
Подп.														

	НИ ТПУ		ИФВФ.4А21096.КП.001					ИФВТ 4А21						
	Корпус фрикционной муфты								1	1	1			

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

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На технологический процесс механической обработки
детали «Корпус фрикционной муфты»

Проверил: КТН, руководитель
Должиков В.П.

Выполнил: студент группы 4А21
Каравасев В.Е.

ТЛ	Титульный лист	1
----	----------------	---

[illegible]

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

Разраб.	Караваев В.Е.			НИ ТПУ		ИФВТ.4А21096.КП.001		ИФВТ 4А21				
Провер.	Должиков В.П.											
									1	1	1	035
Н.контр.												

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка	МЗ	КОИ
Контрольная	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	НВ 10 ⁻¹	кг	1,35	ø95x141	7,3	1
Оборудование; устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз	Тшт	Сож	
					1		

Р	Содержание перехода	To	D или B	L	t	i	S	n	V
---	---------------------	----	---------	---	-----	-----	---	---	---

001	1. Контролировать размеры, шероховатость и допуски радиального и торцевого биений, согласно эскизу операции 030
-----	---

T02	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;
-----	--

T03	Калибр-пробка 8133-0942 ГОСТ 14810-69;
-----	--

T04	Индикатор ИЧ10 ГОСТ 577-68;
-----	-----------------------------

T05	Стойка С-1-28-100×40 ГОСТ 10197-70;
-----	-------------------------------------

T06	Образец шероховатости 6,3 Т ГОСТ 9378-93;
-----	---

T07	Образец шероховатости 1,6 Т ГОСТ 9378-93
-----	--

T08	Образец шероховатости 0,8 Т ГОСТ 9378-93
-----	--

09	
----	--

10	
----	--

11	
----	--

12	
----	--

13	
----	--

ОК	Операционная карта	19
----	--------------------	----

[illegible]

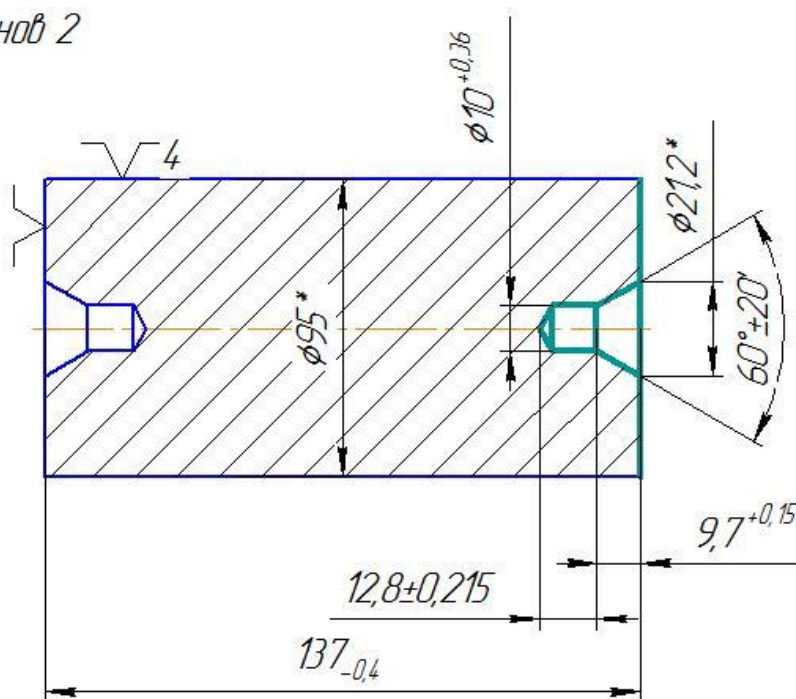
[illegible]

										ГОСТ 3.1404 – 86				Форма 3											
Дубл.																									
Взам.																									
Подп.																									
														1		2									
Разраб.		Караваев В.Е.						НИ ТПУ		ИФВТ.4А21096.КП.001								ИФВТ 4А21							
Провер.		Должиков В.П.																							
Н.контр.																		1		1		1		005	
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ		МД		Профиль, разм., заготовка				МЗ		КОИ					
Заготовительная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88				НВ 10 ⁻¹		кг		1,35		ø95х141				7,3		1					
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы				То		Тв		Тпз		Тшт		Сож									
Полуавтоматический дисковый отрезной станок V350НХ								1		0,5		0,5		2		BLAZER Swisslube									
Р	Содержание перехода						То	D или B		L		t		i		S		n		V					
O01	А. Установить и закрепить заготовку в призмы																								
O02	Базы: Торец и наружный диаметр.																								
T03	Призмы опорные 7033-0031 ГОСТ 12195-66.																								
O04	1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 141 ₋₂ мм																								
T05	Диск пильный по металлу (305х30х2.2/1.8 мм; Z80; 8FWF) CMT 226.080.12M																								
T06	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89																								
P07	95 141 ₋₂ - 1 45 180 53,7																								
08																									
09																									
10																									
11																									
12																									
13																									
ОК		Операционная карта																		5					

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

[illegible]

							3	3
Разраб.	Караваев В.Е.			НИ ТПУ	ИФВТ.4А21096.КП.001		ИФВТ 4А21	
Провер.	Должиков В.П.							
					Корпус фрикционной муфты			010
Н.контр.								



* – Размеры для справок

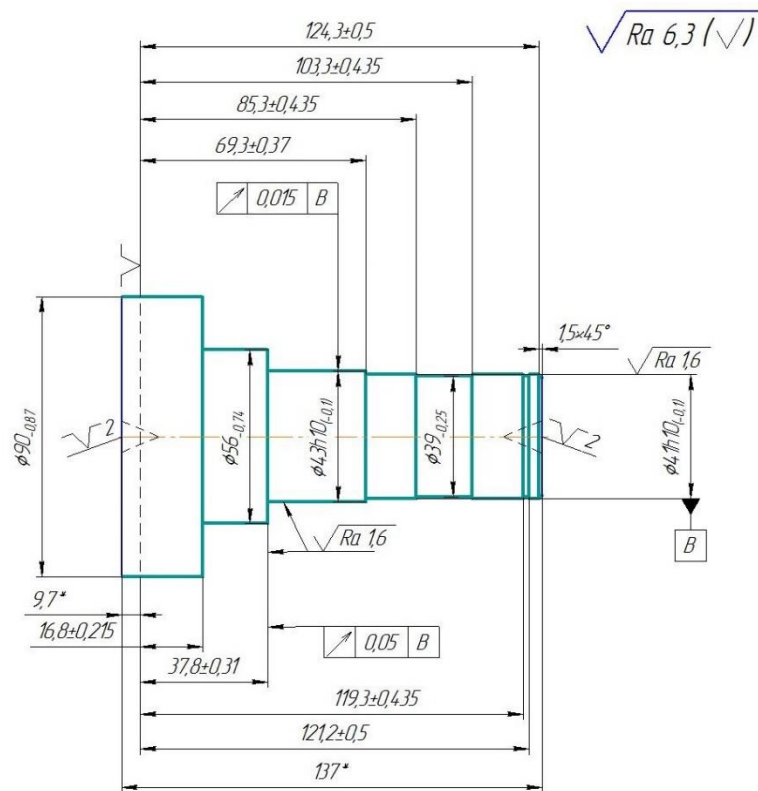
Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
																			1
										ИФВТ.4А21096.КП.001								ИФВТ 4А21	
P	Содержание перехода								To	D или B		L	t	i	S	n	V		
O1	Б. Переустановить и закрепить заготовку в патрон																		
O2	Базы: Торец и наружный диаметр.																		
T3	Патрон трехкулачковый 7100-0015 ГОСТ 2675-80																		
O4	1. Подрезать торец, выдерживая размер 137 _{-0,4} мм																		
T5	Резец подрезной 2112-0015 Т5К10 ГОСТ 18880-73; Резцовый блок;																		
T6	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1-1 ГОСТ 166-89																		
P7	95 137 _{-0,4} 2 2 0,4 500 150																		
O8	2. Центровать отверстие, выдерживая размеры Ø 10±0,18 мм, 12.8±0,215 мм, 9.7 ^{+0.15} мм и 60°±20′																		
T9	Центровочное сверло Ø 10 мм 2317-0101 ГОСТ 14952-75; Сверлодержатель SDS 50069292;																		
T10	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1-1 ГОСТ 166-89; Угломер типа 1-1 ГОСТ 5378-88																		
P11	21,2 22,5 22,5 1 0,12 150 27,4																		
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
ОК	Операционная карта																9		

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

[illegible][illegible]

Разраб.	Караваев В.Е.			НИ ТПУ	ИФВТ.4А21096.КП.001		ИФВТ 4А21
Провер.	Должиков В.П.						

					Корпус фрикционной муфты	020
Н.контр.						



* – Размеры для справок

Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
													4	2				
Разраб.	Караваев В.Е.			НИ ТПУ		ИФВТ.4А21096.КП.001						ИФВТ 4А21						
Провер.	Должиков В.П.																	
Н.контр.												1	1	3	020			
Наименование операции			Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ		КО			
Токарная с ЧПУ			Сталь 45 ГОСТ 1050-88			НВ 10 ⁻¹		кг	1,35				7,3		1			
Оборудование; устройство ЧПУ			Обозначение программы			То		Тв		Тпз		Тшт		Сож				
Токарный станок с ЧПУ Optimum L33 CNC			8700-0001			8		2		15		25		RATAK				
Р	Содержание перехода			То	D или B		L		t		i		S		n		V	
O01	А. Установить и закрепить заготовку в центрах																	
O02	Базы: Торец и наружный диаметр.																	
T03	Центры А-1-4-Н ГОСТ 8742-75																	
T04	Патрон трехкулачковый 3264-0250 ГОСТ 2675-80																	
O05	1. Точить заготовку в размер Ø 90 _{-0,87} мм																	
T06	Резец проходной 2101-0011 Т5К10 ГОСТ 18879-73; Резцедержатель СУ-3748.																	
T07	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Образец шероховатости 6,3 Т ГОСТ 9378-93																	
P08				90 _{-0,87}		137		3		3		0,5		500		150		
O09	2. Точить заготовку, выдерживая размеры Ø 56 _{-0,74} мм, 16,8±0,215 мм																	
T10	Резец проходной 2101-0011 Т5К10 ГОСТ 18879-73; Резцедержатель СУ-3748.																	
T11	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Образец шероховатости 6,3 Т ГОСТ 9378-93																	
P12				56 _{-0,74}		110		3		18		0,5		550		155,4		
O13	3. Точить заготовку, выдерживая размеры Ø 43 _{-0,1} мм, 37,8±0,31 мм																	
OK		Операционная карта														12		

										ГОСТ 3.1404 – 86		Форма 3							
Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
										8		2							
Разраб.	Караваев В.Е.			НИ ТПУ	ИФВТ.4А21096.КП.001					ИФВТ 4А21									
Провер.	Должигов В.П.																		
Н.контр.												1	1	3	040				
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ		КОИ				
Токарная с ЧПУ				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		НВ 10 ⁻¹		кг	1,35				7,3		1				
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы		То		Тв		Тпз		Тшт		Сож					
Токарный станок с ЧПУ Optimum L33 CNC				8700-0001		8		2		15		25		RATAK					
Р	Содержание перехода				То	D или B		L		t		i		S		n		V	
O1	А. Установить заготовку на оправку																		
O2	Базы: Внутренний диаметр и торец																		
T3	Оправка цанговая разжимная 7112-1457 ГОСТ 31.1066.02-85																		
O4	1. Подрезать торец, выдерживая размер 135 ^{-0,4} мм																		
T5	Резец подрезной 2112-0015 Т5К10 ГОСТ 18880-73; Резцедержатель СУ-3748																		
T6	Штангенциркуль ШЦ-II-0-150-0,1-1 ГОСТ 166-89; Образец шероховатости 6,3 Т ГОСТ 9378-93																		
P7	41 135 ^{-0,4} 1 1 0,4 500 150																		
O8	2. Расточить отверстие, выдерживая размеры Ø33 ^{+0,62} мм и 3±0,125 мм																		
T9	Резец расточной 2141-0005 Т15К6 ГОСТ 25987-83; Резцедержатель СУ-3748																		
T10	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-8; Образец шероховатости 6,3 Т ГОСТ 9378-93; Индикатор ИЧ10 ГОСТ 577-68;																		
T11	Стойка С-1-28-100×40 ГОСТ 10197-70																		
P12	33 ^{+0,62} 3 0,5 10 0,2 2000 175,8																		
O13	3. Расточить отверстие, выдерживая размеры Ø28 ^{+0,021} мм, 3±0,125 мм и 20±0,26 мм																		
ОК		Операционная карта																21	

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
											ИФВТ.4А21096.КП.001							ИФВТ 4А21		
Р	Содержание перехода								То	Д или В	L	t	i	S	n	V				
T14	Резец расточной 2141-0005 Т30К4 ГОСТ 25987-83; Резцедержатель СУ-3748																			
T15	Калибр-пробка 8133-0942 ГОСТ 14810-69; Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Образец шероховатости 0,8 Т ГОСТ 9378-93																			
P16	28 ^{+0,021} 170,180,12500204																			
O17	4. Точить фаску 1×45°																			
T18	Резец расточной 2141-0005 Т30К4 ГОСТ 25987-83; Резцедержатель СУ-3748																			
T19	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88																			
P20	28 ^{+0,021} 10,510,42500204																			
O21	5. Точить диаметр Ø43, выдерживая размеры Ø 42,2 _{-0,039} , 88,5±0,435 мм и 56,5±0,37 мм																			
T22	Резец проходной 2101-0011 Т30К4 ГОСТ 18879-73; Резцедержатель СУ-3748																			
T23	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Микрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90; Индикатор ИЧ10 ГОСТ 577-68;																			
T24	Стойка С-1-28-100×40 ГОСТ 10197-70																			
P25	Ø 42,2 _{-0,039} 320,130,11500202,5																			
O26	6. Точить диаметр Ø41, выдерживая размеры Ø 40,2 _{-0,039} и 56,5±0,37 мм																			
T27	Резец проходной 2101-0011 Т30К4 ГОСТ 18879-73; Резцедержатель СУ-3748																			
T28	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1-1 ГОСТ 166-89; Микрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90																			
P29	Ø 40,2 _{-0,039} 56,50,130,11500201																			
30																				
31																				
ОК		Операционная карта																	22	

--	--	--	--	--

										ГОСТ 3.1404 – 86		Форма 3					
Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
										10		2					
Разраб.	Караваев В.Е.			НИ ТПУ	ИФВТ.4А21096.КП.001						ИФВТ 4А21						
Провер.	Должиков В.П.																
Н.контр.												1	1	4	050		
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ		КОИ	
Фрезерная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			НВ 10 ⁻¹		кг	1,35				7,3		1	
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы			То		Тв		Тпз		Тшт		Сож		
Фрезерный станок 6Д10							3		2		20		25		RATAK		
Р	Содержание перехода				То	D или B		L		t		i		S		n	V
O1	А. Установить заготовку в призмы																
O2	Базы: Внешний диаметр и торец																
T3	Призмы 7033-0031 ГОСТ 12195-66																
O4	1. Фрезеровать паз, выдерживая размеры 3±0,125 мм, 25 ^{+0,52} мм, 3,1±0,15 мм и 5 ^{-0,03} мм																
T5	Фреза шпоночная Ø 5 мм 2234-0204 ВК6 ГОСТ 16463-80; Патрон ВТ40-12- MAS403																
T6	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89; Призма 8314-0085-5; Образец шероховатости 1,6 ФЦ ГОСТ 9378-93																
P7	5250,140,3150039,4																
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
ОК		Операционная карта														25	

										ГОСТ 3.1404 – 86		Форма 3					
Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
												12	2				
Разраб.	Караваев В.Е.			НИ ТПУ		ИФВТ.4А21096.КП.001				ИФВТ 4А21							
Провер.	Должиков В.П.																
Н.контр.												1	1	4	065		
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ		КОИ	
Фрезерная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88			НВ 10 ⁻¹		кг	1,35				7,3		1	
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы			То		Тв		Тпз		Тшт		Сож		
Фрезерный станок 6Д10							3		2		20		25		РАТАК		
Р	Содержание перехода				То	D или B		L		t		i		S	n	V	
O1	А. Установить заготовку в тиски																
O2	Базы: Внешний диаметр и торец																
T3	Тиски станочные 7200-0201 ГОСТ 16518-96																
O4	1. Фрезеровать паз, выдерживая размеры 20 ^{+0,052} и 18±0,215 мм																
T5	Фреза концевая Ø 16 мм 2223-5641 ГОСТ 24637-81; Патрон цанговый 1-30-18-100 ГОСТ 26539-85;																
T6	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89; Образец шероховатости 2,5 ФЦ ГОСТ 9378-93																
P7	52018110,02120043																
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
ОК		Операционная карта														29	

										ГОСТ 3.1404 – 86		Форма 3					
Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
										15		2					
Разраб.	Караваев В.Е.			НИ ТПУ	ИФВТ.4А21096.КП.001					ИФВТ 4А21							
Провер.	Должиков В.П.																
Н.контр.												1	1	6	080		
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка			МЗ		КОИ		
Круглошлифовальная				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		НВ 10 ⁻¹		кг	1,35				7,3		1		
Оборудование; устройство ЧПУ				Обозначение программы		То		Тв		Тпз		Тшт		Сож			
Круглошлифовальный станок 3С120В						5		4		6		15		BLAZER Swissslube			
Р	Содержание перехода				То	D или B		L		t		i		S	n	V	
O1	А. Установить заготовку на разжимную цанговую оправку, закрепленную в центрах																
O2	Базы: Внутренний диаметр и торец																
T3	Оправка цанговая разжимная 7112-1456 ГОСТ 31.1066.02-85; Центры А-1-4-Н ГОСТ 8742-75;																
O4	1. Шлифовать заготовку, выдерживая размеры $\varnothing 40^{+0,018}_{+0,02}$ мм, $\varnothing 42^{+0,042}_{+0,017}$ мм, 56,5±0,37 мм и 88±0,435 мм																
T5	Шлифовальный круг ПП 240×18×32 45А 10-П С2 7 К4 А 1кл 35м/с ГОСТ 2424-83; Фланец круга 32 ГОСТ 30676-2000																
T6	Скоба СРП 50 ГОСТ 11098-75; Индикатор ИЧ02 ГОСТ 577-68; Стойка С-1-28-100×40 ГОСТ 10197-70; Измеритель шероховатости TR100;																
T7	Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89																
P8	$\varnothing 42^{+0,042}_{+0,017}$ 88±0,435 0,05 2 0,01 200 35																
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
ОК		Операционная карта														33	

[illegible]

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 4			
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
													1	1		
Разраб.	Караваев В.Е.					НИ ТПУ	ФВТМ 0964А21 ВКР						СЭВ 004015			
Проверил	Должиков В.П.															
						Корпус фрикционной муфты								ВКР		020
Н. контр.																
У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ														
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)					Наладочные размеры			Коррект. разм.		НК			
У01		Токарный станок с ЧПУ Optimum L33 CNC														
02																
Т03	1	1	Резцедержатель CY-3748; Резец проходной 2101-0011 Т5К10 ГОСТ 18879-73					Wx=100; Wz=41			90 _{-0.87}		1XZ			
04																
Т05	2	2	Резцедержатель CY-3748; Резец прорезной 2120-0507 Т5К10 ГОСТ 18874-73					Wx=84; Wz=38			1,9 H14		1XZ			
06																
Т07	3	3	Резцедержатель CY-3748; Резец прорезной 2120-0519 Т5К10 ГОСТ 18874-73					Wx=112; Wz=29			18 H14		1XZ			
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
КН																

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 4			
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
													1	1		
Разраб.	Караваев В.Е.					НИ ТПУ	ФВТМ 0964А21 ВКР						СЭВ 004015			
Проверил	Должиков В.П.															
						Корпус фрикционной муфты								ВКР		030
Н. контр.																
У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ														
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)					Наладочные размеры			Коррект. разм.		НК			
У01		Токарный станок с ЧПУ Optimum L33 CNC														
02																
Т03	1	1	Резцедержатель CY-3748; Резец подрезной 2112-0015 Т5К10 ГОСТ 18880-73					Wx=95; Wz=60			136-0,4		1XZ			
04																
Т05	2	2	Сверлодержатель SDS 50069292; Сверло 2301-3627 ГОСТ 10903-77					Wx=0; Wz=254			20 H14		1XZ			
06																
Т07	3	3	Резцедержатель CY-3748; Резец расточной 2141-0005 Т15К6 ГОСТ 25987-83					Wx=38; Wz=165			26 H14		1XZ			
08																
Т09	4	4	Резцедержатель CY-3748; Резец расточной 2141-0005 Т30К4 ГОСТ 25987-83					Wx=38; Wz=132			28 H8		1XZ			
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
КН																

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 4			
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
													1	1		
Разраб.	Караваев В.Е.					НИ ТПУ	ФВТМ 0964А21 ВКР						СЭВ 004015			
Проверил	Должиков В.П.															
						Корпус фрикционной муфты								ВКР		040
Н. контр.																
У	Опер.	Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ														
Т	Пер.	ПИ	Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование)					Наладочные размеры			Коррект. разм.		НК			
У01		Токарный станок с ЧПУ Optimum L33 CNC														
02																
Т03	1	1	Резцедержатель CY-3748; Резец расточной 2141-0005 Т15К6 ГОСТ 25987-83					Wx=38; Wz=165			33 Н14		1ХЗ			
04																
Т05	2	2	Резцедержатель CY-3748; Резец расточной 2141-0005 Т30К4 ГОСТ 25987-83					Wx=38; Wz=132			28 Н8		1ХЗ			
06																
Т07	3	3	Резцедержатель CY-3748; Резец проходной 2101-0011 Т30К4 ГОСТ 18879-73					Wx=100; Wz=41			42,2-0,039		1ХЗ			
08																
Т09	4	3	Резцедержатель CY-3748; Резец проходной 2101-0011 Т30К4 ГОСТ 18879-73					Wx=100; Wz=41			40,2-0,039		1ХЗ			
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
КН																