

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

Институт Юргинский технологический
 Направление подготовки Машиностроение
 ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления фланца

УДК: 621.3.873.1–021.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A81	Турсунов Абдуджалел Абдуманонович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Сапрыкин А.А	К.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лизунков В.Г.	К. пед. наук доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	К.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств	Сапрыкина Н.А.	К.т.н., доцент		

Рецензент

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер – по качеству	Маслов Ю.В			

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)–1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)–2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)–3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)–4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(–ых) языке(–ах)
УК(У)–5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально–историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)–6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)–7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)–8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)–9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно–технической идеи
УК(У)–10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)–11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)–1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)–2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)–3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)–4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)–5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно–коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)–5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании

ПК(У)–6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)–7	Способностью оформлять законченные проектно–конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)–8	Умением проводить предварительное технико–экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)–9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)–10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)–11	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)–12	Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)–13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)–14	Способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)–15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)–16	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)–17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)–18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико–механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)–19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A81	Турсунов Абдуджалел Абдуманонович

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление/специальность	
Уровень образования	бакалавр		15.03.01 «Машиностроение»/ «Технология, оборудование и автоматизация машинострои- тельных производств»

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

<i>1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов</i>	<i>- перечень и характеристика основных фондов и оборотных средств, необходимых для реализации инженерных решений - расчет потребности в рабочей силе</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>- нормы использования необходимых материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

- 1. Произвести расчет объема капитальных вложений в оборудование в инструмент и помещение.*
- 2. Произвести расчет стоимость оборотных средств производственных запас, сырье, материалы и запас готовой продукции.*
- 3. Расчет сметы затрат на производство и реализацию продукции.*
- 4. Проектирование переменных затрат и затрат на материалы и силовую теплоэнергию проекта.*
- 5. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы).*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

- 1. Затраты на покупные комплектующие, ЗП исполнителей, итоговые затраты*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.04.2022
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Лизунков В. Г.	к. пед. н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A81	Турсунов Абдуджалел Абдуманонович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A81	Турсунов Абдуджалел Абдуманонович

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	Бакалавр	ООП	Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

Тема ВКР

Разработка технологического процесса изготовления фланца	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»	
<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка ремонта котла на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>

<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	Вредные выбросы в атмосферу.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2022 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С. А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A81	Турсунов Абдуджалел Абдумнонович		.

РЕФЕРАТ

Квалификационная работа содержит 96 страниц, 7 рисунков, 7 таблиц, 1 приложение, 8 листов графического материала. Ключевые слова : ФЛАНЕЦ, ТОКАРНАЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ФРЕЗА, РАДИАЛЬНОСВЕРЛИЛЬНАЯ, ТЕХНОДОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СВЕРЛО, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, КАЛИБР. Целью проектирования является разработка технологического процесса механической обработки изделия фланца. Тема выпускной квалификационной работы "Разработка технологического процесса изготовления изделия фланца. ВКР содержит следующие главы: введение, технологическая, конструкторская, организационная, экономическая части, а также охрана труда и безопасность жизнедеятельности. В технологической части изложено описание последовательности технологического процесса, расчетов припусков, расчетов режимов резания и норм времени. В конструкторской части приведены описания и расчет приспособлений, режущего и мерительного инструмента. В организационной части приведены расчеты количества оборудования, числа рабочих. В экономической части рассчитаны технико-экономические показатели, а также экономический годовой эффект. В разделе социальная ответственность освещены вопросы безопасности работы на участке и меры предупреждения опасных производственных факторов. В графической части изображены чертеж детали совместно с заготовкой, чертежи приспособлений, карты наладок, режущий и мерительный инструмент.

THE ABSTRACT

The graduate work contains 96 pages, 7 figures, 7 tables, 1 appendices, 8 sheets of graphic material. THE CASE, VERTICALLY MILLING, DRILLING AND MILLING AND BORING, BAZIROVANIE, TEHNOLOGICHESKIY PROTSESS, PRISPOSOBLENIE, FREZA, SVERLO, KALIBR-PROBKA. The designing purpose is working out the technological process of machining the case of valve of hydraulic prop M138. The subject of the graduate work is “Project of the technological process of machining. The graduate work contains the following parts: the introduction, the technological, design, organizational, economic parts, and also a labor and life safety part. In the technological part we describe the sequence of the technological process, calculate the allowances, cutting modes and time norms. In the design part we describe and calculate appliances, cutting and measuring tools. In the organizational part we provide calculations of equipment and number of workers. In the economic part we calculate engineering-and-economical performance, and also annual economic effect. In the labor and life safety part we consider safety issues at the site and measures of prevention dangerous production factors. In the graphic part we represent the drawing of the detail together with the workpiece, drawings of appliances, setup sheets, cutting and measuring tools.

Оглавление

Введение	12
1 Объект и методы исследования	13
1.1 Аналитическая часть	13
1.1.1 Служебное назначение изделия	13
1.1.2 Производственная программа и определение типа производств	14
1.1.3 Анализ действующего технологического процесса	15
2 Расчеты и аналитики	19
2.1 Технологическая часть	19
2.1.1 Отработка конструкции на технологичность	19
2.1.2 Выбор заготовки и метода её изготовления	20
2.1.2.1 Литьё в песчано–глинистые формы с машинной формовкой	21
2.1.2.2 Литьё по выплавляемым моделям. Материал – Сталь 35ГЛ ГОСТ 977–88.	22
2.1.3 Составление технологического маршрута обработки	24
2.1.4 Выбор технологических баз	25
2.1.5 Выбор средств технологического оснащения	29
2.1.6 Расчёт припусков на механическую обработку	34
2.2 Расчет режимов резания	35
2.3 Конструкторская часть	42
2.3.1 Обоснование и описание конструкции	42
2.3.2 Расчет приспособления на точность	44
2.4 Разработка конструкции	45
2.4.1 Обоснование и описание конструкции	45
2.4.2 Расчёт приспособления на точность	46
2.5 Организационное проектирование	50
2.5.1 Нормирование технологического процесса	50
3 Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение	53

3.1	Расчет объема капитальных вложений	53
3.1.1	Стоимость технологического оборудования	53
3.1.2	Стоимость вспомогательного оборудования	54
3.1.3	Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря.....	55
3.1.4	Стоимость эксплуатируемых помещений	55
3.1.5	Стоимость оборотных средств в производственных запасах.....	56
3.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве.....	56
3.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции	57
3.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности.....	57
3.1.9	Денежные оборотные средства	58
3.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции.	58
3.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов.....	59
3.2.2	Расчет заработной платы производственных работников.....	60
3.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	61
3.2.4	Расчет амортизации основных фондов.....	61
3.2.5	Расчет амортизации оборудования	61
3.2.6	Расчет амортизационных отчислений.	62
3.2.7	Расчет амортизационных отчислений зданий	63
3.3	Отчисления в ремонтный фонд.....	63
3.3.1	Затраты на СОЖ.....	63
3.3.2	Затраты на сжатый воздух.....	63
3.4	Затраты на силовую электроэнергию	64
3.5	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	65
3.6	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	65
3.7	Заработная плата административно–управленческого персонала	66
3.8	Прочие расходы	66
3.9	Экономическое обоснование технологического проекта.....	67
3.10	Заключение	69

4. Социальная ответственность	70
4.1 Описание рабочего места.....	70
4.2 Законодательные и нормативные документы.....	70
4.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	73
4.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды.....	75
4.5 Охрана окружающей среды.....	84
4.6 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	84
4.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ..	87
4.8 Заключение	88
Заключение	89
Список используемых источников.....	90
Приложение А	92
Приложение Б.....	93

Введение

Машиностроение – одна из ведущих отраслей народного хозяйства. Задачей машиностроения является создание совершенных конструкций машин и передовой технологии ее изготовления. Объем продукции должен увеличиваться за счет автоматизации и механизации производства. Основное направление в развитии технического процесса – это создание принципиально новых технологических процессов производства и замена существующих процессов более точными и экономичными. Главное внимание уделяется вопросам сокращения сроков подготовки и повышению качества продукции машиностроения, в значительной степени качество и технико–экономические показатели выпускаемой продукции зависят от подготовки производства, важной составной частью которой является проектирование технологических процессов.

Целью, данной квалификационной работой является, разработка технологического процесса изготовления фланца.

При изготовлении фланца будет использоваться современное высокопроизводительное оборудование и инструмент, специальное приспособление.

В соответствии с поставленной целью в процессе разработки технологического процесса выделяют следующие задачи:

- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной работы творческой инженерной работы;
- овладение методикой проектирования технологических процессов механической обработки;
- приобретение опыта анализа существующего технологического процесса;
- приобретение опыта в конструировании приспособлений;
- овладение технико–экономическим анализом принимаемых решений.

1 Объект и методы исследования

1.1 Аналитическая часть

1.1.1 Служебное назначение изделия

Изделие Фланец входит в состав крана самоходного короткобазового на короткобазовом шасси грузоподъемностью 20 тонн.

Деталь “Фланец” является элементом сборки “Венец”, в который в дальнейшем устанавливаются: зубчатый венец, кольца, планка.

К основным поверхностям детали относятся: зубья, на которые в дальнейшем одевается венец зубчатый; шлицевое отверстие, в которое устанавливается вал; поверхность диаметром 160f7, на которую устанавливается стакан.

Корпус изготавливается из стали 35ГЛ ГОСТ 977–88. Химический состав стали приведен в таблице 1.1, механические свойства стали представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 35ГЛ ГОСТ 977–88

Химический состав, %								
C	Si	Mn	Cr, не более	S, не более	P, не более	Cu, не более	Ni, не более	Fe
0,3–0,4	0,2–0,4	1,2–1,6	0,3	0,04	0,04	0,3	0,3	96

Таблица 1.2 – Механические свойства отливок ГОСТ 977–88

Термообработка	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСИ, кДж/м ²	НВ
		МПа		%			
		Не менее					
Нормализация, отпуск	100	300	550	12	20	30	202–207

Технологические свойства:

- свариваемость – ограниченно свариваемая;
- коэффициент обрабатываемости резанием инструментом из быстрорежущей стали $K_V = 0,55$ и твердосплавным инструментом $K_V = 0,75$
- склонность к отпускной хрупкости – не склонна.

1.1.2 Производственная программа и определение типа производств

В соответствии с заданием на курсовой проект количество обрабатываемых в год деталей равно 1500 штук.

Полученные значения сведены в таблицы 1.3 и 1.4.

Таблица 1.3 – Подетальная годовая производственная программа

№ чертежа	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, т	
					на основную программу	на запасные части	всего	детали	На программу с запасными
	Фланец	Сталь 35ГЛ	1	7	1500	105	1605	0,0108	60,53

В соответствии с назначаем среднесерийный тип производства, т.к. $N_{изд}$ от 500 до 5000шт.

В этой части курсового проекта тип производства определён приближённо. В дальнейшем после разработки технологический процесс изготовления детали серийность производства будет уточняться. Уточнение производится по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004–83.

Для серийного определяется размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F};$$

где n – годовая программа, шт;

a – период запуска в днях, принимаем $a = 6$;

F – число рабочих дней в году, для 2021–го года $F = 247$.

$$n = \frac{1605 \cdot 6}{247} = 39 \text{ шт}$$

1.1.3 Анализ действующего технологического процесса

Базовый технологический процесс изготовления фланца единичный, пооперационный разработан для мелкосерийного производства, способ получения заготовки – отливка.

Технологический маршрут обработки фланца имеет следующий вид:

- 005 Фрезерная. Вертикально–фрезерный станок с крестовым столом с ЧПУ модели 65А60Ф1;
- 010 Токарная. Токарно–винторезный станок модели 1М63МФ101;
- 015 Токарная. Токарно–винторезный станок модели 1740РФ3;
- 020 Токарная. Токарно–винторезный станок модели 1740РФ3;
- 025 Токарная. Токарно–винторезный станок модели 1740РФ3;
- 030 зубодолбежная. зубодолбежный полуавтомат модели 5М150;
- 033 Контрольная;
- 035 зубофрезерная. зубофрезерный полуавтомат модели ЕЗС.351.31;
- 040 Сверлильная. Радиально–сверлильный станок модели 2А554;
- 045 Резьбонарезная. Резьбонарезной станок модели РН–24;
- 050 Шлифовальная. Кругло–шлифовальный станок модели UFE 630–3000;
- 055 Слесарная;
- 060 Контрольная.

Таблица 1.4 – Инструменты и приспособления базового технологического процесса

№ операция	Приспособление	Режущий инструмент	Вспомогательный инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4	5
005	2214-0007	Фреза Т5К10 ГОСТ 24359-80	Тара 505-177. Очки О ГОСТ 12.4.013-97	ШГ 160 ГОСТ 162-90.
007	Грибок 3071704. Грибок 307-1705. Центр Б-5-У ГОСТ 8742-75	Резец Т15К6 2103-0059 ГОСТ 18879-73	Тара 505-177. Очки О ГОСТ 12.4.013-85	ШЦ-П-400-0,1 ГОСТ 166-80
010	Патрон при станке	Резец Т15К6 2102-1117 ГОСТ 18877-73	Тара 505-177. Очки О ГОСТ 12.4.013-97	ШЦ-П-250-0,01 ГОСТ 166-89. Штангенглубиномер ШГ 160 ГОСТ 162-90
015	Патрон. Кулачки 2113-84	Резец 32×20 ГОСТ 18877-73 Резец 32×25 лев. ГОСТ 18877-73 Т15К6 01152 ГОСТ 25395-90	Тара 505-177. Очки О ГОСТ 12.4.013-. 97 Блок 201-948, 200-215	ШЦ-Ш-400-0,1 ГОСТ 166-80. ШГ 160 ГОСТ 162-80. Шаблон 5 СТП 4340-75
020	Патрон	Резец 32×25 лев. СТП 1182-81. Резец 32×25 лев. СТП 1180-81. Резец 002-3862. Пластина Т15К6 922.2006-4009	Тара 505-177. Очки О ГОСТ 12.4.013-85. Блок 200-215	ШЦ-0-125-0,1 ГОСТ 166-89. ШЦ-0-160-0,05 ГОСТ 166-89
025	Патрон	Резец 32×20 СТП 1129-81. Резец 32×25 лев. СТП 1182. Резец 32×25 СТП 1182. Резец 003-1761. Пластина Т15К6 922.2006-4009 СТП 1178-81. Резец 32×25 лев. СТП 1180	Тара 505-177. Очки О ГОСТ12.4.013- 85. Блок 200- 215. Блок 201- 948	Скоба 15h13 СТП-105-6154. ШЦ-Ш-400-0,1 ГОСТ 166-80. ШЦ-0-160- 0,05 ГОСТ 166-80. Скоба 368 е8 СТП-105-6154
030	331-667	Долбяк 073- 77	Тара 505-177	Калибр 1261416. Штихмасс ПР 1261415. Штихмасс НЕ 1261417. Пластина 130А3 ПР 1011458.

Продолжение таблицы 1.4.

033			Тара 505–177	Прибор 386630. Штатив ШМ–ПН–8 ГОСТ 10197–70. Индикатор ИЧ05 кл0 ГОСТ 577–68. Оправка 3001447
035	330–1036	Фреза 071–138	Тара 505–177. Очки О ГОСТ 12.4.013–85. Ролик m5 162–994. Оправка 32 СТП 233282	Индикатор ИЧ05 кл0 ГОСТ 577–68. Скоба СТП 104–1. Скоба СТП 126–2
040	Кондуктор 2208310. Пневмоцилиндр 318–27	Сверло 8,5 23010020 ГОСТ 10903–77. Зенковка 23530134 ГОСТ 14953–80	Патрон 62510191 ГОСТ 1407783. Втулка 6120–0363 ГОСТ 13409–83. Втулка 4/2	Пробка М10–7Н СТП 4307–82
			6100–0204 ГОСТ 1359885. Втулка 2/1 6100–0201 ГОСТ 13598–85. Тара 505176. Очки О	
045	Пневмоцилиндр 318–27. Патрон 10 СТП 2048–85	Метчик М10–7Н 2620–14333 ГОСТ 3266–81	Тара 505–176. Очки О ГОСТ 12.4.013–85	Пробка ПР 8221–0044.7Н ГОСТ 1775672. Пробка НЕ 8221–1044.7Н ГОСТ 17757–72
050	Оправка 3001447	Круг ПП 750×100×305 33А 25 СМ1 6 К ГОСТ 2424–83	Центр А–1–6–У ГОСТ 8742–75. Центр 70320043 Морзе 6 ГОСТ 13214–79	Скоба 150 f7 СТП 4316–84. Шаблон 62 Н14 СТП 4332–75
055		Напильник 28220135 ГОСТ 146580. Клеймо 5 0901430 ГОСТ 25726–83. Клеймо 5 7858–0144 ГОСТ 25726–83	Тара 505–176. Очки О ГОСТ 12.4.013–85. Молоток 0,5 7850–0103 ГОСТ 2310–77	

В базовом технологическом процессе для обработки применяются станки с ЧПУ, универсальные и специальные приспособления. Широко применяется стандартный режущий инструмент: фрезы, сверла, а также и специальный режущий инструмент. В качестве мерительного инструмента используются стандартный и специальный инструмент.

По ходу технологического процесса механической обработки, деталь базируется на черновые базы – необработанные плоскости. Далее обрабатываются базовые плоскости. Способ базирования при обработке точных поверхностей – на плоскости.

На основании анализа базового технологического процесса можно сделать следующий вывод:

- не применяется принцип концентрации операций и переходов, фланец обрабатывается на большом количестве операций с большим количеством переустановок;
- имеет место большая длительность и трудоемкость изготовления, т.к. при обработке применяются станки, используется низкопроизводительный режущий инструмент, большое количество стандартного мерительного инструмента.

При разработке выпускной квалификационной работы необходимо использовать, по возможности, более современные станки, либо станки с ЧПУ, что позволит повысить точность и качество поверхности.

Возможно применение более прогрессивных конструкций режущих инструментов и инструментальных материалов.

2 Расчеты и аналитики

2.1 Технологическая часть

2.1.1 Отработка конструкции на технологичность

Чертеж содержит все необходимые виды детали, а также разрезы и выносные элементы. Размеры на чертеже полностью определяют геометрическую форму и пространственное положение обрабатываемых поверхностей. Технические требования на чертеже полностью обоснованы. Точность размеров форм, шероховатость, взаимное расположение поверхностей достижимы в условиях реального производства и достигаются некоторым количеством последовательных операций с использованием стандартного и специального режущего инструментов и высокопроизводительного оборудования.

К положительным показателям технологичности можно отнести следующие признаки:

- рассматриваемая деталь относится к классу деталей тел вращения. В качестве заготовки принята отливка. Материал детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки;
- все поверхности доступны для механической обработки;
- большинство обрабатываемых поверхностей являются простыми цилиндрическими или линейными поверхностями, что обеспечивает простоту доступа при их обработке;
- имеется возможность обработки наружных поверхностей и отверстий в конструкции детали на станках с ЧПУ;
- точность размеров и формы, шероховатости, взаимного расположения поверхностей соответствуют функциональному назначению детали;
- к обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ инструмента;

- деталь не имеет отверстий, расположенных не под прямым углом к плоскости входа инструмента.

К отрицательным показателям технологичности можно отнести следующие признаки:

- отсутствуют явные удобные базы для обработки, а присутствующие базовые поверхности отличаются недостаточными размерами.

Проведя качественный анализ технологичности детали, можно сделать вывод, что деталь является технологичной.

2.1.2 Выбор заготовки и метода её изготовления

При выборе заготовки для заданной детали назначаем метод её получения, определяем конфигурацию, размеры, допуски, припуски на обработку. Правильный выбор способа получения заготовки оказывает непосредственное влияние на возможность рационального построения технологического процесса обработки, способствует снижению удельной металлоёмкости изделий и снижению себестоимости.

Оптимальным вариантом для детали является метод получения заготовки – отливка, т. к. деталь тонкостенная и сложной формы. Различают литьё в песчаноглинистые формы с ручной и машинной формовкой, литьё в кокиль, литьё по выплавляемым моделям, центробежное литьё и др.

При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассмотрим два альтернативных варианта. В первом случае заготовка получается литьём в песчано–глинистые формы с машинной формовкой, во втором случае— по выплавляемым моделям.

Используя рекомендации 1 и ГОСТ Р 53464–2009 проектируем заготовку.

2.1.2.1 Литьё в песчано–глинистые формы с машинной формовкой.

Материал – Сталь 35ГЛ ГОСТ 977–88.

Класс размерной точности – 12 .

Степень коробления элементов отливок – 5.

Степень точности поверхности – 12.

Шероховатость (R_a , мкм.) – 25.

Класс точности отливки по массе – 12.

Ряд припусков – 6.

Масса детали – 10,8 кг.

Результаты проектирования в таблице 1.6, причём, размеры заготовки округлены с учётом припуска в большую сторону, с точностью 0,5 мм.

Таблица 1.5 – Размеры заготовки

Размер детали, мм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
Ø368h12	6.7	Ø381	±8
105	5	115	±6.4
Ø115	5.6	Ø104	±6.4
Ø 160	7.3	Ø174.6	±6.4
62	4.8	57.2	±5

Находим дополнительные припуски.

Точность необрабатываемых стенок и ребер 11, по ГОСТ Р 53464–2009.

Неуказанные литейные радиусы внутренних углов от 10 до 15мм, наружных не более 5мм.

Формовочный уклон по ГОСТ 3212–80 тип I.

Коэффициент использования материала для заготовок полученных песчано – глинистые формы принимаем 0.7

Определяем масса заготовки:

$$G_3 = \frac{G_D}{K_{\text{ИМ}}},$$

где G_D – масса детали, кг;

$$G_3 = \frac{10,8}{0,7} = 15,4;$$

Масса заготовки равна 15.4 кг;

2.1.2.2 Литье по выплавляемым моделям. Материал – Сталь 35ГЛ ГОСТ 977–88.

Класс размерной точности – 9.

Степень коробления элементов отливок – 5.

Степень точности поверхности – 11.

Шероховатость (R_a , мкм.) – 20.

Класс точности отливки по массе.

Ряд припусков – 5.

Масса детали – 10,8 кг

Результаты проектирования в таблице 1.7, причём, размеры заготовки округлены с учётом припуска в большую сторону, с точностью 0,5 мм.

Таблица 1.6 – Размеры заготовки

Размер детали, мм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
Ø368h12	3,4	Ø374,8 = 375	±3,2
105	2,8	109,56 = 110	±2,4
Ø115	3,2	Ø107,6 = 108	±2,4
Ø 160	3,4	166,8 = 167	±2,4
62	2,4	64,4 = 65	±2,0
15	2.2	20	±1.4

Находим дополнительные припуски.

Точность необрабатываемых стенок и ребер 10, по ГОСТ Р 53464–2009.

Неуказанные литейные радиусы внутренних углов от 10 до 15мм, наружных не более 5мм.

Формовочный уклон по ГОСТ 3212–80 тип I.

Коэффициент использования металла принимаем 0,9

Определяем масса заготовки:

$$G_3 = \frac{G_d}{K_{им}},$$

где G_d – масса детали, кг;

$$G_3 = \frac{10,8}{0,9} = 12;$$

Масса заготовки равна 12 кг;

Выбор варианта производства заготовок

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок:

$$S_T = \frac{G_d}{K_{им}} \cdot [C_{за} + C_c \cdot (1 - K_{им})]$$

где G_d – масса детали, кг;

$C_{заг}$ – удельная стоимость материала заготовки, руб/кг

C_c – средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке, руб/кг.

По данным бюро ценообразования удельная стоимость материала заготовки для литья из стали Сталь 35ГЛ составляет:

$$C_{заг} = 240$$

Легированная сталь: цены приема за кг стружки состоит 14 руб.

$$C_c = 14 \text{ руб.}$$

При литье в песчано–глинистые формы:

$$S_{т1} = \frac{15,4}{0,7} \cdot [160 + 14 \cdot (1 - 0,7)] = 3612,4 \text{ руб}$$

При литье по выплавляемым моделям:

$$S_{\text{тл}} = \frac{12}{0,90} \cdot [240 + 14 \cdot (1 - 0,90)] = 3218,6 \text{ руб}$$

Технологическая себестоимость литья по выплавляемым моделям меньше чем при литье в песчано–глинистые формы. Учитывая этот фактор, в качестве способа получения заготовки выбираем литьё по выплавляемым моделям.

2.1.3 Составление технологического маршрута обработки

Структура процесса механической обработки корпуса представлена в таблице 1.7

Таблица 1.7 – Технологический маршрут механической обработки детали

Операция	Содержание операции	Оборудование
1	2	3
005 Токарная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец в размер 107±1. 2. Точить фасонную поверхность в размеры Ø164h14, 62h14 3. Точить поверхность в размер Ø162h12 и 62h14 4. Точить фасонную поверхность в размеры Ø160h10, 62h14, с образованием фаски 2x45°, с проточкой канавки в размеры Ø159h14, 8, R1; угол 45°, с подрезкой торца в размеры 196, 62H14, в размеры 19,3, Ø 350 угол 30°; 5. Точить фасонную поверхность в размеры 17.8 Ø350, угол 30°; 6. Расточить отверстие в размер Ø112H11 на проход 7. Расточить отверстие в размеры Ø115H11 на проход, с образованием фаски 3±0,5, 60°. 	Токарный станок с ЧПУ SK40P
010 Токарная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец в размер 105±0,5; 2. Точить поверхность в размеры Ø371, 15₋₀₂₇ 	Токарный станок с ЧПУ SK40P

Продолжение таблицы 1.7

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Точить поверхность с образованием фаски в размеры $\varnothing 368h12, 15_{-0,27}, \varnothing 340\pm 1, 4$, угол 45°. 2. Точить торец в размер 86_{-1} 	
015 Радиально– сверлильная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сверлить 3 отверстия в размер $\varnothing 8,5H13$ на проход; 2. Зенковать отверстия в размеры $1.6\times 45^\circ, \varnothing 10$ 3. Нарезать резьбу в трех отверстиях в размер $M10-7H$ на проход 	Радиальносверлильный станок 2А554
020 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки	верстак, электрическая машинка
025 Долбежная	Долбить шлицы в размеры $130\times 3,5\times 36$.	7Д430 долбежный станок с гидравлическим приводом
030 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки	верстак,
035 Зубофрезерная	Фрезеровать зубья выдержав размеры и ТУ согласно таблицы эскиза.	Зубофрезерный станок 5К324
040 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	верстак
045 Шлифо– вальная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Шлифовать поверхность в размеры $\varnothing 160h8, 54$. 2. Шлифовать поверхность $\varnothing 160f7 54$. 	Круглошлифовальный станок 3М151
050 Контрольная	Проверить детали согласно требованиям чертежа, техпроцесса и маршрутной карты.	плита контрольная

2.1.4 Выбор технологических баз

005 Токарная с ЧПУ

Базирование заготовки осуществляется по наружному диаметру и плоскости, заготовка устанавливается в трёхкулачковый патрон с упором в

торец. Это схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы. Закрепление заготовки осуществляется патроном.

Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают, а также обрабатываются за один установ.

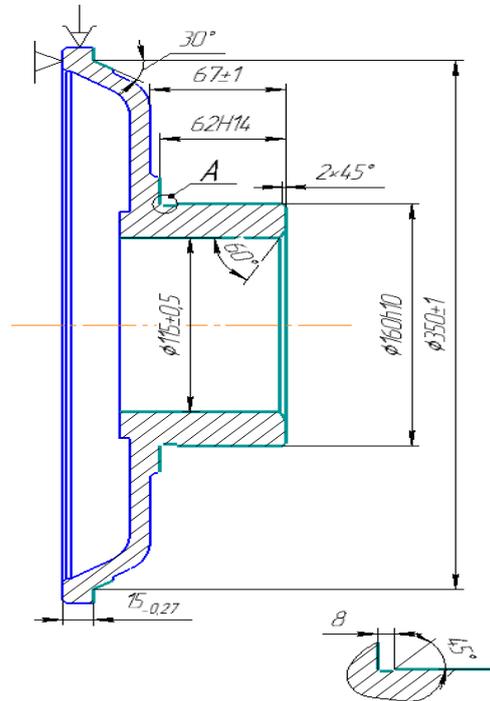


Рисунок 1.1 – Схема установки для операции 005

010 Токарная с ЧПУ

Базирование заготовки осуществляется по наружному диаметру и плоскости, заготовка устанавливается в трёхкулачковый патрон с упором в торец. Это схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы. Закрепление заготовки осуществляется патроном.

Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

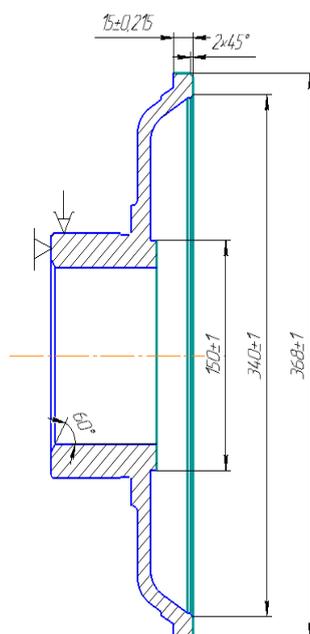


Рисунок 1.2 – Схема установки для операции 010

015 Радиально–сверлильная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и наружной поверхности, заготовка устанавливается на пластины и закрепляется двумя одновременно сходящимися призмами. Это схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы.

Погрешность базирования на все размеры равна 0, т.к. выполняются осевым инструментом, за один установ, технологическая и измерительная базы совпадают.

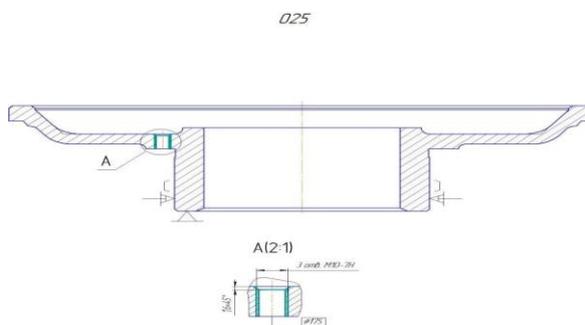


Рисунок 1.3 – Схема установки для операции 015

025 Вертикально–долбежная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и по наружной цилиндрической поверхности. Это схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы.

Погрешность базирования $\varepsilon_6=0$.

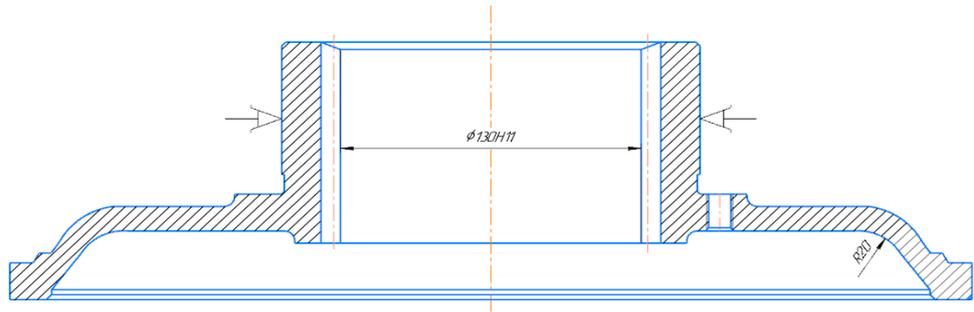


Рисунок 1.4 – Схема установки для операции 025

035 Зубофрезерная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и наружной поверхности, заготовка устанавливается на пластины и закрепляется двумя одновременно сходящимися призмами. Это схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы.

Погрешность базирования на все размеры равна 0.

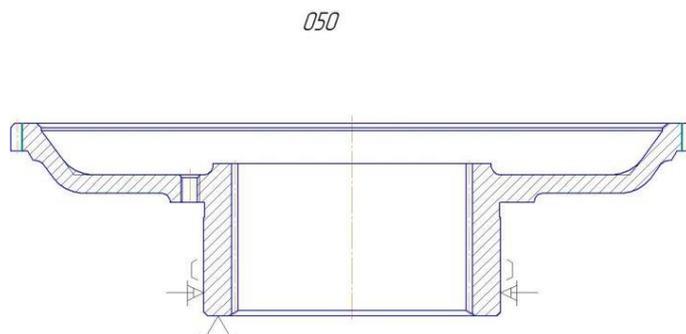


Рисунок 1.5 – Схема установки для операции 035

045 Шлифовальная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и отверстию. Эта схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы.

Погрешность базирования $\varepsilon_6=0$.

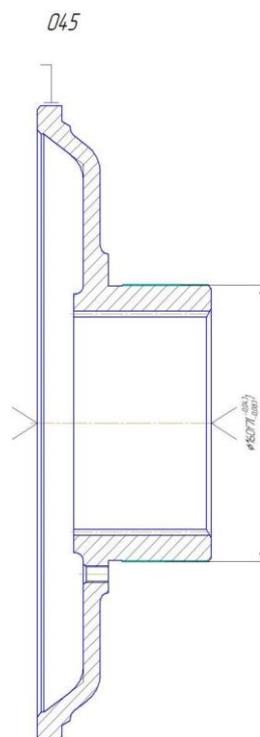


Рисунок 1.6 – Схема установки для операции 045

2.1.5 Выбор средств технологического оснащения

Выбор оборудования

Выбор станков для проектируемого технологического процесса производится после того, как каждая операция предварительно разработана, исходя из следующих данных: метод обработки поверхности или сочетание поверхностей, точность и шероховатость поверхностей, припуск на обработку; режущий инструмент, такт выпуска и тип производства.

Для операций 005 и 010 выбираем токарный станок с ЧПУ модели SK50P.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.8

Таблица 1.8 – Технические характеристики станка SK50P

Параметр	Значение
1	2
Наибольший диаметр обработки над станиной, мм	400
Наибольшая длина точения, мм	750
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	21–1620
Мощность главного двигателя, кВт	7,5
Количество позиций револьверной головки	6 2250x1370x1690
Габариты, мм	
Масса, кг	2050

Для операций 015 выбираем радиально–сверлильный станок модели 2A55. Предназначен для получения сквозных и глухих отверстий в деталях с помощью сверл, для развертывания и чистовой обработки отверстий, предварительно полученных литьем или штамповкой, и для выполнения других операций.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.9

Таблица 1.9 – Технические характеристики станка 2A55

Параметр	Значение
1	2
Диаметр сверления в стали, мм	50
Диаметр сверления в чугуне, мм	63
Расстояние от оси шпинделя до направляющих колонны (вылет), мм	450 – 1600
Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности плиты, мм	470 – 1500
Крутящий момент шпинделя, нм	
Осевое усилие на шпинделе, н	7500
Мощность главного двигателя, кВт	20000
Осевое перемещение шпинделя, мм	4.5
Перемещение головки по рукаву, мм	350
Перемещение рукава по колонне, мм	1050
Вращение рукава вокруг колонны, грд	680
Частота вращения шпинделя, об/мин	360
К–во частот вращения шпинделя	30–1900
Подачи шпинделя на оборот, мм/об	12
К–во подач шпинделя	0,05–2,2
Конус шпинделя	12
Габариты, мм	МК5
Вес 2A554, кг	2625 x 968 x 3265
	4100

Для операций 025 выбираем долбежный станок с гидравлическим приводом модели 7Д430. Предназначен для изготовления шлицов, шпоночных пазов, для долбления фасонных и плоских поверхностей, вырезов, канавок в цилиндрических и конических отверстиях. Предназначен для обработки долблением плоских и фасонных наружных поверхностей изделий по высоте до 500 мм и обработки внутренних поверхностей изделий по высоте до 250 мм.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.10

Таблица 1.10 – Технические характеристики станка 7Д430

Параметр	Значение
1	2
Диаметр стола	Ø630(Ø800) мм
Ход долбяка	120..320 (120..500), мм
Расстояние от плоскости стола до направляющих долбяка,	500 (700) мм
Расстояние от плоскости стола до нижней кромки головки долбяка	500 (710) мм
Расстояние от долбяка до станины (вылет)	615 (710) мм
Наибольшие перемещения стола продольные	650 (800) мм
Наибольшие перемещения стола поперечные	510 (650) мм
Наибольшие перемещения стола круговые	360°
Наибольшие размеры державки резца	32 x 20 (40 x 25) мм
Мощность электродвигателя	11 кВт
Вес станка полный	5,7 (8,2) т

Для операций 045 выбираем кругло–шлифовальный станок модели 3М151.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.11

Таблица 1.11 – Технические характеристики станка 3М151

Параметр	Значение
1	2
Диаметр	200
Наибольшая длина	700
Масса заготовки, кг	300
Наибольший ход стола, мм	705

Продолжение таблицы 1.11

Частота вращения шпинделя, мм/мин	1600
Конус шпинделя шлифовальной бабки и пиноли задней бабки	KM4
Высота центров над столом, мм	125
Число оборотов заготовки, мм/мин	40–400
Угол поворота верхнего стола, max, град:	
По часовой стрелке	3
Против часовой стрелки	10
Внутренний конус шпинделя бабки и пиноли задней бабки	M4
Параметры шлифовального круга, мм	750x80x305
Наибольшее перемещение пиноли задней бабки, мм	35
Мощность главного двигателя, кВт	11
Габаритные размеры, мм	4975x2337x2330
Масса, кг	5420

Для операций 035 выбираем Зубофрезерный станок модели 5K324.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.12

Таблица 1.12 – Технические характеристики станка 5K324

Параметр	Значение
1	2
Наибольший модуль нарезаемого колеса, мм	8
Наибольший диаметр нарезаемых цилиндрических прямозубых колес (0°), мм	500
Наибольшая длина венца нарезаемых цилиндрических прямозубых колес (0°), мм	300
Диаметр стола, мм	500
Пределы оборотов фрезы, об/мин	5...310
Число ступеней оборотов фрезы	9
Габариты станка, мм	2500–1440–2000
Масса станка, кг	6400

Выбор технологической оснастки

Выбор оснастки и инструментов для проектируемого технологического процесса также производится после того, как каждая операция предварительно разработана, исходя из следующих данных: метода обработки поверхности или сочетания поверхностей, точности и шероховатости поверхностей, типа производства.

Приспособления и инструменты представлены в таблице 1.13

Таблица 1.13 – Средства технологического оснащения

Операция	Оснастка
1	2
005	<p>Трёхкулачковый патрон; Пластина DPMT 07 02 02–PF фирмы SandvikCoromant; Державка C8–DCLNR/L–55080–25 фирмы SandvikCoromant; Резцовая головка C4–TR–V13JBL–27050C Пластина TR–DC1304–F 1525 CoroCut MBДля внутренней обработки высокоточных деталей Калибр–пробка 8133–0933 ГОСТ 14810–69; Шаблон для измерения фасок; Шаблон канавочный специальный; Штангенциркуль ШЦ–I–125–0,1 ГОСТ 166–86; Калибр–скоба 8113–0249 ГОСТ 18360–93</p>
010	<p>Трёхкулачковый патрон; Пластина DPMT 07 02 02–PF фирмы SandvikCoromant; Державка C8–DCLNR/L–55080–25 фирмы SandvikCoromant; SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦ–I–125–0,1 ГОСТ 166–86; Калибр–скоба 8113–0208 ГОСТ 18360–93; Калибр–пробка 8140–0014 ГОСТ 14820–69; Шаблон для измерения фасок.</p>
015	<p>Сверло центровочное; Сверло 860.1–0850–019A1–PM фирмы Sandvik Coromant; Метчик EP09RM10 фирмы Sandvik Coromant; Шаблон фасочный специальный; Пробка М 10 ПР ГОСТ 24997–81; Пробка М 10 НЕ ГОСТ 24997–81.</p>
025	<p>Долбяк 073–77 Тара 505–177 Калибр 126– 1416. Штихмасс ПР 126– 1415. Штихмасс НЕ 126– 1417.</p>
035	<p>Приспособление специальное; Червячная фреза 2523–0041 В ГОСТ 15127–83; Штангенциркуль ШЦ–II–250–630–0,1 ГОСТ 166–86; Штангензубомер ШЗН–40 ГОСТ 163–41.</p>
045	<p>Центр жёсткий; Круг 1–500x70x305 14A F36 P F 5 В 63м/с 2 ГОСТ 2424; Калибр–скоба 8113–0133 ГОСТ 18360–93.</p>

2.1.6 Расчёт припусков на механическую обработку

Расчёт припусков на механическую обработку производится после выбора оптимальных для данных условий технологического маршрута и выбора метода получения заготовки.

Расчёт для двух размеров проводится расчётно–аналитическим методом. Расчётной величиной является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе.

Минимальный припуск при обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск):

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности, получаемая на предшествующем технологическом переходе;

Δ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение, получаемое на предшествующем технологическом переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

В таблице 1.14 приведен расчёт припусков на обработку поверхности диаметром 160f7 мм.

Таблица 1.14 – Расчёт припусков на обработку поверхности диаметром 160f7 мм

Маршрут обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный Припуск	Расчетный размер d_r , мм	Допуск на изготовление T_d , мкм	Пределные размеры, мм		Пределные значения припусков, мкм	
	R	h	Δ	ε				d_{min}	d_{max}	$2 \cdot Z_{min}$	$Z \cdot max$

Заготовк а Ø160f7	320	350	2,66	–	–	163,077	3,6	163,1	–	–
Точение черново е h12	50	50	0,16	120	2×1580	160,317	0,4	160,3	2800	6000
Точение чистово е h10	25	25	0,006	0	2×200	160,117	0,16	160,12	180	420
Шлифов ание предвар ительно е h8	10	20	0	0	2×100	160,037	0,063	160,037	83	180
Шлифов ание чистово е f7	5	15	0	0	2×60	159,917	0,03	159,917	117	150

Общие припуски $Z_{omin} = 3180$ мкр, $Z_{omax} = 6750$ мкр.

Проверка расчёта припусков:

$$Z_{omax} - Z_{omin} = Td_{заг} - Td_{дет}$$

где Z_{omax} , Z_{omin} – минимальный и максимальный общие припуски;

$Td_{заг}$, $Td_{дет}$ – допуски заготовки и детали.

$$Z_{omax} - Z_{omin} = 6750 - 3180 = 3570 \text{ мкр}$$

$$Td_{заг} - Td_{дет} = 3600 - 30 = 3570 \text{ мкр}$$

$$3570 = 3570$$

2.2 Расчет режимов резания

Долбить шлицы в размеры 130x3,5x36H9.

Глубина резания:

$$t = 1.5 \text{ мм}$$

Подача:

$S=0,3$ мм/об, при $Ra = 6,3$

Скорость резания:

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

где C_v , m , x , y – коэффициент и показатели степени при точении;

T – стойкость ; t – глубина резания; s – подача

Коэффициент K_v является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив}$$

K_{mv} – коэффициент учитывающий влияние физико – механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания;

$K_{пв}$ – коэффициент учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания;

$K_{ив}$ – коэффициент учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания;

K_y – коэффициент учитывающего ударную нагрузку;

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

K_r – коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости
 σ_B – временное сопротивление

$$K_{mv} = 0,75 \left(\frac{750}{550} \right)^{1,5} = 1,19$$

$$K_v = 1,19 \cdot 1 \cdot 0,6 = 0,71$$

$$V = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,20}} \cdot 0,71 = 154,41 \text{ м/мин}$$

Сила резания:

$$P_3 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где C_p , n , x , y – коэффициент и показатели степени при точении;

Коэффициент K_p является произведением коэффициентов, учитывающих фактические условия резания:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

K_{mv} – коэффициент учитывающий влияние физико – механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания;

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

K_r – коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости

$K_{\varphi p}$ – коэффициент учитывающий главный угол в плане;

$K_{\gamma p}$ – коэффициент учитывающий передний угол;

$K_{\lambda p}$ – коэффициент учитывающий угол наклона главного лезвия;

K_{rp} – коэффициент учитывающий радиус при вершине

$$K_{mp} = \left(\frac{550}{750} \right)^0 = 1$$

$$K_p = 1 \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1$$

$$P_3 = 10 \cdot 200 \cdot 1,5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 154,41^0 \cdot 1 = 1216,08 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_3 \cdot v}{1020 \cdot 60}$$

где P_3 – сила резания; v – скорость резания;

$$N = \frac{1216,08 \cdot 154,41}{1020 \cdot 60} = 3,06 \text{ кВт};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{3,14 \cdot D}$$

где v – скорость резания;

D – диаметр заготовки;

$$n = \frac{1000 \cdot 154,41}{3,14 \cdot 115} = 427,61 \text{ об/мин}$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L + i}{n \cdot S},$$

где L – расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм;

i – число проходов;

n – частота вращения, об/мин;

S – подача, мм/об

$$T_o = \frac{82 + 1}{427,61 \cdot 0,3} = 0,64 \text{ мин}$$

Центровать 3 отверстия:

Глубина резания $t=0,5 \cdot 3=1,5$ мм.

Подача $S=0,1$ мм/об

Скорость резания:

$$V = \frac{7 \cdot 3^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 0,73 = 23,1 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 23,1}{3,14 \cdot 3} = 2452,2 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_{ст}=2000$ об/мин.

Действительная скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 2000}{1000} = 18,84 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 3^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,77 = 0,44 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 8^1 \cdot 0,17^{0,7} \cdot 0,77 = 1211,7 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{0,44 \cdot 2000}{9750} = 0,09 \text{ кВт}$$

Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{рез} \leq N_{шп},$$

где $N_{шп}$ – мощность привода станка;

$$N_{шп}=7,5 \cdot 0,8=6 \text{ кВт}$$

$0,09 < 6$ Условие выполняется.

Основное время:

$$T_o = \frac{l + l_{вр}}{n \cdot S} \cdot i \cdot n,$$

где n – количество обрабатываемых отверстий, $n=6$.

$l=2$ мм, $l_{пер}=0$ мм, $l_{вр}=4$, $i=1$.

$$T_o = \frac{2 + 4}{2000 \cdot 0,1} \cdot 1 \cdot 6 = 0,18 \text{ мин}$$

Расчёт остальных режимов резания ведём при помощи онлайн программы SandvikCoromant.

Таблица 1.15 – Расчёт режимов резания

Операция	Содержание операции
1	2
05 Токарная	<p>Подрезать торец в размер 107 ± 1. Глубина резания $t = 1,5$ Подача $S=0,396$ мм Скорость резания $V=348$ м/мин Число проходов на направлении = 1 МАХ чистота вращения = 4000 об/мин МАХ мощность резания = 8,49 кВт МАХ крутящий момент = 80, 6 Н·м Основное время $T_0 = 0,09$ мин</p> <p>Точить фасонную поверхность в размеры $\varnothing 164h14, 62h14$ Глубина резания $t = 1,5$ Подача $S=0,592$ мм Скорость резания $V=352$ м/мин Число проходов на направлении = 1 МАХ чистота вращения = 684 об/мин МАХ мощность резания = 10,7 кВт МАХ крутящий момент = 150 Н·м Основное время $T_0 = 0,153$ мин</p> <p>Точить поверхность в размер $\varnothing 162h12$ и $62h14$ Глубина резания $t = 1$ Подача $S=0,592$ мм Скорость резания $V=352$ Число проходов на направлении = 1 МАХ чистота вращения = 701 МАХ мощность резания = 7,2 МАХ крутящий момент = 98,1</p>

Продолжение таблицы 1.15

	<p>Основное время $T_0 = 0,14$ мин</p>
	<p>Точить фасонную поверхность в размеры $\varnothing 160h10, 62h14$, с образованием фаски $2 \times 45^\circ$, с проточкой канавки в размеры $\varnothing 159h14, 8, R1$; угол 45°, с подрезкой торца в размеры $196, 62h14$, в размеры $19,3, \varnothing 350$ угол 30°; Глубина резания $t = 1$ Подача $S=0,513$ мм Скорость резания $V=366$ м/мин Число проходов на направлении = 1 МАХ чистота вращения = 729 об/мин МАХ мощность резания = 6,81 кВт МАХ крутящий момент = 89,2 Н·м Основное время $T_0 = 0,165$ мин</p> <p>Расточить отверстие в размер $\varnothing 112H11$ на проход Глубина резания $t = 1$ Подача $S=0,338$ мм Скорость резания $V=334$ м/мин Число проходов на направлении = 1 МАХ чистота вращения = 948 об/мин МАХ мощность резания = 4,11 кВт МАХ крутящий момент = 41,4 Н·м Основное время $T_0 = 0,255$ мин</p> <p>Расточить отверстие в размеры $\varnothing 115H11$ на проход, с образованием фаски $3 \pm 0,5, 60^\circ$. Глубина резания $t = 1,5$ Подача $S=0,373$ мм Скорость резания $V=314$ м/мин Число проходов на направлении = 1 МАХ чистота вращения = 870 об/мин МАХ мощность резания = 5,9 кВт МАХ крутящий момент = 64,8 Н·м Основное время $T_0 = 0,252$ мин</p>
010	<p>Подрезать торец в размер $105 \pm 0,5$; Глубина резания $t = 2$ Подача $S=0,812$ мм Скорость резания $V=272$ м/мин Число проходов на направлении = 1 МАХ чистота вращения = 4000 об/мин МАХ мощность резания = 14,3 кВт МАХ крутящий момент = 237 Н·м Основное время $T_0 = 0,032$ мин</p> <p>Точить поверхность в размеры $\varnothing 371, 15_{-027}$ Глубина резания $t = 2$ Подача $S=0,968$ мм Скорость резания $V=253$ м/мин Число проходов на направлении = 1</p>

Продолжение таблицы 1.15

	<p>МАХ чистота вращения = 217 об/мин</p> <p>МАХ мощность резания = 15кВт МАХ крутящий момент = 661 Н·м Основное время $T_0 = 0,071$ мин</p> <p>Точить поверхность с образованием фаски в размеры $\varnothing 368h12, 15_{-0,27}, \varnothing 340 \pm 1, 4$, угол 45°. Глубина резания $t = 1,5$ Подача $S=0,726$ мм Скорость резания $V=284$ м/мин Число проходов на направлении = 1 МАХ чистота вращения = 245 об/мин МАХ мощность резания = 10,4кВт МАХ крутящий момент = 405 Н·м Основное время $T_0 = 2,06$ мин</p> <p>Точить торец в размер 86_{-1} Глубина резания $t = 1$ Подача $S= 0.661$ Скорость резания $V= 327$ Число проходов на направлении = 1 МАХ чистота вращения = 4000 МАХ мощность резания = 8.39 МАХ крутящий момент = 115 Основное время $T_0 = 0,032$ мин</p>
015 Радиально– сверлильная	<p>Сверлить 3 отверстия в размер $\varnothing 8,5H13$ на проход; Глубина резания $t=4,25$мм Подача $S=0,15$ мм/об Скорость резания $V=34$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1260$ об/мин Сила резания $P=922$ Н Крутящий момент $M_{кр}=4,2$ Н·м Мощность резания $N=0,8$ кВт Основное время $T_0=0,22$ мин</p> <p>Зенковать отверстия в размеры $1.6 \times 45^\circ, \varnothing 8,5$ Глубина резания $t=4,25$мм Подача $S=0,22$ мм/об Скорость резания $V=23$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=632$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=6,42$ Н·м Мощность резания $N=2,69$ кВт Основное время $T_0=0,7$ мин</p> <p>Нарезать резьбу в трех отверстиях в размер $M10-7H$ на проход Скорость резания $V=6$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=235$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=7$ Н·м Мощность резания $N=1,9$ кВт</p>

Продолжение таблицы 1.15

	Основное время $T_0=0,6$ мин
025 Долбежная	Долбить шлицы в размеры 130x3,5x36H9. Глубина резания $t = 1,5$ Подача $S= 0.3$ мм/об Скорость резания $V= 154$ м/мин Число проходов на направлении = 1 МАХ чистота вращения = 427 об/мин МАХ мощность резания = 3 кВт МАХ крутящий момент = 115 Основное время $T_0 = 416$ мин
035 Зубофрезерная	Фрезеровать зубья $m=5, z=72$. Подача $S=0,9$ мм/об Скорость резания $V=48$ м/мин Число оборотов фрезы $n=11$ об/мин Мощность резания $N=1,4$ кВт Основное время $T_0=28$ мин
045 Шлифо–вальная	Шлифовать поверхность в размеры $\varnothing 160h8, 54$. Скорость круга $V_k=30$ м/с Скорость заготовки $V_z=12$ м/с Радиальная подача $S=0,0025$ мм/об Мощность резания $N=1,13$ кВт Основное время $T_0=1,36$ мин Шлифовать поверхность $\varnothing 160f7 54$. Скорость круга $V_k=30$ м/с Скорость заготовки $V_z=15$ м/с Радиальная подача $S=0,001$ мм/об Мощность резания $N=1,13$ кВт Основное время $T_0=1,44$ мин
050 Контрольная	Проверить детали согласно требованиям чертежа, техпроцесса и маршрутной карты.

2.3 Конструкторская часть

2.3.1 Обоснование и описание конструкции

Схема для силового расчёта представлена на рисунке 2.6. Исходя из анализа выполняемых технологических переходов на операции 020, наибольшее усилие, возникающие при резании, это осевая сила при сверлении, которая направлена под углом 90°

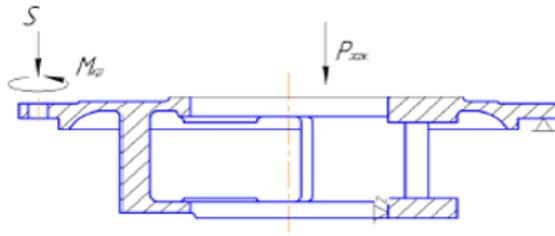


Рисунок 2.6 – Схема для расчета приспособления

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3 = K \cdot \frac{R}{f_{оп} + f_{зм}}$$

где $f_{оп}$ и $f_{зм} = 0,18-0,3$ – коэффициенты трения между поверхностями заготовки и установочными и зажимными элементами приспособления;

K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

(2.25)

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

$K_1 = 1,2$ – коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,25$ – характеризует увеличение сил резания из-за затупления инструмента;

$K_3 = 1,2$ – характеризует увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,2$ – т. к. зажим ручной;

$K_5 = 1,0$ – коэффициент, характеризующий эргономику приспособления;

$K_6 = 1,0$ – т.к. заготовка установлена на пальцы;

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,24.$$

$f_{оп} = 0,15$;

$R = 924$ Н – сила резания;

$$P_3 = 3,24 \cdot \frac{924}{0,15 + 0,15} = 9979 \text{ Н}$$

Исходя из того, что делать можно начать вращаться вокруг своей оси под действием силы резания P_z , создающей вращающий момент, определяем вращающий момент:

$$M = P_x \cdot a$$

где $a = d/2$, м;

Принимаем $P_x = 924$ Н

Принимаем небольшой диаметр сверления $d = 8,5$ мм

$$a = 0,0085/2 = 0,0042 \text{ м.}$$

$$M = 924 \cdot 0,0042 = 3,880 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

2.3.2 Расчет приспособления на точность

Для расчета приспособления на точность воспользуемся следующим методом расчета.

Погрешность установки заготовки в приспособления:

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{(\Delta \varepsilon_6)^2 + (\Delta \varepsilon_3)^2 + (\Delta \varepsilon_{пр})^2},$$

где $\Delta \varepsilon_6$ – погрешность базирования, мкм;

$\Delta \varepsilon_3 = 10$ мкм – погрешность закрепления, мкм;

$\Delta \varepsilon_{пр} = 20$ мкм – погрешность приспособления, мкм;

Определяем погрешность базирования по формуле:

$$\Delta \varepsilon_\delta = \delta_1 + \delta_2 + 2 \cdot \Delta,$$

где δ_1, δ_2 – допуск на диаметр заготовки и посадочного диаметра приспособления;

Δ мкм – минимальный радиальный зазор;

Принимаем $\delta_1 = 46$ мкм, $\delta_2 = 0$, $\Delta = 0$

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{(46)^2 + (10)^2 + (20)^2} = 51 \text{ мкм}$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т.к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры.

2.4 Разработка конструкции

2.4.1 Обоснование и описание конструкции

Приспособление предназначено для нарезания зубьев цилиндрических на фланце по диаметру 368 мм однозаходной червячной фрезой на станке мод.5К324.

Деталь центрируется шлицевым пальцем 6 и поджимается к опоре 5.

Сжатый воздух подводится снизу через ниппель 7. Попадая в полость нагнетания, воздух давит на диафрагму со штоком 7 и тягой 11 и опускает их вниз. Через быстросъёмную (откидную) шайбу 2 зажимает деталь. При переключении крана система приходит в исходное положение под действием пружины сжатия 24.

Поскольку приспособление в исходное положение возвращается под действием пружины, необходимо рассчитать и выбрать её параметры. Расчёт сводится к определению диаметра проволоки, числа рабочих витков пружины. Назначаем конструктивно диаметр проволоки $d=5\text{мм}$, $D_{\text{ср.}}=55\text{мм}$, $H=100\text{мм}$.

Находим максимальную рабочую нагрузку

$$P_k = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot [\tau]}{8 \cdot D_{\text{ср.}} \cdot K} = \frac{3.14 \cdot 5^3 \cdot 55}{8 \cdot 55 \cdot 1.4} = 35 \text{кг} \cdot \text{с}$$

$$K = \frac{4c-1}{4c-1} + \frac{0.615}{c}; c=4$$

K – коэффициент учитывающий кривизну витка.

$$P_k = 49 \text{кг} \cdot \text{с}$$

Находим допускаемое напряжение:

$$[\tau] = \frac{8 \cdot P \cdot D_{\text{ср.}}}{\pi \cdot d^3} = \frac{8 \cdot 49 \cdot 55}{3.14 \cdot 5^3} = 55 \text{кг} \cdot \text{с}/\text{мм}^2$$

$$K = \frac{16-1}{16-4} + \frac{0.615}{4} = 1.4$$

$$\tau \frac{8P \cdot D_{\text{ср.}}}{\pi \cdot d^3} \frac{8 \cdot 35 \cdot 55^2}{3.14 \cdot 5^3} \text{ max}$$

$$\tau_{\text{max}} < [\tau].$$

Условие прочности соблюдается.

Число витков

$$n = \frac{H - d}{t_k} = \frac{100 - 5}{7,2} = 13$$

Определяем усилие на штоке мембранной пневмокамеры: при выбранных конструктивно.

$D=140\text{мм}$ – диаметр мембраны.

$t=5\text{мм}$ – толщина мембраны.

$d=105\text{мм}$ – диаметр опорной шайбы.

$d_n = 20\text{мм}$ – диаметр поршня.

$$Q = 0,2(D + d)^2 \cdot p - (T_k \cdot \pi \cdot d_n + q) = 0,2 \cdot (14 + 11) \cdot 2 \cdot 4 - (0,2 \cdot 3,14 \cdot 20 + 2,9) = 430 \text{ кгс}$$

где q – жёсткость пружины находим:

$$q = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D_{cp}^3 \cdot n} = \frac{8000 \cdot 625}{8 \cdot 166375 \cdot 13} = 2,9 \quad G=8000 \text{ (для стали) кгс/мм}^2$$

$d=5\text{мм}$; $n=13$.

$P_{S_{max_{max}}}$ кг– сила резания.

$k_s = 180 \text{ кг/мм}^2$ – коэффициент резания. (таб.122 с.441 Малова).

$F_{2_{max}}$ – максимальное сечение среза (табл.123)

P_{max}

$a > P_{max}$

$430 > 414$ условие соблюдается.

2.4.2 Расчёт приспособления на точность

При расчёте приспособления на точность необходимо определить погрешность установки заготовки в приспособлении, которая определяется как:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_{3,0}^2} + \varepsilon_{з.и} + \varepsilon_{и} + \varepsilon_{y.c} + \varepsilon_c, \text{ мм}$$

где ε_6 – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_{3,0}$ – основная погрешность закрепления, мм;

$\varepsilon_{3.и}$ – систематические составляющие погрешности закрепления, мм;

$\varepsilon_{и}$ – погрешность положения, связанная с износом установочных элементов;

$\varepsilon_{у.с}$ – погрешность положения, связанная с погрешностью изготовления и сборки опор приспособления, мм;

ε_c – погрешность положения, связанная с погрешностью установки и фиксации приспособления на станке, мм;

Определяем погрешность базирования на выполняемые поверхности для размера $\square 82H12$ мм.

$$\varepsilon_6 = 600 \text{ мм.}$$

Определяем погрешности закрепления.

В соответствии с [7, табл. 11] для опор с плоской головкой:

$\varepsilon_{3.и} = 0$ – погрешность закрепления из-за износа опорной поверхности установочного элемента;

$$\varepsilon_{3.0} = \sqrt{(\varepsilon_3^I)^2 + (\varepsilon_3^{II})^2 + (\varepsilon_3^{III})^2}, \text{ мкм}$$

где ε_3^I – погрешность закрепления из-за непостоянства силы закрепления;

ε_3^{II} – погрешность закрепления из-за неоднородности шероховатости базы заготовок;

ε_3^{III} – погрешность закрепления из-за неоднородности волнистости базы заготовок.

$$\varepsilon_3^I = \left[0,4 \cdot \frac{(4 + R \max_3)}{(2 + \nu_3) \cdot Q^{\frac{2+\nu_3}{3+\nu_3}}} \cdot \left(\frac{100}{A \cdot C' \cdot \sigma_T \cdot b_\Sigma} \right)^{\frac{1}{3+\nu_3}} + 0,9 \cdot \left(\frac{R_{B3}}{Q} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{W_3 \cdot \theta}{A^{\frac{2}{3}}} \right] \cdot \Delta Q$$

$$\varepsilon_3^{II} = \Delta R \max_3 \cdot \frac{Q}{(A \cdot C' \cdot \sigma_T \cdot b_\Sigma)^{\frac{1}{3+\nu_3}}}, \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_3^{III} = 4,3 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\theta \cdot Q}{A^{\frac{2}{3}}} \cdot \left[\left(\frac{W_3}{R_{B3}} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \Delta R_{B3} + 2 \cdot \left(\frac{R_{B3}}{W_3} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \Delta W_3 \right], \text{ мкм}$$

где Q – сила, действующая по нормали на опору, Н;

Θ – упругая постоянная материалов контактирующих заготовки и опоры (1/ГПа);

C' – безразмерный коэффициент стеснения, характеризующий степень упрочнения поверхностных слоев;

σ_T – предел текучести материала заготовки, МПа;

A – номинальная площадь опоры, мм²;

R_{\max_3} – наибольшая высота неровностей профиля заготовки, мкм;

v и b – безразмерные параметры опорной кривой, характеризующие условия контакта базы заготовки и опоры;

W_3 и R_B – высота и длина волны поверхности, мкм.

Исходные данные принимаем по [7, табл. 9].

$$\varepsilon_3^I = 9,04 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_3^{II} = 427,3 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_3^{III} = 0 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{3,0} = \sqrt{9,04^2 + 427,3^2 + 0^2} = 427,39 \text{ мкм}$$

Находим погрешности положения, вызванные износом опорных элементов [7, таблица 16].

1. Определяем твёрдость опор:

$$HV = 470 \dots 615 \text{ [7, табл. 17]}$$

2. Находим критерий износостойкости:

$$\Pi_1 = 1,0 \text{ [7, табл. 18]}$$

3. Определяем силу, действующую по нормали на опору:

$$Q = 4500 \text{ Н}$$

4. Номинальная площадь касания с базой заготовки:

$$F = 1200 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \text{ [7, табл. 19]}$$

5. Определяем критерий нагружения опор:

$$\Pi_2 = \frac{Q}{F \cdot HV}$$

$$\Pi_2 = \frac{4500}{1200 \cdot 10^{-6} \cdot 542} = 6919$$

6. Износостойкость опор определяем по [7, с. 536]:

$$C = 2300 \text{ установок/мкм}$$

7. Определяем поправочные коэффициенты.

Коэффициент, учитывающий время неподвижного контакта заготовки с опорами:

$$K_t = 0,76t_M,$$

где $t_M = 1,57$ мин – основное время на операции.

$$K_t = 0,76 \cdot 1,57 = 1,19$$

Коэффициент, учитывающий влияние пути скольжения заготовки по опорам:

$$K_L = 1;$$

Коэффициент, учитывающий условия обработки: $K_y = 1,12$

Общий коэффициент:

$$K = K_t \cdot K_L \cdot K_y = 1,19 \cdot 1 \cdot 1,12 = 1,33$$

8. Вычисляем фактическую износостойкость:

$$C_{\Phi} = \frac{C}{K}, \text{ установок/мкм}$$

$$C_{\Phi} = \frac{2300}{1,33} = 1729,3 \text{ установок/мкм}$$

9. Находим нормальный износ опоры:

$$\varepsilon_{и} = \frac{N}{C_{\Phi}}, \text{ мкм}$$

где N – количество установок до замены опоры, принимаем равным количеству деталей, обрабатываемых в год $N = 6000$

$$\varepsilon_{и} = \frac{6000}{1729,3} = 3,47 \text{ мкм}$$

Остальные погрешности принимаем равными нулю, так как они компенсируются наладкой станка.

Суммарная погрешность установки:

$$\varepsilon_y = \sqrt{500^2 + 427,39^2} + 0 + 3,47 + 0 + 0 = 661,24 \text{ мкм}$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т. к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры $TD = 1000$ мкм.

2.5 Организационное проектирование

2.5.1 Нормирование технологического процесса

Одной из составляющих частей разработанного технологического процесса, является определения нормы времени на выполнение заданных работ.

Расчет норм времени ведется по укрупненным типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени.

Расчет ведется по следующим формулам:

Штучное время на операцию:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_B \cdot K_{tB}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100}\right),$$

где $T_{ца}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

K_{tB} – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{обс}$ – время на обслуживания рабочего места, %;

$A_{отд}$ – время на отдых и личные надобности, %.

Штучно–калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = T_{шт} \frac{T_{п-з}}{n},$$

где $T_{п-з}$ – норма подготовительно–заключительного времени, мин.

Результаты нормирования представлены в таблице 1.16

Операция	Содержание операции	Оборудование
1	2	3
005	Токарная с ЧПУ	
	1. Основное время	1,1
	– машинно–вспомогательное время	0,72
	2. Вспомогательное время:	
	Время, связанное операцией	
	– время на установку и снятия детали	0,08
	– время, связанное с переходом	0,1
	– время на измерения	0,17
	Коэффициент вспомогательного времени	1,0
	Суммарное вспомогательное время	0,35
	3. Время на обслуживания рабочего места	0,03

Продолжение таблицы 1.16

	4.Время на отдых и личные надобности	0,03 7
	5.Подготовительно–заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. Штучное время Штучно–калькуляционное время	3,63 3,84
010	Токарная с ЧПУ 1. Основное время – машинно–вспомогательное время 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией – время на установку и снятия детали – время, связанное с переходом – время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3.Время на обслуживания рабочего места 4.Время на отдых и личные надобности 5.Подготовительно–заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. Штучное время Штучно–калькуляционное время	2,19 1,30 0,08 0,3 1,05 1,0 1,43 0,03 0,03 27 8,73 8,94
015	Радиально–сверлильная 1. Основное время 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией – время на установку и снятия детали – время, связанное с переходом – время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3.Время на обслуживания рабочего места, % 4.Время на отдых и личные надобности, % 5.Подготовительно–заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. Штучное время Штучно–калькуляционное время	0,79 0,36 0,1 0,11 1,0 0,57 3 3 27 1,36 1,57
025	Вертикально–долбежная 1. Основное время 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией – время на установку и снятия детали – время, связанное с переходом – время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3.Время на обслуживания рабочего места 4.Время на отдых и личные надобности 5.Подготовительно–заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	0,032 1,8 0,45 0,12 1 0,57 3,5 6 11

Продолжение таблицы 1.16

	Штучное время	24
	Штучно–калькуляционное время	24,28
035	Зубофрезерная	28
	1. Основное время	
	2.Вспомогательное время:	
	Время, связанное операций	0,33
	– время на установку и снятия детали	0,27
	– время, связанное с переходом	0,35
	– время на измерения	1,0
	Коэффициент вспомогательного времени	0,95
	Суммарное вспомогательное время	0,03
	3.Время на обслуживания рабочего места	0,03
	4.Время на отдых и личные надобности	43
	5.Подготовительно–заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	
	Штучное время	29,97
Штучно–калькуляционное время	30,69	
045	Шлифовальная	2,8
	1. Основное время	
	2.Вспомогательное время:	
	Время, связанное операций	0,16
	– время на установку и снятия детали	0,1
	– время, связанное с переходом	0,25
	– время на измерения	1,0
	Коэффициент вспомогательного времени	0,51
	Суммарное вспомогательное время	3
	3.Время на обслуживания рабочего места, %	3
	4.Время на отдых и личные надобности, %	37
	5.Подготовительно–заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	
	Штучное время	3,31

3 Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение

В экономической части выпускной квалификационной работы производится расчет себестоимости изготовления фланца 3 по разработанному технологическому процессу. При разработке технологического процесса закладывается среднесерийный тип производства, обоснованный параметрами детали и объемом производственной программы (N = 1500 шт.). Материал – Сталь 35ГЛ; Производственная себестоимость изделия охватывает все затраты предприятия на его производство.

Все расчеты ведем согласно рекомендациям [27].

3.1 Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах;
- стоимость оборотных средств в незавершенном производстве;
- стоимость оборотных средств в запасах готовой продукции;
- стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

3.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования (Кто) представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{\text{то}} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \text{ руб.}$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением i -ой операции;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции.

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	$K_{\text{то}i}$, руб.
005	Консольно-фрезерный станок с ЧПУ 6P13PФ3	800000	1	800000
015 020	Токарный станок с ЧПУ SK40P	6000000	1	6000000
025	Радиально-сверлильный станок 2A55	750000	1	750000
035	Долбежный станок 7Д430	1000000	1	1000000
045	Круглошлифовальный станок 3М151	1500000	1	1500000
050	Зубофрезерный станок 5К324	1800000	2	3600000
Итого:				13650000

3.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования ($K_{\text{во}}$) определим приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования.

$$K_{\text{во}} = K_{\text{то}} \cdot 0,30, \text{ руб.}$$

$$K_{\text{во}} = 17\,730\,372 \cdot 0,30 = 5\,319\,111 \text{ руб.}$$

3.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{\text{ии}}$) по предприятию может быть установлена приблизительно в размере 10–15% от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

–инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);

–производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);

–хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.)

$$K_{\text{ии}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15, \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ии}} = 17\,730\,372 \cdot 0,15 = 2\,659\,555$$

3.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений может быть рассчитана при разных формах владения: собственные помещения или арендованные.

В первом случае общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C'_{\text{п}} = C_{\text{пп}} + C_{\text{вп}}, \text{ руб.}$$

где $C_{\text{пп}}$ – балансовая стоимость производственных (основных) помещений;

$C_{\text{вп}}$ – балансовая стоимость вспомогательных помещений.

В случае, если помещение арендовано:

Данные о балансовой стоимости производственных (основных) и вспомогательных помещений взяты в экономическом отделе предприятия ОАО «Анжеромаш».

$$C'_п = 450000 + 100000 = 550000 \text{руб.}$$

3.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах

сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{N_m \cdot N \cdot C_m}{360} \cdot T_{обм}, \text{руб.}$$

где N_m – норма расхода материала, кг/ед;

N – годовой объем производства продукции, шт;

C_m – цена материала, руб./кг;

$T_{обм}$ – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях.

$$K_{пзм} = \frac{8,77 \cdot 1500 \cdot 85}{360} \cdot 30 = 124241,66 \text{руб.}$$

3.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{нзп}$) может быть установлена из следующего выражения:

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_{г}}{360}, \text{руб.}$$

$$K_{нзп} = \frac{1500 \cdot 1 \cdot 931,81 \cdot 0,9}{360} = 4659,05 \text{руб.}$$

где $T_{ц}$ – длительность производственного цикла, дни;

C' – себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$k_{г}$ – коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{H_M \cdot Ц_M}{k_M}, \text{ руб.}$$
$$C' = \frac{8,77 \cdot 85}{0,8} = 931,81 \text{ руб.}$$

где k_M – коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ($k_M = 0,8 \div 0,85$).

Коэффициент готовности:

$$k_T = (k_M + 1) \cdot 0,5 \text{ руб.}$$
$$k_T = (0,8 + 1) \cdot 0,5 = 0,9 \text{ руб.}$$

3.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{гп} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{гп} \text{ руб.}$$
$$K_{гп} = \frac{931,81 \cdot 1500}{360} \cdot 30 = 155301,66 \text{ руб.}$$

где $T_{гп}$ – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях

3.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{дз} = \frac{B_{рп}}{360} \cdot T_{дз} \text{ руб.}$$
$$K_{дз} = \frac{2199071,6}{360} \cdot 10\% = 610,85 \text{ руб.}$$

где V_{pp} – выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$T_{дз}$ – продолжительность дебиторской задолженности ($T_{дз}=7\div 40$), дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$V_{pp} = C' \cdot N(1 + p/100) \text{ руб.}$$

$$V_{pp} = 931,81 \cdot 1500(1 + 18/100) = 2199071,6 \text{ руб.}$$

где p – рентабельность продукции ($p=15\div 20\%$).

3.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приближенно можно принять 10% от суммы материальных оборотных средств.

$$C_{обс} = K_{пзм} \cdot 0,10 \text{ руб.}$$

$$C_{обс} = 124241,66 \cdot 0,10 = 12424,16 \text{ руб.}$$

3.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

Классификация затрат по экономическим элементам имеет для предприятия важное значение. Сметный разрез затрат позволяет определить общий объем потребляемых предприятием различных видов ресурсов. На основе сметы осуществляется увязка разделов производственно–финансового плана предприятия: по материально–техническому снабжению, по труду, определяется потребность в оборотных средствах и т.д. Группировка затрат по экономическим элементам отражается в смете затрат на производство и реализацию продукции (работ, услуг). В ней собираются затраты по общности экономического содержания, по их назначению.

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- основные материалы за вычетом реализуемых отходов;
- заработная плата производственных рабочих;
- отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих.

Эти статьи относятся к прямым затратам. Остальные расходы образуют косвенные расходы:

- амортизация оборудования предприятия;
- арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений;
- отчисления в ремонтный фонд;
- вспомогательные материалы на содержание оборудования;
- затраты на силовую электроэнергию;
- износ инструмента;
- заработная плата вспомогательных рабочих;
- отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих;
- заработная плата административно–управленческого персонала;
- отчисление на социальные цели административно–управленческого персонала;
- прочие расходы.

3.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_M) рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot N_M \cdot K_{\text{ТЗР}} - C_0 \cdot N_0), \text{ руб.}$$

где $K_{\text{ТЗР}}$ – коэффициент транспортно–заготовительных расходов ($K_{\text{ТЗР}}=1,04$);

C_M – цена материала, руб/кг;

N_M – норма расходов материалов, кг/ед.;

C_0 – цена возвратных отходов, руб/кг; ($C_0=10,7$ руб./кг.);

N_0 – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_0 = T_3 - T_0,$$

где T_3 – масса заготовки, кг;

T_0 – масса изделия, кг.

$$H_0 = 10,30 - 7,52 = 2,78 \text{ кг/шт}$$

$$C_M = 1500 \cdot (85 \cdot 12,3 \cdot 1,04 - 10,07 \cdot 2,78) = 2118650,8 \text{ руб}$$

Таблица 2 – Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_{mi} , руб.
	850	30	2118650,8
Всего:			2118650,8

3.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за проработанное время. Рассчитывается она в зависимости от формы и системы оплаты труда.

В курсовой работе предусматривается сдельно–премиальная оплата труда. В соответствии с этой системой заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{зо} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \text{ руб.}$$

где m – количество операций технологического процесса;

$t_{штi}$ – норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

$C_{часj}$ – часовая ставка j -го разряда, руб./час;

k_n – коэффициент, учитывающий премии и доплаты ($k_n \approx 1,5$);

k_p – районный коэффициент ($k_p = 1,3$).

Таблица 3 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$t_{штi}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часi}$, руб.	$C_{зоi}$, руб.
Оператор станков с ЧПУ	35,05	4	1	132,6	32657,19
Оператор станков с ЧПУ	35,05	4	1	132,6	32657,19
Сверловщик	6,691	3	1	132,6	14325,22

Долбежник	15,95	3	1	132,6	20310,47
Шлифовщик	15,95	4	1	132,6	27893,11
Зуборезчик	35,05	4	1	132,6	262011,04
Итого					389854,22

3.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo}(\alpha_1 + \alpha_2), \text{ руб.}$$

$$C_{oco} = 389854,22(0,3 + 0,01) = 120855 \text{ руб/год}$$

где α_1 – обязательные социальные отчисления ($\alpha_1 = 0,30$)

α_2 – социально страхование по проф. заболеваниям и несчастным случаям ($\alpha_2 = 0,003 \div 0,017$)

3.2.4 Расчет амортизации основных фондов

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов ко времени их полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейный и нелинейный.

3.2.5 Расчет амортизации оборудования

1. При крупном масштабе производства, при полной загрузки оборудования сумма амортизационных начислений распределяется на каждую единицу продукции равномерно.

В расчетах выпускной работы целесообразно определить годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$a_{ni} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\% = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,3\%$$

где T_o – срок службы оборудования ($T_o=3 \div 12$ лет)

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot a_{ni}, \text{ руб.}$$

Списание стоимости происходит равномерно и к концу срока использования достигается нулевая балансовая стоимость.

3.2.6 Расчет амортизационных отчислений.

При небольшом объеме производства и неполной загрузки оборудования (оборудование загружено еще производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на 1 час работы оборудования:

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F_d \cdot K_{вpi}}, \text{ руб.}$$

где n – количество оборудования;

$K_{вpi}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования,
 $F_d=2016$ час.

Таблица 4 – Расчёт амортизационных отчислений

№	Квpi, %	Цi, руб.	ани, %	A, руб.
005	17	800000	8	190,71
015, 020	56	6000000	8	434,22
025	7	750000	8	434,22
035	14	1000000	8	289,48
045	16	1500000	8	379,94
050	67	3600000	8	217,76
Амортизационные отчисления для всех станков				1946,33

3.2.7 Расчет амортизационных отчислений зданий

Расчет амортизации эксплуатируемых площадей производится аналогично линейным методом. Срок службы зданий и сооружений 30÷50лет.

3.3 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд можно рассчитать одним из предложенных методов:

1 В зависимости от

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_n \cdot k_{з.рем}, \text{ руб.}$$

$$C_p = (17730372 + 5319111) \cdot 0,002 + 550000 \cdot 0,05 = 73598 \text{ руб}$$

где $k_{рем}$, $k_{з.рем}$ – коэффициенты, учитывающие отчисления в ремонтный фонд.

Коэффициенты устанавливаются в зависимости от состояния объектов основных фондов и года их эксплуатации.

3.3.1 Затраты на СОЖ

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot c_{ох}, \text{ руб.}$$

$$C_{СОЖ} = 3 \cdot 1500 \cdot 0,30 \cdot 94,71 = 170478 \text{ руб}$$

где $g_{ох}$ – средний расход охлаждающей жидкости для одного станка ($g_{ох} = 0,03 \text{ кг/дет}$);

$c_{ох}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб/кг;

n – количество станков.

3.3.2 Затраты на сжатый воздух

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \cdot C_{возд} \cdot N_z \cdot \sum t_{oi}}{60}, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 65,5 \cdot 1500}{60} \cdot 4,17 = 6373,15 \text{ руб}$$

где $g_{\text{возд}}$ – расход сжатого воздуха, $g_{\text{возд}} = 0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$C_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха.

3.4 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_{\text{д}} \cdot K_N \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot C_{\text{Э}}, \text{ руб.}$$

где N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i – ой операции, кВт;

K_N , $K_{\text{вр}}$ – средние коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и времени, принимаем $K_N = 0,5$; $K_{\text{вр}} = 0,3$;

$K_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{\text{од}} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{\text{од}} = 0,7$;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода, принимаем $K_{\omega} = 1,06$;

η – КПД оборудования, принимаем $\eta = 0,7$;

$C_{\text{Э}}$ – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети), 3,94 руб.

Таблица 6 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	СЧЭ $_i$, руб
005	7,5	7345,13
015, 020	7,5	7345,13
025	4,5	4407,07
035	18,5	18117,99
045	10	9793,51
050	4,5	4407,08
Затраты на электроэнергию для всех операций		51415,91

3.5 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ин}$) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем, как плановые и включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

3.6 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{j=1}^k C_{змj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{нj} \cdot k_{рj}, \text{ руб.}$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{змj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$k_{нj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих ($k_{нj} = 1,2 \div 1,3$);

$k_{рj}$ – районный коэффициент ($k_{рj} = 1,3$).

$$C_{зврВСП} = 7800 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 121680 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} \cdot 0,30, \text{ руб.}$$

$$C_{овр} = 121680 \cdot 0,30 = 36504$$

где $C_{овр}$ – сумма отчислений за год, руб./год

3.7 Заработная плата административно–управленческого персонала

$$C_{з\text{ауп}} = \sum_{j=1}^k C_{з\text{ауп}j} \cdot Ч_{\text{ауп}j} \cdot 12 \cdot k_{pj} \cdot k_{ндj}, \text{ руб.}$$

где $C_{з\text{ауп}j}$ – месячный оклад работника административно–управленческого персонала, руб.;

$Ч_{\text{ауп}j}$ – численность работников административно–управленческого персонала должности, чел.

$k_{ндj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно–управленческого персонала.

$$C_{з\text{ауп}Р\text{ук}} = 13700 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 256464 \text{ руб}$$

$$C_{з\text{ауп}С\text{ПЕЦ}} = 11350 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 212472 \text{ руб}$$

$$C_{з\text{ауп}} = (256464 + 212472) \cdot 0,02 = 9379 \text{ руб}$$

Отчисления на социальные цели административно–управленческого персонала:

$$C_{о\text{ауп}} = 9379 \cdot 0,30 = 2813 \text{ руб.}$$

где $C_{о\text{ауп}}$ – сумма отчислений за год, руб./год.

3.8 Прочие расходы

В прочие затраты входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления в специальные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, спец одежда рабочих, вознаграждения за изобретательства и рационализацию, и др.

Прочие расходы рассчитаем как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = 148,58 \cdot 1500 \cdot 0,7 = 208012 \text{ руб.}$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

3.9 Экономическое обоснование технологического проекта

В разделе необходимо экономически обосновать технологический проект, т.е. сделать аналитические выводы по произведенным расчетам, также необходимо указать рыночную цену продукции и определить предполагаемую прибыль, произвести расчет рентабельности капитальных вложений и рентабельности продукции; определить критический объем реализации.

Таблица 7 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	1752,9	2629360,02
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	1412,43	2118650,8
заработная плата производственных рабочих	699,66	389854,22
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	80,6	120855
Косвенные затраты:	704,11	1056170,76
амортизация оборудования предприятия	60,42	90644
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	336,66	550000
отчисления в ремонтный фонд	49,06	73598
вспомогательные материалы на содержание оборудования	2,72	4088,5
затраты на силовую электроэнергию	35,69	53546
износ инструмента	133,33	200000
заработная плата вспомогательных рабочих	81,12	121680
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	2,10	3163
заработная плата административно–управленческого персонала	6,25	9379

Продолжение таблицы 7

отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	1,87	2813
прочие расходы	138,67	208012
итого	4624,38	6936580,54

3.10 Заключение

В ходе выполнения работы по разделу ФМРиР был выполнен расчет прямых затрат (стоимость основных материалов, заработная плата основных работников и социальные отчисления с зарплаты), которое составило 2142138,26 в год и косвенных затрат (амортизация оборудования, помещений; отчисления в ремонтный фонд; затраты на силовую электроэнергию и др.) которое составило 1056170,76 руб. Кроме того, были проведены расчеты амортизации основных фондов, а также получены значения затрат на основные и вспомогательные материалы.

Себестоимость изготовления данной детали по разработанному технологическому процессу составляет сумму прямых и косвенных затрат на одну деталь: 2164,55

4. Социальная ответственность

4.1 Описание рабочего места

В ходе технологического процесса обрабатывается деталь фланец. Материалом детали является сталь 35ГЛ ГОСТ 977–88, масса детали – 10,8 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020–80 перемещение грузов массой более 10 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью грузоподъемных средств.

Деталь изготавливается на радиально–сверлильном станке, , токарном станке с ЧПУ, зубо–фрезерном станке, долбежном станке, шлифовальном станке. Данные операции характеризуются большим выделением следующих компонентов:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- тепла, поэтому возникает необходимость применения СОТС смазывающе – охлаждающих технологических средств.

4.2 Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении

должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69–ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125–ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О

государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005–88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно–гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030–81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012–90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046–78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003–83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.–издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

4.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В процессе обработки корпуса на работника могут влиять следующие вредные производственные факторы, которые влияют на здоровье и самочувствие человека:

- недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно повлиять на безопасность труда и качество продукции;

- шум, ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций и, как следствие, увеличивает вероятность несчастных случаев;

- вибрации, могут привести к развитию виброболезни. Вибрация ухудшает самочувствие работника и снижают производительность труда, часто приводят к серьезным профессиональным заболеваниям.

- СОТС (использования СОЖ). В данном технологическом процессе используется в качестве СОЖ – керосин. Результате тонкого разбрызгивания при использовании на металлорежущих станках образуется своего рода туман, представляющий собой аэрозоль керосина. В результате вдыхания паров

керосина возможно развитие случаев как острого, так и хронического отравления работающих.

1 Шум

Шум на рабочем месте наносит большой ущерб, вредно воздействует на организм человека и снижает производительность труда. Усталость рабочих из-за средства шума норма увеличивает количество ошибок на работе и способствует несчастным случаям. Источником шума является металлорежущее оборудование. Нормирование шума осуществляется нормами СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданиях и на территории жилой застройки»

В борьбе с производственным шумом были выбраны оптимальные режимы резания, а в качестве индивидуальной защиты для рабочих принимаются беруши.

Предельно допустимый уровень шума на время рабочих местах установлен СН канв 2.2.4/2.1.8.562–96 и составляет 85 дБ. Шум большинства металлорежущих станков лежит в средне– и высокочастотной областях – 500...8000 Гц с допустимыми уровнями звукового давления 83...74 дБ

2 Вибрация

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на: – общую (действует на всё тело); – местную (действует только на руки рабочего). Общую вибрацию можно разделить на следующие категории: – 92 дБ, для средней частоты октавных полос – 16; 31,5; 63 Гц; – 93 дБ, для средней частоты октавной полосы – 8 Гц; – 99 дБ, для средней частоты октавной полосы – 4 Гц; – 108 дБ, для средней частоты октавной полосы – 2 Гц; – 124 дБ.

3. СОЖ

СОЖ может привести к развитию кожных заболеваний. Основные санитарно–гигиенические требования, направленные на создание допустимых условий н труда при работе с СОЖ, отражены в СанПин" Санитарно–эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих механическую обработку металлов".

Для защиты от нужно попадания СОЖ на работников предусматривается спецодежда. Для предотвращения разбрызгивания и загрязнения рабочей зоны от СОЖ, используются схеме специальные конструкции сопл, а также применяются защитные экраны и щитки. Отработанная СОЖ собирается в специальные емкости для ее последующей обработки. Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ применяются различные дерматологические средства, а также рабочие участки снабжаются

чистыми обтирочными материалами. Не допускается применение одной и той же ветоши для протирки рук, и станков.

4.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

В процессе обработки корпуса на рабочего могут действовать следующие вредные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

– электрический ток, поражение электрическим током может привести к районы серьёзным травмам и смерти человека;

– движущиеся органы время станков, могут нанести травму работнику.

Кроме того, при обработке на станках с ЧПУ существует вероятность травмирования при смене инструмента, поскольку смена инструмента выполняется с высокой скоростью и может быть неожиданной для рабочего;

– стружка, может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка

1 Электрический ток

Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлителей длины соединительной полосы.

Глубина заземления составляет 0,8 м, почва – суглинок.

Сопротивление одиночного заземлителя R_3 Ом, вертикально установленного в землю, определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot h_T}{d} \right)$$

где d – диаметр трубы–заземлителя ($d = 4 = \text{см}$);

ρ_3 – удельное сопротивление процесс грунта, $\rho_3 = 10^4$ Ом см;

l_m –длина трубы, $l_m = 250$ см;

h_T –глубина погружения трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли середины трубы, $h_T = 205$ см.

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 205}{4}\right) = 34 \text{ Ом}$$

Определяется предупреждению требуемое число является заземлителей П, шт. по высота формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}$$

где η – коэффициент использования месячный группового заземлителя ($\eta = 0,8$)

$$\Pi = \frac{34}{5 \cdot 0,8} = 8,5 \Rightarrow 9 \text{ шт.}$$

Длина внутреннюю соединительной полосы запрещение определяется по изготовления формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1)$$

где a – расстояние ширина между заземляющего заземлителями, м

$$l_n = 1,05 \cdot 5 \cdot (9 - 1) = 42 \text{ м}$$

Сопротивление характеризует соединительной средний полосы определяется по гост формуле:

$$R_{\Pi} = \frac{P_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_{\Pi}^2}{h_{\Pi} \cdot b}\right)$$

где b – ширина полосы, $b = 1,2$ см;

l_n – длина полосы, $l_n = 4200$ см;

P_n – удельное сопротивление грунта ; $P_n = 10^4$ см Ом см;

h_{Π} – глубина погружения труб в землю, $h_{\Pi} = 80$ см

$$R_{\Pi} = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 4200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 4,8 \text{ Ом}$$

Результирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_{\Pi}}{R_3 \cdot \eta_{\Pi} + R_{\Pi} + \eta_{\Pi} \cdot \Pi}$$

где η_3 – коэффициент необходим использования стол труб контура, $\eta_3 = 0,8$;
 η_{Π} – сверло коэффициент стоимость использования полосы, $\eta_{\Pi} = 0,7$.

$$R_c = \frac{34 \cdot 4,8}{34 \cdot 0,7 + 4,8 + 0,8 \cdot 9} = 4,6 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}$$

Предельно допустимое значение коэффициент заземляющего устройства зависит от характеристики электроустановки и заземляющего объекта, а также от удельного сопротивления грунта R .

При работе станков создаётся опасность поражения человека электрическим током. Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены.

На участке используются искусственные заземлители –вертикальные стальные трубы длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства для электроустановок мощностью до 100 кВт и напряжением до 1000. В позиция должно быть не более 10 Ом.

На размер проектируемом масса участке используется контурное заземляющее устройство, которое т характеризуется тем, что его отдельные заземлители расположены по контуру площадки, где находится заземляемое оборудование.

Для связи вертикальных электродов данного используем полосовую сталь сечением 4×40 мм. Как правило, в качестве заземляющих проводников, используется полосовая сталь, предназначенная для соединения заземляющих частей с заземлителями.

Все электрошкафы оснащены концевыми выключателями, которые предотвращают случайное попадание человека в зону электрического тока.

2 Движущие изделия и механизмы.

Подвижные органы станков могут причинить повреждение работающему, следовательно, станки оснащены ограждениями с концевыми

выключателями, которые не допускают вибрационная начать обработку при убранном ограждении. Контроль размеров обрабатываемых на станках заготовок и снятие деталей производится при отключенных механизмах вращения или перемещения деталей, инструментов, средств технологического оснащения.

Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

Для работников, участвующих в программе выполнении технологического процесса, обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время работы. На рабочих местах предусмотрена площадь для удобного размещения оснастки, заготовок, готовых деталей и отходов производства.

3 Стружка

В России существует стандартная классификация средств этому защиты от факторов механического повреждения: ГОСТ 12.4.125" Средства защиты от механических травм опасных факторов".

При обработке АК7ч–Т5 образуется методы металлическая стружка, которая имеет требования высокую температуру и представляет серьезную опасность не только для работающих на станке, но и для лиц, находящихся рядом со станком. Опасность для глаз представляет не только отлетающая стружка, но пылевые частицы обрабатываемого материала, опасные осколки режущего инструмента. Следует отметить, что режимы обработки, выбранные в ходе разработки технологического процесса, пробка таковы, что скорость к вращению инструмента не высока ввиду больших размеров инструмента и выбранного инструментального смену материала, однако увеличены часть величины глубины резания соразмерно с подачами станка. Из этого следует, что главную опасность представляет отлетающая стружка, которая имеет большую толщину и достаточно раскалена.

Для безопасной эксплуатации станка и з защиты обслуживающего персонала предусмотрены защитные устройства. Зона резания имеет

защитное устройство, включающее в себя щиток со смотровым следоватън окном из рочного сбора стекла, защищающего человека от время вылета стружки.

Для профилактики травматизма применяются средства индивидуальной защиты: спецодежда, спецобувь, перчатки, щитки, маски, очки и др.

Для уборки металлической стружки применяется шнек и пневмопистолет. Два шнека расположены в рабочей зоне с обоих персонал сторон рабочего стола. рода Стружка со шнеков поступает на скребковый стружечный конвейер и транспортируется в для сбора стружки. Форсунки подачи СОЖ в находим рабочей зоне станка способствуют оэффективному стружкоудалению.

Металлическая стружка с рабочих мест и от станков должна храниться в рабочих контейнерах на специально отведенных средний местах

4 Недостаточное освещение

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения: – естественное (источником является солнце); – искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные); – смешанное (естественное и искусственное). Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23–05–95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1...12% и определяется по формуле:

$$КЕО = \frac{E}{E_0} \times 100\%$$

где E – освещённость на рабочем месте, лк; E₀ – освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), лк. Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и

отрегулированные так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Качество выпускаемой продукции в значительной степени зависят от качества освещения помещений и рабочих мест. Кроме того, недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

В участке где происходит технологический процесс изготовления корпуса, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы – фонари. Так как освещённость, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещённости применяется комбинированное освещение – естественное и искусственное.

Искусственное общее освещение – лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

На участке предусмотрено искусственное освещение при помощи светильников типа «Универсал» с лампами накаливания, в прозрачной колбе. Для нормальной освещённости необходимо: регулярная замена вышедших из строя ламп, периодическая очистка от пыли.

Рассчитываем требуемое количество светильников.

Высота подвеса светильника над рабочей поверхностью вычисляется по формуле:

$$h = h_2 - h_1$$

где h_2 – высота подвеса светильников над полом;

h_1 – высота рабочей поверхности.

Расстояние между светильниками вычисляется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h,$$

где λ – наивыгоднейшее расположение светильников, $\lambda = 1,8$.

$$L = 1,8 \cdot 2 = 3,6.$$

Исходя из размеров участка, выбираем число светильников равное двадцати.

Для определения коэффициента использования светового потока определим индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)},$$

где S – площадь участка;

A – длина участка;

B – ширина участка.

$$i = \frac{360}{2 \cdot (20 + 18)},$$

Световой поток лампы вычисляется по формуле:

$$F_{л} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta},$$

где E – заданная минимальная освещенность;

K_3 – коэффициент запаса;

z – коэффициент минимальной освещенности;

N – количество светильников;

η – коэффициент использования светового потока.

$$F_{л} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 360 \cdot 1,375}{20 \cdot 0,4} = 18562,5 \text{ лк.}$$

Таким образом участок должен освещаться 21 светильником «Универсаль» 700 Вт построенных в три ряда по семь светильников.

5 Травмирующие воздействия движущихся органов станка

Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если уборка стружки не механизирована, то применяют крючки, щетки. Все двигающиеся части, представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключается. На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена

выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка, в нашем случае станок оснащен защитным экраном

6. Защита от время электрического самочувствие тока

При работе станков числа возможен риск поражения человека электрическим током.

Основными факторами, определяющими исход поражения человека электрическим током, являются сила тока и путь его прохождения. В зависимости от силы электрический ток может оказывать процесс различное воздействие на организм человека.

Ощутимый ток часть появляется при силе переменного тока 0,6–1,5 мА с частотой 50 Гц и чтобы постоянного тока –5–7 мА. Не отпускающий ток судорожные нормирование сокращения наибольшие мышц руки, в которой окончательной ухвачен проводник.

Пороговыми не отпускающими токами прямые являются вращающиеся 10–15 мА для переменного (50 Гц) и метчик 50–60 мА – для постоянного тока.

Фибрилляционный ток вызывает при прохождении через тело человека фибрилляцию сердца –хаотические сокращения сердечной мышцы в вращающиеся результате чего расчет смерть.

Пороговыми фибрилляционными токами являются переменные токи от 100 мА до 5 А (50 Гц) и постоянные токи от 300 мА до 5 А.

Принято считать, что переменный электрический ток величиной 100 мА и выше является смертельным.

Нормативная правовая база в сфере сверлить электробезопасности:

Правила устройства электроустановок, ПУЭ; Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, только ПТЭЭП; Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок; Инструкция по СИЗ; ГОСТР 12.1.019–2009. Национальный стандарт Российской Федерации.

Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты и др.

Для предотвращения поражения электрическим током всё металлорежущее оборудование в цехе заземлено, токоведущие части. Внутри производственного здания не огражденные провода подвешиваются на высоте не менее 3,5м.

Размещены плакаты на стенах прибавляя производственного здания таблица недалеко от электроустановок по предупреждению об опасности и инструкции по технике безопасности.

По ГОСТ 12.1.030–81 пылеприемники и должны воздухопроводы вентиляционных установок оснащены заземлением для снятия статического электричества.

7. Движущие изделия и механизмы.

Подвижные органы станков могут причинить повреждение работающему, следовательно, станки оснащены ограждениями с концевыми выключателями, которые не допускают вибрационная начать обработку при убранном ограждении. Контроль размеров обрабатываемых на станках заготовок и снятие деталей производится при отключенных механизмах вращения или перемещения деталей, инструментов, средств технологического оснащения.

Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

Для работников, участвующих в программе выполнении технологического процесса, обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время работы. На рабочих местах предусмотрена площадь для удобного размещения оснастки, заготовок, готовых деталей и отходов производства.

4.5 Охрана окружающей среды

Проблема охраны окружающей среды является одной из важнейших задач нашего времени. Выбросы равной промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы достигают больших размеров.

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, отсутствуют значительные выбросы вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому они не очищаются.

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые можно использовать в качестве сырья для промышленной продукции. Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водная и масляная фазы могут быть использованы в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может быть регенерирована или сожжена. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе в канализацию должна соответствовать требованиям СНиП32–74 «Канализация. Наружные сети и сооружения». Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимой доли содержания нефтепродуктов и сливают в главную канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль сплава по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению в специальные места. Крупная стружка вывозится в специальное помещение, проходит термообработку и прессуется в брикеты для дальнейшей отправки на выборо металлургического завода.

4.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника опасности на объекте

территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности рабочие людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Возможные источники чрезвычайных ситуаций на данной территории являются:

Природные:

1 Ураганный ветер, сильный дожди, который может привести к замыканию электропроводки. В этом случае люди эвакуируются в безопасное место, отключение электроэнергии.

2 При резком повышении или понижении температуры применяются дополнительные источники подогрева, охлаждения, предусмотрены перерывы.

Техногенные: утечка выработка хлора или аммиака. Снять

Если произошла утечка хлора, нужно подняться вверх, т.к. хлор оседает на нижнем уровне (на земле) и воспользоваться защитными средствами.

В случае утечки аммиака, необходимо количество укрыться в убежище, т.к. аммиак поднимается в верхние количества слои атмосферы, и так же использовать защитные средства.

Пожарная безопасность

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для рабочих и могут нанести огромный материальный ущерб.

Причинами возникновения пожаров при обработки данной детали станков могут быть:

- неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки и большие переходные сопротивления);
- самовозгорание промасленной ветоши и других материалов, склонных к самовозгоранию;
- износ и коррозия оборудования.

В соответствии с этим производство можно отнести к категории В – пожароопасные.

Мероприятия по пожарной профилактике:

1 Организационные – правильная эксплуатация машин, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих.

2 Технические – соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения.

3 Режимные – запрещение курения в неустановленных местах, детали производства электросварочных работ в пожароопасных помещениях.

4 Эксплуатационные – своевременные профилактические осмотры, ремонты, и испытания.

Тушение пожара осуществляется водяными стволами (ручными и лафетными). Вода подается по водопроводам, которые установлены на предприятиях и в населенных пунктах. Для того чтобы обеспечить тушение между пожара в начальной стадиях его число возгорания, на водопроводной установлены внутренние средние пожарные операции краны.

Участок оснащен автоматическим средством обнаружения методы пожара – пожарной количество сигнализацией Пожарная сигнализация время должна быстро и точно сообщать о создания пожаре с указанием места его возникновения.

В случае пожара на участке есть два эвакуационных выхода. Удаление дыма из также горящего помещения производится через оконные проемы, а глубин также с помощью специальных дымовых люков. плита

Общие требования к пожарной безопасности – по ГОСТ 12.1.004–85.

Степень стойкости здания, а также конструктивная и функциональная качества пожарная опасность регламентирует СНиП 21–01–97.

Требования к противопожарным системам водоснабжения – по СНиП 2.04.02–84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Также на данном участке и цехе имеются ящики с песком, щит с противопожарным инструментом, пенные огнетушители и др

4.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В Трудовом кодексе РФ устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Государственные нормативные требования охраны труда также обязательны для исполнения при производстве машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда. Статья 215 ТК РФ определяет соответствие производственных объектов и продукции государственным нормативным требованиям охраны труда.

В соответствии со ст. 225 Трудового кодекса РФ для всех поступающих на работу лиц, а также для лиц, на переменный другую работу, работодатель обязан проводить инструктаж по охране труда. По характеру и времени проведения инструктажи подразделяется на: вводный; первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый; целевой.

В системе безопасности жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности основная роль принадлежит нормативным правовым актам по охране труда.

4.8 Заключение

В данном разделе были проанализированы опасные и вредные факторы, возникающие в процессе изготовления детали по разработанному технологическому процессу, воздействующие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны процедуры по специальной защите от них, а именно:

- Для обеспечения допустимых параметров достижения микроклимата разработана вытяжная вентиляция.
- Для понижения вибраций станки установлены на виброизолирующие опоры.
- Для улучшения освещённости рабочих мест, был произведён расчёт и планировка освещения на производственном участке.
- От механических повреждений стружкой, станки снабжены стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией.

Большую часть опасных и вредных факторов удалось ликвидировать или значительно сократить их негативное суммарное воздействие, однако влияние отдельных вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, источаемый движущимися органами станков, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. не имеется система кондиционирования воздуха, следовательно в летний период возможно появление отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

В общем же можно сказать, что условия находящихся труда на наблюдаемом участке являются довольно комфортными и безопасными, что оказывает снижению показателей травматизма, а так же благоприятствует увеличению производительности труда.

Заключение

В заключении выпускной квалификационной работы проанализируем проделанную работу:

- на основании действующего технологического процесса была спроектирована заготовка – отливка по выплавляемым моделям, коэффициент использования металла равен 0,9. В базовом проекте 0,6;

- составлен новый технологический процесс, который в значительной степени сократил время на изготовление изделия. Сокращение произошло за счёт применения современного высокопроизводительного оборудования, рационально составленного технологического процесса механической обработки;

- выбранные средства технологического оснащения позволили повысить режимы резания, что значительно сократило время на изготовление и общую трудоемкость;

- принятая последовательность маршрута обработки позволила снизить число производственных рабочих. Количество производственных рабочих получилось 6 человек. В базовом – 11 человек;

- в конструкторской части разработано приспособление, что позволило снизить трудоёмкость изготовления и контроля изделия;

- в разделе социальной ответственности проведен анализ опасных и вредных факторов производства и средств защиты. Были разработаны мероприятия по снижению таких факторов как шум, плохое освещение, микроклимат;

- в организационной части рассчитано необходимое количество рабочих, станков, коэффициент загрузки оборудования. Средний коэффициент загрузки оборудования 30%.

Список используемых источников

1. Технология машиностроения: методические указания к содержанию и выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения» для студентов специальности 151001 «Технология машиностроения» очной и очнозаочной форм обучения. Сост. А.А. Ласуков. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиал) Томского политехнического университета, 2011. – 32 с.
2. ГОСТ 26645–85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку – М.: Изд-во стандартов, 1989 – 54с.
3. <http://ferum-grup.com/catalog-iscar>.
4. Справочник технолога–машиностроителя. В 2–х т. Т. 1. / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.– М.: Машиностроение, 1986 – 655 с.
5. Справочник технолога–машиностроителя. В 2–х т. Т. 2. / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.– М.: Машиностроение, 1986 – 496 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов времени для нормирования работ, выполняемых на универсальных станках, многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1. Нормативы времени. – М.: Экономика, 1990. – 208 с.
7. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно–заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1968. – 412 с.
8. Кузнецов Ю. И., Маслов А. В., Байков А. Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – М.: Машиностроение, 1990 – 512 с.
9. Станочные приспособления: Справочник. В 2–х т. Т. 1. / Под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова – М.: Машиностроение, 1984 – 592 с.
10. Станочные приспособления: Справочник. В 2–х т. Т. 2. / Под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова – М.: Машиностроение, 1984 – 656 с.

11. Сахаров Г.Н., Арбузов О.Б. Металлорежущие инструменты. – М.:Машиностроение, 1989. – 328с.
12. Обработка металлов резанием: Справочник технолога./ Под. ред. А.А. Панова, М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
13. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6–е. М., «Машиностроение», 1971. – 384 с.
14. Мягков В.Д, Палей М.А., Романов А.Б.. Допуски и посадки: Справочник. В 2–х ч. Ч. 1. – Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.
15. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б.. Допуски и посадки: Справочник. В 2–х ч. Ч. 2. – Л.: Машиностроение, 1978. – 545 с.
16. Расчеты экономической эффективности новой техники: Справочник./ Под. общ. ред. К.М. Великанова – 2–ое изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1990. – 448 с.

Приложение А

Спецификация на радиально-сверлильное приспособление

Формат Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
<u>Документация</u>					
A1		ФЮРА А81030	Сборочный чертёж		
<u>Детали</u>					
A1	1	ФЮРА А81030.001	Плита	1	
A1	2	ФЮРА А81030.002	Кондуктор	1	
A1	3	ФЮРА А81030.003	Палец	1	
<u>Стандартные изделия</u>					
A1	4		Винт М10х20	2	
A1	5		Винт М10-6дх22	1	
A1	6		ГОСТ 1491-80 Гайка М18х1-6Н	1	
A1	7		ГОСТ 5931-70 Гайка М18х1,5-6Н35	1	
A1	8		ГОСТ 92-0743-72 Шайба 18 ГОСТ 6402-70	1	
A2	9		Шайба откидные 0571	1	
A1	10		ГОСТ 9060-69 Шпанка 7031-0605	2	
ФЮРА 10А81030					
Имя Лист			№ докум. Лист		
Разраб.			Дата		
Проб					
Исполн.					
Утв					
Приспособление Сверлильное				Лист	Лист
				1	2
				ЮТИ ТПУ группа 10А81	
Копирол				Формат А4	

Формат Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
A1	11		Шпилька М18х2-6дх150	1	

№ п/п	Наименование	Классификация	Единица измерения	Количество	Цена за единицу	Сумма	Примечание
01	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
02	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	3	13.66	40.98	
03	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
04	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
05	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
06	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
07	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
08	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
09	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
10	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
11	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
12	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
13	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
14	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
15	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
16	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	
17	Семейство в разведении Белые	01.01.01.01	шт.	1	0.00	0.00	

