

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 картера переднего моста

УДК: 629.3.027.11-21-047.86

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Нурмукаев Кутман Жолдошбекович		

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 – технолог	Клековкин Е.М			

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
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.
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
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.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Сапрыкина Н.А.  
 (Подпись)     (Дата)     (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
10A81	Нурмукаев Кутман Жолдошбекович

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления картера переднего моста	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.02.2022г. №32-2/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рабочий чертеж картер переднего моста</li> <li>2. Служебное назначение детали.</li> <li>3. Программа выпуска 150 деталей в год.</li> </ol>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитический обзор по теме ВКР.</li> <li>2. Разработка технологического процесса изготовления картера переднего моста.</li> <li>3. Конструирование приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих.</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта.</li> <li>5. Социальная ответственность.</li> </ol>
--	--

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чертеж детали и заготовки (2 лист А1).</li> <li>2. Карты технологических наладок (3 листа А1).</li> <li>3. Приспособление (2 листа А1).</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта (1 лист А1).</li> </ol>
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Реферат

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Сапрыкин А.А	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Нурмукаев Кутман Жолдошбекович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А81	Нурмукаев Кутман Жолдошбекович

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

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*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>12.04.2022</b>
---	-------------------

**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
10А81	Нурмукаев Кутман Жолдошбекович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А81	Нурмукаев Кутман Жолдошбекович

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

### Тема ВКР

Разработка технологического процесса изготовления картер переднего моста

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

3. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:

- 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)

Вредные и опасные производственные факторы на участке. При анализе условий труда на механическом участке выявлены следующие вредные и опасные факторы:

- запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- шум, вибрации, воздействие СОТС, отлетающая стружка, опасность поражения электрическим током; движущие механизмы (механизмы станка)

4. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;

- действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативотехнический документ);

- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем

- индивидуальные защитные средства)

Выявление и анализ вредных производственных факторов и разработка мероприятий по защите от них

Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Обеспечение оптимальных параметров микроклимата

<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>Выявление и анализ опасных производственных факторов и разработка мероприятий по защите от них. Обеспечение заземления</p>
<p>3 Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды</li> </ul>	<p>В связи с тем, что работа на участке связана с применением СОЖ и смазочных материалов, вредных для окружающей среды, на участке необходимо применить специальные емкости для хранения отработанной жидкости которые идут на отработку</p>
<p>4 Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>Безопасность при возникновении ЧС</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. директора ЮТИ	Солодский С.А.	К.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Нурмукаев Кутман Жолдошбекович		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 125 страницы текста, 24 таблиц, 16 источников литературы, 2 приложения, 8 листов графической части.

Ключевые слова: КАРТЕР ПЕРЕДНЕГО МОСТА, МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС.

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологического процесса изготовления картера переднего моста»

Годовая программа выпуска 150 штук.

В аналитической части приводится описание служебного назначения детали, а также рассмотрен базовый технологический процесс с отработкой его на технологичность.

В технологической части производится выбор заготовки и методов ее получения, составление маршрута механической обработки в условиях серийного производства.

В конструкторской части спроектировано специальное приспособление.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» произведен расчет себестоимости изготовления детали.

В части «Социальная ответственность» рассмотрены опасные и вредные производственные факторы, возникающие при изготовлении детали, и мероприятия по улучшению условий труда.

Работа выполнена в текстовом редакторе Word Office 2019.

## ABSTRACT

Graduation thesis contains 125 pages of text, 24 table-persons, 16 sources of literature, 2 applications, 8 pages of graphics.

Keywords: front axle housing, machining, cutting tool, a device manufacturing process.

Topic of final qualifying work " Development of the technological process for the manufacture of the front axle housing".

The annual program of 150 units of production.

The analytical part is a description of a service appointment details, and also consider the basic process of working off it at the techno-logical.

In the process of selection is blank, and methods of obtaining, compiling mechanical processing route in a series of production.

In the design of the designed special devic.

In the section "Financial Management, Resource Efficiency and Resource Saving", the cost of manufacturing the part is calculated.

As part of the " Social Responsibility " considered dangerous and harmful factors arising in the manufacture of parts and activities to improve working conditions.

The work was done in a Word Office 2019.

## Оглавление

Введение.....	14
1 Объект и методы исследования.....	15
1.1 Аналитическая часть.....	15
1.1.1 Служебное назначение изделия.....	15
1.1.2 Производственная программа и определение типа производства...	16
2 Расчет и аналитика.....	24
2.1 Наименование и область применения разработки.....	24
2.1.1 Основание для разработки.....	24
2.1.2 Цель и назначение разработки.....	24
2.2 Технологическая выбор.....	25
2.2.1 Отработка конструкции изделия на технологичность.....	25
2.2.2 Выбор заготовки и метода её изготовления.....	30
2.2.3 Литье в песчаное – глинистые форм с машинной формовкой.....	30
2.2.4 Литье в песчаное – глинистые форм с ручной формовкой.....	33
2.2.5 Составление технологического маршрута обработки.....	35
2.2.6 Выбор технологических баз.....	40
2.2.7 Выбор оборудования и средств технологического оснащения.....	43
2.2.8 Выбор технологической оснастки.....	49
2.2.9 Расчет припусков под обработку.....	53
2.3 Расчет режимов резания.....	57
2.4 Силовой деталей расчет размеры приспособления.....	72
1.4.1 Расчет частью приспособления косиловой на точность.....	75
2.5 Организационная часть.....	76
2.5.1 Нормирование технологического процесса механической обработки.....	76
3. Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение...	80
3.1 Расчет объема капитальных вложений.....	80
3.1.2 Стоимость технологического оборудования.....	80
3.1.3 Стоимость вспомогательного оборудования.....	81
3.1.4 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря.....	82
3.1.5 Стоимость эксплуатируемых помещений.....	82
3.1.6 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах.....	83

3.1.7	Оборотные средства в незавершенном производстве .....	83
3.1.8	Оборотные средства в запасах готовой продукции .....	84
3.1.9	Оборотные средства в дебиторской задолженности .....	84
3.1.10	Денежные оборотные средства .....	85
3.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции.	85
3.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов .....	86
3.2.2	Расчет заработной платы производственных работников .....	87
3.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих .....	87
3.2.4	Расчет амортизации основных фондов .....	88
3.2.5	Расчет амортизации оборудования .....	88
3.2.6	Расчет амортизационных отчислений зданий .....	89
3.2.7	Отчисления в ремонтный фонд .....	89
3.2.8	Затраты на СОЖ определяются по формуле: .....	90
3.2.9	Затраты на сжатый воздух .....	90
3.2.10	Затраты на силовую электроэнергию .....	90
3.2.11	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь .....	91
3.2.12	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих .....	91
3.2.13	Заработная плата административно-управленческого персонала .	92
3.2.14	Прочие расход .....	93
3.3	Экономическое обоснование технологического проекта .....	93
4	Социальная ответственность .....	96
4.1	Характеристики объекта исследования .....	96
4.2	Выявление и анализ вредных производственных факторов .....	97
4.2.1	Шум .....	97
4.2.2	Недостаточное освещение .....	99
4.2.3	Вибрации .....	102
4.2.4	Смазывающе-охлаждающие технологические средства (СОТС) ..	104
4.3	Выявление и анализ опасных производственных факторов .....	105
4.3.1	Движущиеся рабочие органы станков .....	105
4.3.2	Электрический ток .....	106
4.3.3	Стружка .....	108
4.4	Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование .....	109

4.5 Охрана окружающей среды.....	110
4.6 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	111
4.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. ...	113
Заключение .....	116
Список используемых источников.....	118
Приложение А .....	120
Приложения Б.....	124

## 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, Выпускного квалификационного работа разработка технологического процесса изготовления картер переднего моста.

При изготовлении картер переднего моста 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 Картера переднего моста является основной составной частью переднего моста крана. Служит для крепления в нем редуктора, ванны для смазки редуктора, полуосей, дифференциала и поворотных кулаков.

Деталь Картера передний мост предназначен для передачи крутящего момента от раздаточной коробки к колесам и управления краном при передвижении. Передний мост выполнен управляемым, ведущим при включении пониженного диапазона и для улучшения ходовых качеств, закреплен на нижней раме крана.

При выполнении крановых операций передний мост жестко блокируется с нижней рамой крана цилиндрами механизма блокировки.

Картера изготавливается из стали 08ГДНФЛ-II ГОСТ 977-88. Химический состав стали приведен в таблице 1.1, механические свойства стали представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав Сталь 08ГДНФЛ-II ГОСТ 977-88

Химический состав, %								
C	Si	Mn	S	P	Cr	V	Cu	Fe
до 0,11	0,15- 0,4	0,6-1	до 0,035	до 0,035	до 0,3	0,06- 0,15	0,8-1,2	~97

Таблица 1.2 – Механические свойства при 20°С материала 08ГДНФЛ-II

Сортамент	Размер	Напр.	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta_5$	$\psi$	КСУ	Термообработка
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>	-
Отливки, К35, ГОСТ 977-88	до 100		441	343	18	30	491	Нормализация 930-970°С, Отпуск 590- 650°С

$\sigma_T$  – предел текучести;

$\sigma_B$  – предел прочности при растяжении;

$\delta$  – относительное удлинение при разрыве короткого образца;

$\psi$  – относительное сужение сечения;

КСУ – ударная вязкость;

Использование стали в промышленности: лито-сварные и комбинированные конструкции, ответственные детали, к которым предъявляются требования высокой вязкости и достаточной прочности, работающие при температурах от 60 до плюс 350 °С.

### 1.1.2 Производственная программа и определение типа производства

Для каждого типа производства характерны свои маршруты изготовления деталей. Поэтому прежде чем приступить к проектированию технологического процесса механической обработки детали, необходимо, исходя, из заданной производственной программы и характера подлежащей обработки детали установить тип производства и соответствующую ему форму организации выполнения технологического процесса.

В соответствии с заданием на Выпускного квалификационного работ количество обрабатываемых в год деталей равно 150 штук.

Полученные значения сведены в таблицы 1.3

Таблица 1.3 – Подетальная годовая производственная программа

№ чертежа	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент запасные части	Число деталей			Масса, т	
					На основную программу	На запасные части	всего	детали	На программу с запасными частями
	Картер переднего моста	Сталь 08ГДНФЛ-П ГОСТ 977-75	1	7	150	10	160	0,25	37,5

В соответствии с назначением среднесерийный тип производства, т.к.  $N_{\text{изд}}$  от 100-300 шт при массе более 100 кг.

В этой части Выпускного квалификационного работа тип производства определен приблизительно. В дальнейшем уточнение производится по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004-83.

Для серийного определяется размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F} \quad (1.1)$$

где  $N$  – годовая программа,  $N=150$ шт;

$a$  – период запуска в днях, принимаем  $a=12$ ;

$F$  – число рабочих дней в году, для 2022 – го года  $F=247$ .

$$n = \frac{160 \cdot 12}{247} = 8 \text{ шт.}$$

### 1.1.3 Анализ действующего технологического процесса

Базовый технологический процесс изготовления Картер переднего моста

Единичный, пооперационный разработан для средне-серийного производства, способ получения заготовки – отливка.

Данный способ экономически оправдан в условиях средней-серийного производства. Конструкция, назначение детали метод ее получения и точность позволяет исключить обработку наружных поверхностей, кроме базовых плоскостей.

Технологический маршрут обработки картер переднего моста имеет следующий вид:

Таблица 1.4 - Технологический маршрут обработки

№ операции	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования
1	2	3
005	<p>Фрезерно-расточная с ЧПУ</p> <p>Позиция 1, <math>V=0^\circ</math>.</p> <p>1. Установить и закрепить заготовку;</p> <p>3. Фрезеровать 2 торца <math>\varnothing 220</math> в размер <math>152^{+0,5}</math>;</p> <p>4. Фрезеровать торец <math>\varnothing 470</math> в размер <math>110\pm 0,1</math>;</p> <p>5. Фрезеровать торец <math>50</math> в размер <math>110\pm 0,1</math>;</p> <p>6. Расфрезеровать 2 отв. <math>\varnothing 150^{+2}</math> в размер <math>66,5^*</math>;</p> <p>7. Расфрезеровать 2 отв. <math>\varnothing 170H9</math> до размера <math>\varnothing 168H12</math>, выдерживая размер <math>53^{+0,74}</math>;</p> <p>8. Расфрезеровать <math>\varnothing 395H9</math> до размера <math>\varnothing 393H12</math>, выдерживая размер <math>36^*</math>;</p> <p>9. Сверлить отв. п/р <math>\varnothing 30,34+0,36</math> в размер <math>36^*</math>;</p>	<p>Горизонтально-расточной станок мод. WRD 150 (Q</p>

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3
	<p>10. Расфрезеровать 2 фаски 2x45° по Ø 170H9 в размер 3x45°;</p> <p>11. Расфрезеровать фаску 2x45° по Ø 395H9 в размер 3x45°;</p> <p>12. Расфрезеровать фаску 2x45° по отв п/р Ø30,34</p> <p>13. Расточить Ø 395H9, выдерживая размер 36*;</p> <p>14. Расточить 2 отв. Ø170H9, выдерживая размер 53+0,74;</p> <p>15. Расфрезеровать отв. G1-B, выдерживая размер 18+2;</p> <p>16. Центровать 13 отв. M16x1,5-7H;</p> <p>17. Сверлить 13 отв. п/р Ø14,5+0,3 в размер 36*;</p> <p>18. Зенковать 13 фасок 2x45° по Ø 14,5+0,3;</p> <p>19. Расфрезеровать 13 отв. M16x1,5-7H, выдерживая размер 32min;</p> <p>Позиция 2, В=90°.</p> <p>20. Повернуть стол станка на 90°.</p> <p>21. Расфрезеровать сквозное отв. Ø110 до Ø 100 на длине 85 *;</p> <p>22. Расфрезеровать глухое отв. Ø134 до Ø 125 по размеру 130<sup>+0,5</sup> с припуском по длине 1 мм.;</p> <p>23. Расфрезеровать сквозное отв. Ø110<sup>+1</sup> на длине 65*;</p> <p>24. Расфрезеровать глухое отв. Ø120H8 до размера Ø 118H12, выдерживая размер 48<sup>+0,3</sup> с припуском по длине 0,5 мм;</p>	

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3
	<p>25. Расфрезеровать глухое отв. <math>\varnothing 134^{+1}</math>, выдерживая размер <math>130^{+0,5}</math>;</p> <p>26. Расточить глухое отв. <math>\varnothing 120H8</math>, выдерживая размер <math>48^{+0,3}</math>;</p> <p>27. Расточить в отв. <math>\varnothing 120H8</math>, фаску <math>1 \times 45^\circ</math>; Позиция 4, <math>V=270^\circ</math>.</p> <p>28. Повернуть стол станка на <math>180^\circ</math>;</p> <p>28. Повернуть стол станка на <math>180^\circ</math>;</p> <p>29. Расфрезеровать сквозное отв <math>\varnothing 110</math> до <math>\varnothing 100</math> на длине <math>85^*</math>;</p> <p>30. Расфрезеровать глухое отв <math>\varnothing 134</math> до <math>\varnothing 125</math> по размеру <math>130^{+0,5}</math> с припуском по длине <math>1</math> мм;</p> <p>31. Расфрезеровать сквозное отв <math>\varnothing 110^{+1}</math> на длине <math>65^*</math>;</p> <p>32. Расфрезеровать глухое отв. <math>\varnothing 120H8</math> до размера <math>\varnothing 118H12</math>, выдерживая размер <math>48^{+0,3}</math> с припуском по длине <math>0,5</math> мм;</p> <p>33. Расфрезеровать глухое отв. <math>\varnothing 134^{+1}</math>, выдерживая размер <math>130^{+0,5}</math>;</p> <p>36. Расточить глухое отв. <math>\varnothing 120H8</math>, выдерживая размер <math>48^{+0,3}</math>;</p> <p>37. Расточить в отв. <math>\varnothing 120H8</math>, фаску <math>1 \times 45^\circ</math>; Позиция 3, <math>V=180^\circ</math>.</p> <p>39. Повернуть стол станка на <math>90^\circ</math>;</p> <p>40. Фрезеровать 2 торца <math>\varnothing 220</math> в размер <math>353 \pm 0,5</math>;</p> <p>41. Расфрезеровать 2 сквозных отв. <math>\varnothing 150H9</math> до размера <math>\varnothing 148H12</math> на длине <math>116^*</math>;</p> <p>42. Расфрезеровать 2 отв. <math>\varnothing 170H9</math> до размера</p>	

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3
	<p>Ø169<sup>+0,5</sup>, выдерживая размер 100<sup>+0,87</sup>;</p> <p>43. Расфрезеровать 2 фаски 2x45° по Ø 170H9 в размер 2,25x45°;</p> <p>44. Расточить 2 сквозных отв. Ø150H9;</p> <p>45. Расточить 2 фаски 2x45° по Ø 150H9;</p> <p>46. Расточить 2 отв. 170H9, выдерживая размер 55min;</p> <p>47. Обкататься по размеру 16* в осевом направлении отв. G3/4-B;</p> <p>48. Фрезеровать торец Ø 220 в размер 353<sub>-0,5</sub>;</p> <p>49. Сверлить отв. п/р Ø24,17<sup>+0,28</sup> в размер 19*;</p> <p>50. Зенковать фаску 2x45° по Ø 24,17<sup>+0,27</sup>;</p> <p>51. Расфрезеровать отв. G3/4-B, выдерживая размер 19*;</p> <p>52. Снять деталь.</p>	
010	<p>Слесарная</p> <p>1. Острые кромки притупить;</p> <p>2. Нанести маркировку на бирке;</p>	Верстак
015	<p>Фрезерно-расточная с ЧПУ</p> <p>1. Установить и закрепить деталь</p> <p>2. Обкататься по отв. Ø120H8*;</p> <p>3. Фрезеровать торец шириной 200* в размер 260±0,5;</p> <p>4. Расфрезеровать отв. Ø120H9 до размера Ø118H12, выдерживая размер 45*;</p> <p>5. Расточить отв. Ø120H9, выдерживая размер 45*;</p> <p>6. Расфрезеровать фаску 2x45 по Ø120H9;</p>	Горизонтально-расточной станок мод. WRD 150 (Q)

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3
	Позиция 2, В=180°. 7. Повернуть стол станка на 180°; 8. Фрезеровать торец шириной 140* в размер 503,5±3,5 9. Расфрезеровать отв. Ø120Н9 до размера 118Н12, ii- выдерживая размер 45*; 10. Расточить отв. Ø120Н9, выдерживая размер 45* 11. Расфрезеровать фаску 2x45° по Ø120Н9; 12. Снять деталь	
020	Слесарная 1. Острые кромки притупить.	
030	Контроль детали.	

В базовом технологическом процессе для обработки применяются как, и 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, корпус обрабатывается за две операций с большим количеством переустановок;

- используется низкопроизводительный режущий инструмент, большое количество стандартного мерительного инструмента.

При разработке технологического процесса в курсовом проекта необходимо использовать, по возможности, более современные станки, что позволит повысить точность и качество поверхности.

Необходимо применять прогрессивные конструкции режущих инструментов и инструментальных материалов.

## 2 Расчет и аналитика

2.1 Наименование отверстия и область повышения применения редуктора разработки.

Тема Выпускного квалификационного работа «Совершенствование технологического процесса изготовления картер переднего моста». Служит картера переднего моста для крепления в нем редуктора, ванны для смазки редуктора, полуосей, дифференциала и поворотных кулаков.

### 2.1.1 Основание для разработки.

Основанием для разработки Выпускного квалификационного работа является задание на проектирование технологического процесса механической обработки с целью улучшения базового технологического процесса. Также необходимо учесть стоимость получаемого изделия, правильно подобрав оборудование, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации оборудования. В условиях рыночной экономики от внедрения технологических процессов требуется прогрессивность, повышенная производительность работы выпускаемого изделия, повышение качества выпускаемого изделия. Кроме того, требуется разработка технологических процессов в кратчайшие сроки, что не может быть достигнуто без применения автоматизированных средств проектирования и подготовки производства.

### 2.1.2 Цель и назначение разработки.

Целью проектирования является разработка технологического процесса механической обработки картера, в котором должны быть устранены все недостатки, выявленные в процессе анализа базового технологического процесса, с применением оборудования,

соответствующего типу производства. Разрабатываемый технологический процесс должен обеспечить требуемую по чертежу точность изготовления при минимальной себестоимости изготовления изделия.

Одной из главных задач при проектировании нового технологического процесса является оптимальный выбор в соответствии с годовой программой выпуска заготовки, обеспечивающей при минимальных затратах на ее изготовление минимальный объем механической обработки.

## 2.2 Технологическая часть.

### 2.2.1 Отработка конструкции изделия 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 корпусных деталей. 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.

Для определения количественной оценки технологичности детали используют несколько коэффициентов.

Таблица 2.1 Количественной оценки технологичности

Наименование поверхности	Количество Поверхности, $Q_{\text{э}}$	Количество унифицированных Элементов, $Q_{\text{у.э}}$	Квалитет точности	Параметр Шероховатости, мкм
Ø470	1			
Ø395H9	2	2	9	3,2
380	1			
Ø378	2			
370	2	2		
353	2	2		
350	2	2		6,3
290	2	2		
Ø240	4	4		
230	2	2		
Ø220	4	4		

Продолжение таблицы 2.1

210	2	2		
201	2	2		
180	2	2		
170	2	2		
Ø170H9	10	10	9	2,5
Ø150H9	4	4	9	12,5; 3,2
150	2	2		3,2
Ø140	2	2		
Ø138	4	4		2,5
Ø134	2	2		12,5
130	2	2		6,3
Ø120H8	2	2	8	2,5
116	1			
Ø110	2	2		12,5
110	1			3,2
100	2	2		
100	2	2		6,3
Ø98	2	2		
90	4	4		
85	2	2		
68	2	2		6,3
53	2	2		
Ø50	1			3,2
48	2	2		
38	4	4		
30	2	2		
18	2	2		
16	6	6		
15	2	2		
3	1			
5...15	1			3,2
3×45°	1			12,5
2×45°	20	20		
1×45°	2	2		
45°	4	4		
15°	2	2		
Сфера R219	1			
R100	2	2		
R80	4	4		
R78	2	2		
R50	2	2		

Продолжение таблицы 2.1

R35	4	4		
R20	8			
55min	2	2		6,3
32min	13	13		12,5
1150	1			
575	2	2		
520	1			
503,5	1			6,3
430	1			
380	2	2		
275	1			
260	1			
253	2	2		12,5
245	2	2		12,5
239		4		5
210	4	2		12,5
205	2	2		12,
185	2	2		
178	2	2		12,5
160	2	4		
134	4	2		12,5
Ø120H9	2	2		
120	2		9	
118	1	2		
112	2	2		
Ø105	2	2		
58	2	2		
55	2	2		
50	2	2		
40	2			
20	1	3		
18	3	2		
16	2			
15	1	2		
5	2	2		
4	1	13		
13 отв.	13			
M6×1,5-7H				
3×45°	2			
2×45°	1			
67°30'	1	2		
22°30'	2	2		

Продолжение таблицы 2.1

R110	2	2		
R100	2	2		
R50	2			
R35	1	3		
R25	3	3		
R20	3			
R12	1			
G1-B	1	74		
Итого:	101			

Коэффициент унификации конструктивных элементов детали (должен быть больше 0,6):

$$K_y = \frac{Q_{y.э}}{Q_э}, \quad (2.1)$$

где  $Q_{y.э}$  – количество унифицированных элементов;

$Q_э$  – количество поверхностей.

$$K_y = \frac{74}{101} = 0,73.$$

Полученное значение коэффициента технологичности унификации конструктивных элементов детали показывает, что деталь является технологичной.

Коэффициент точности обработки определяется по формуле:

$$K_{т.ч} = 1 - \frac{1}{A_{ср}} \geq 0,8, \quad (2.2)$$

$$K_{т.ч} = 1 - \frac{1}{7,35} = 0,86 > 0,8.$$

где  $A_{ср}$  – средний квалитет точности.

$$A_{ср} = \frac{n_1 + 2 \cdot n_2 + 3 \cdot n_3 + \dots + 19 \cdot n_{19}}{\sum_{i=1}^{19} n_i}, \quad (2.2)$$

$$A_{ср} = \frac{6 \cdot 3,2 + 6 \cdot 6,3 + 1 \cdot 2,5 + 7 \cdot 12,5}{20} = 7,35.$$

В этой формуле  $n_i$  – число поверхностей детали точностью соответственно по 1...9-му квалитетам.

По этому показателю деталь является технологична, так как  $K_{т.ч} > 0,8$ .

### 2.2.2 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 литьё в песчаное – глинистые форм с машинной формовкой, во втором случае литьё в песчаное – глинистые форм с ручной формовкой

Используя рекомендации [1] и ГОСТ Р 53464-2009 проектируем заготовку.

### 2.2.3 Литьё в песчаное – глинистые форм с машинной формовкой.

Материал – Сталь 08ГДНФЛ - II ГОСТ 977 – 88.

Таблица 2.2 - Нормы точности отливки и ряд припусков на механообработку.

Определяемый параметр	Перечень приложений и таблиц	Принятое значение
Класс размерной точности отливок	Табл. 9 с примечаниями	10
Степень коробления элемента отливок	Табл. 10 с примечаниями	3
Степени точности поверхностей отливок	Табл. 11 с примечаниями	15
Шероховатость поверхностей отливок	Табл. 12 с примечаниями	Ra=50 мкм
Класс точности массы отливок	Табл. 13 с примечаниями	13
Допуск смещения отливки по плоскости разъема в диаметральном выражении, мм	Табл. 1	3,2
Допуск смещения, вызванный перекося стрелы, в диаметральном выражении, мм	Табл. 1	
Допуск неровностей поверхностей отливки, мкм	Табл. 3	1,2
Допуск массы отливки, %	Табл. 4	20
Ряд припусков на обработку отливки	Табл. 14 с примечаниями	8

Таблица 2.3– Размеры заготовки

Размер детали	Допуск размеров отливок, не более, для классов точности 10	Общий припуск на сторону, мм не более, для ряда припуска отливки 8	Общий припуск	Размеры заготовки
Ø 395Н9	4	5,4	10,8	384
L=110±1	3,2	4,3	4,3	114
L=353±0,5	4	5,4	10,8	364
Ø 110±1	3,2	2,9	5,8	104
Ø 120Н8		8	16	104
Ø 134		15	30	104
Ø 150	3,2	2,9	5,8	144
Ø 170Н9		13	26	144

Продолжение таблицы 2.3

Ø 150Н9	3,2	3	6	144
Ø 170Н9		13	26	144
L=352	1,20	2,5	2,5	354
Ø 105	3,2	2,9	5,8	99

Находим дополнительные припуски.

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

Формовочный уклон по ГОСТ 3212-80 тип I.

Масса детали равна 250 кг.

Выбор варианта производства заготовок.

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок:

$$C_{\text{заг}} = \alpha_i \cdot Q_i \cdot m_{\text{би}}, \quad (2.3)$$

где  $Q_i$  – масса материала по варианту, кг.;

$m_{\text{би}}$  – стоимость одного килограмма заготовки, изготовленной базовым способом, 77,3 руб/кг;

$$C_{\text{заг1}} = 1,07 \cdot 333,3 \cdot 77,3 = 27\,570 \text{ руб.}$$

$\alpha_i$  – коэффициент относительной 1 кг. заготовки:

Из приложения В. выбираем значение коэффициента для заготовок

$$\alpha_i = k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\text{П}}, \quad (2.4)$$

где  $k_T$  – коэффициент, зависящий от класса точности заготовки, 1:

$k_C$  – от группы сложности, 1,20;

$k_B$  – от массы заготовки, 0,74;

$k_M$  – от марки материала, 1,21;

$k_{\text{П}}$  – от объема производства, 1.

$$\alpha_1 = 1 \cdot 1,20 \cdot 0,74 \cdot 1,21 \cdot 1 = 1,07.$$

Величина  $Q_i$  оценивается по формуле:

$$Q_i = \frac{Q_{\partial}}{k_{\text{нми}}}, \quad (2.5)$$

где  $Q_d$  масса детали рабочими чертежу, кг.;

$k_{имi}$  – средний коэффициент использования материала для выбранного для метод получения заготовки, 0,75.

$$Q_1 = \frac{250}{0,75} = 333,33 \text{ кг.}$$

#### 2.2.4 Литье в песчаное – глинистые форм с ручной формовкой.

Материал – Сталь 08ГДНФЛ - II ГОСТ 977 – 88.

Таблица 2.4 – Нормы точности отливки и ряд припусков на механообработку

Определяемый параметр	Перечень приложений и таблиц	Принятое значение
Класс размерной точности отливок	Табл. 9 с примечаниями	11
Степень коробления элемента отливок	Табл. 10 с примечаниями	4
Степени точности поверхностей отливок	Табл. 11 с примечаниями	18
Шероховатость поверхностей отливок	Табл. 12 с примечаниями	Ra=100 мкм
Класс точности массы отливок	Табл. 13 с примечаниями	10
Допуск смещения отливки по плоскости разъема в диаметральном выражении, мм	Табл. 1	5
Допуск смещения, вызванный перекося стржня, в диаметральном выражении, мм	Табл. 1	
Допуск неровностей поверхностей отливки, мкм	Табл. 3	2,4
Допуск массы отливки, %	Табл. 4	6,4
Ряд припусков на обработку отливки	Табл. 14 с примечаниями	10

Таблица 2.5 – Размеры заготовки.

Размер детали	Допуск размеров отливок, не более, для классов точности	Общий припуск на сторону, мм не более, для ряда припуска отливки	Общий припуск	Размеры заготовки
	11	10		
Ø 395Н9	6,4	8,5	17	378
L=110±1	5	7,3	14,6	117
L=353±0,5	6,4	8,5	17	370
Ø 110±1	5	4,8	9,6	100
Ø 120Н8		10	20	100
Ø 134		17	34	100
Ø 150	5	4,8	9,6	140
Ø 170Н9		10	30	140
Ø 150Н9	5	7,3	14,6	135
Ø 170Н9		17,5	35	135
L=357	2	4	4	361
Ø 105	5	4,8	9,6	95

Находим дополнительные припуски.

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

Формовочный уклон по ГОСТ 3212-80 тип I.

Масса детали равна 250 кг.

Выбор варианта производства заготовок.

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок:

$$C_{\text{заг}} = \alpha_i \cdot Q_i \cdot m_{6i}, \quad (2.6)$$

где  $Q_i$  – масса материала по варианту, кг.;

$m_{6i}$  – стоимость одного килограмма заготовки, изготовленной базовым способом, 77,3 руб/кг;

$$C_{\text{заг}2} = 1,07 \cdot 431 \cdot 77,3 = 35\,648,4 \text{ руб.}$$

$\alpha_i$  – коэффициент относительной 1 кг. заготовки:

Из приложения В. выбираем значение коэффициента для заготовок

$$\alpha_i = k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_P, \quad (2.7)$$

где  $k_T$  – коэффициент, зависящий от класса точности заготовки, 1;  
 $k_C$  – от группы сложности, 1,20;  
 $k_B$  – от массы заготовки, 0,74;  
 $k_M$  – от марки материала, 1,21;  
 $k_P$  – от объёма производства, 1.

$$\alpha_2 = 1 \cdot 1,20 \cdot 0,74 \cdot 1,21 \cdot 1 = 1,07.$$

Величина  $Q_2$  оценивается по формуле:

$$Q_i = \frac{Q_\partial}{k_{имi}}, \quad (2.8)$$

где  $Q_\partial$  масса детали рабочими чертежу, кг.;  
 $k_{имi}$  – средний коэффициент использования материала для выбранного для метод получения заготовки, 0,58.

$$Q_2 = \frac{250}{0,58} = 431.$$

Определяем экономический эффект от выбранного ii- метода получения заготовки на программу ii- выпуска:

$$\mathcal{E} = (C_{заг1} - C_{заг2}) \cdot N, \quad (2.9)$$

$$\mathcal{E} = (35648,4 - 27570) \cdot 160 = 1\,292\,544 \text{ руб.}$$

Окончательно принимаем первый метод получения заготовки как базовый

## 2.2.5 Составление технологического маршрута обработки.

Структура процесса механической обработки корпуса представлена в таблице (1.10)

Таблица 2.6 – Технологический маршрут механической обработки детали.

№ операции	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования
1	2	3
005	<p>Универсальный фрезерный станок</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь, закрепить ;</li> <li>2. Фрезеровать 2 торца Ø 220 в размер 360 мм;</li> <li>3. Фрезеровать торец Ø 50 в размер 352 мм;</li> <li>4. Снять деталь.</li> </ol>	<p>Универсальный фрезерный станок ХКВ715</p>
010	<p>Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь, закрепить;</li> <li>2. Фрезеровать 2 торца Ø 220 в размер 356 мм;</li> <li>3. Фрезеровать 2 торца Ø 220 в размер 354 мм;</li> <li>4. Фрезеровать торец Ø 470 в размер 111 мм;</li> <li>5. Фрезеровать торец Ø 470 в размер 110±1 мм;</li> <li>6. Фрезеровать выступ 50 в размер 110±0,1 мм;</li> <li>7. Центровать 14 отв.;</li> <li>8.Сверлить 13 отверстие в размеры п/р Ø18<sup>+0,3</sup>, 36 мм*;</li> <li>9. Зенковать 13 фасок в размер 2x45° по Ø 18<sup>+0,3</sup>;</li> <li>10. Нарезать 13 резьбу в размер Ø 18<sup>+0,3</sup>, 32 min;</li> <li>11. Сверлить отв. п/р Ø50<sup>+0,28</sup> в размер 19*;</li> <li>12. Зенковать фаску 2x45° по Ø 50<sup>+0,27</sup>;</li> <li>13. Нарезать резьбу</li> </ol>	<p>Продольный фрезерно-расточной станок SPF-2010</p>

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3
	<p>14. Расточить 2 отверстие в размеры <math>\varnothing 150^{+2}</math>, 66,5 мм;</p> <p>15. Расточить 2 отверстие в размер <math>\varnothing 160</math>, <math>53^{+0,74}</math> мм;</p> <p>16. Расточить 2 отверстие в размер <math>\varnothing 169</math>, <math>53^{+0,74}</math> мм;</p> <p>17. Расточить 2 отверстие в размер <math>\varnothing 170H9</math>, <math>53^{+0,74}</math> мм</p> <p>18. Фрезеровать 2 фаски в размер <math>2 \times 45^\circ</math> по <math>\varnothing 170H9</math>;</p> <p>19. Расточить отверстие в размеры <math>\varnothing 393H10</math>, 36 мм;</p> <p>20. Расточить отверстие в размеры <math>\varnothing 395H9</math>, 36 мм;</p> <p>21. Фрезеровать фаску в размер <math>3 \times 45^\circ</math> по <math>\varnothing 395H9</math>;</p> <p>22. Снять деталь.</p>	
015	<p>Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ</p> <p>1. Установить деталь, закрепить;</p> <p>2. Фрезеровать 2 торца <math>\varnothing 220</math> в размер 353 мм;</p> <p>3. Расточить 2 отверстие в размеры <math>\varnothing 150H9</math>, 127 мм;</p> <p>4. Фрезеровать фаску в размеры <math>2 \times 45^\circ</math> по <math>\varnothing 150H9</math>;</p> <p>5. Расточить 2 отверстие в размеры <math>\varnothing 160H10</math>, <math>100^{+0,87}</math>;</p> <p>6. Расточить 2 отверстие в размеры <math>\varnothing 169H10</math>, <math>100^{+0,87}</math>;</p> <p>7. Расточить 2 отверстие в размеры <math>\varnothing 170H10</math>, 100min;</p>	<p>Вертикальный фрезерный станок с ЧПУ Leadwell MCV-1500i</p>

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3
	<p>8. Фрезеровать 2 фаски в размер 2,25x45°</p> <p>9. Расточить отверстие в размер G3/4-B, 19*;</p> <p>10. Нарезать резьбу отверстие в размер G3/4-B, 19*;</p> <p>11. Фрезеровать фаску в размер 2,25x45° по G3/4-B;</p> <p>12. Снять деталь</p>	
020	<p>Фрезерно-расточная с ЧПУ</p> <p>Позиция 1</p> <p>1. Установить деталь, закрепить;</p> <p>2. Расточить отверстие в размер Ø110 на проход;</p> <p>3. Расточить отверстие в размеры Ø116, 48<sup>+0,3</sup> мм;</p> <p>4. Расточить отверстие в размеры Ø119H10, 48<sup>+0,3</sup> мм;</p> <p>5. Расточить отверстие в размеры Ø120H8, 48<sup>+0,3</sup> мм;</p> <p>6. Фрезеровать фаску в размеры 1x45° по Ø120H8;</p> <p>7. Расточить отверстие в размеры Ø129 выдерживая размер 130<sup>+0,5</sup>;</p> <p>8. Расточить отверстие в размеры Ø134 выдерживая размер 130<sup>+0,5</sup>;</p> <p>Позиция 2</p> <p>9. Повернуть стол с деталью на угол 180°;</p> <p>10. Расточить отверстие в размер Ø110 на проход;</p> <p>11. Расточить отверстие в размеры Ø116, 48<sup>+0,3</sup> мм;</p> <p>12. Расточить отверстие в размеры Ø119H10, 48<sup>+0,3</sup> мм;</p>	<p>Горизонтально-расточный станок равна станок условий модели нормы гр130</p>

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3
	<p>13. Расточить отверстие в размеры <math>\text{Ø}120\text{H}8</math>, <math>48^{+0,3}</math> мм;</p> <p>14. Фрезеровать фаску в размеры <math>1 \times 45^\circ</math> по <math>\text{Ø}120\text{H}8</math>;</p> <p>15. Расточить отверстие в размеры <math>\text{Ø}129</math> выдерживая размер <math>130^{+0,5}</math>;</p> <p>16. Расточить отверстие в размеры <math>\text{Ø}134</math> выдерживая размер <math>130^{+0,5}</math>;</p> <p>Позиция 3</p> <p>19. Фрезеровать торец в размер <math>200</math>, <math>520 \pm 2</math> мм;</p> <p>20. Расточить отверстие в размеры <math>\text{Ø}110</math>, <math>45</math> мм;</p> <p>21. Расточить отверстие в размеры <math>\text{Ø}115</math>, <math>45</math> мм;</p> <p>22. Расточить отверстие в размеры <math>\text{Ø}119\text{H}10</math>, <math>45</math> мм;</p> <p>23. Расточить отверстие в размеры <math>\text{Ø}120\text{H}9</math>, <math>45</math> мм;</p> <p>24. Фрезеровать фаску в размер <math>2 \times 45^\circ</math> по <math>\text{Ø}120\text{H}9</math>;</p> <p>Позиция 4</p> <p>25. Повернуть стол с деталью на угол <math>180^\circ</math>;</p> <p>26. Фрезеровать поверхность М, К, Л;;</p> <p>27. Фрезеровать торец в размер <math>200</math>, <math>520 \pm 2</math> мм;</p> <p>28. Расточить отверстие в размеры <math>\text{Ø}110</math>, <math>45</math> мм;</p> <p>29. Расточить отверстие в размеры <math>\text{Ø}115</math>, <math>45</math> мм;</p> <p>30. Расточить отверстие <math>ii</math>- в размеры <math>\text{Ø}119\text{H}10</math>, <math>45</math> мм;</p> <p>31. Расточить отверстие в размеры <math>\text{Ø}120\text{H}9</math>, <math>45</math> мм;</p> <p>32. Фрезеровать фаску в размер <math>2 \times 45^\circ</math> по <math>\text{Ø}120\text{H}9</math>;</p>	

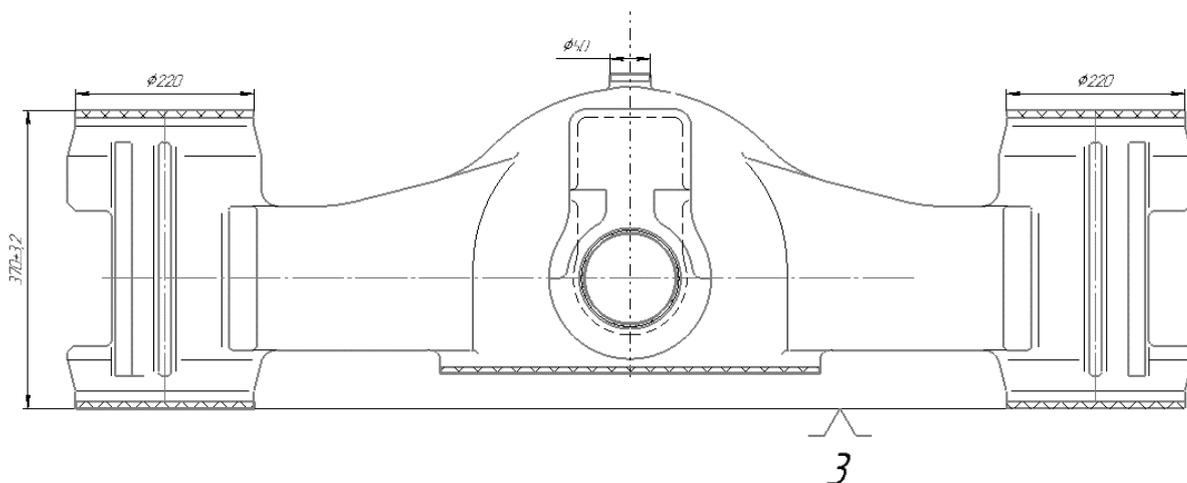
Продолжение таблицы 2.6

	33. Снять фрезерной деталь	
025	Слесарная 1. Острые кромки притупить; 2. Нанести маркировку на бирке;	Верстак
030	Контроль детали.	

2.2.6 Выбор технологических баз.

005 Универсальный фрезерный станок ХКВ715

Базирование заготовки осуществляется по плоскости, лишаем три степень свободы. В этом операции не обязательно лишать шесть степень свободы так как мы здесь готовим чистовую базу.



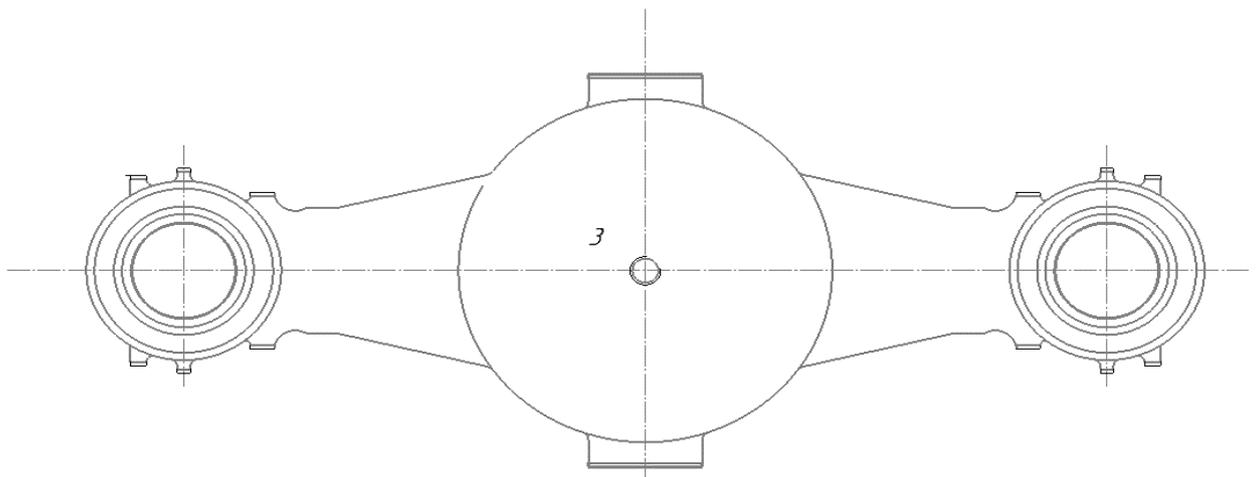


Рисунок 2.1 – Схема установки для 005 операции.

### 010 Продольный фрезерно-расточной станок.

Базирование заготовки осуществляется по плоскости, в одну сторону лишаем с помощью неподвижной призмы а другой стороне лишаем подвижно призмой.

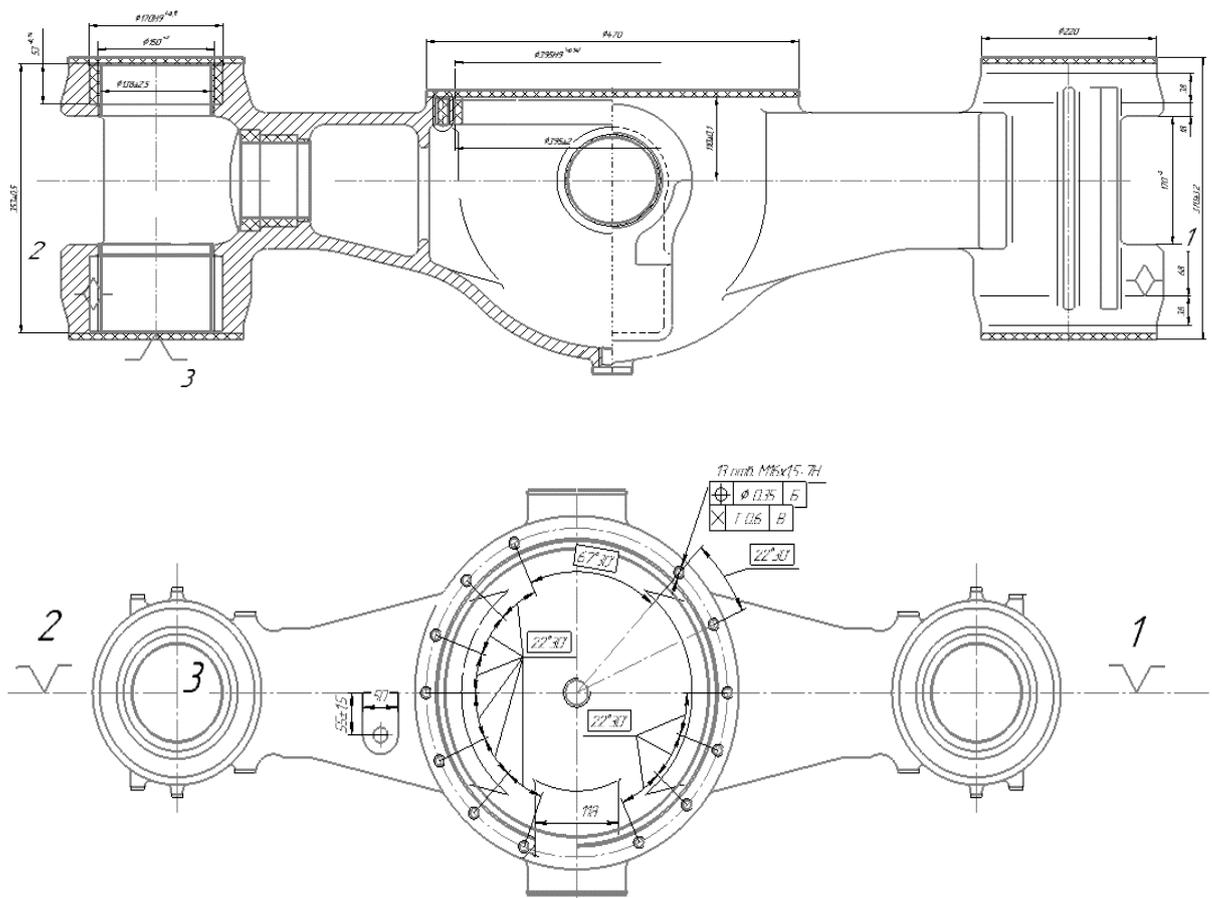


Рисунок 2.2 – Схема установки для 010 операции

### 015 Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ.

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и отверстию. В одно базовое отверстие входит цельный (цилиндрический) палец. Во второе базовое отверстие входит срезанный (ромбический) палец. Во третьем части осуществляется прижимными. Погрешность базирования равна 0, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

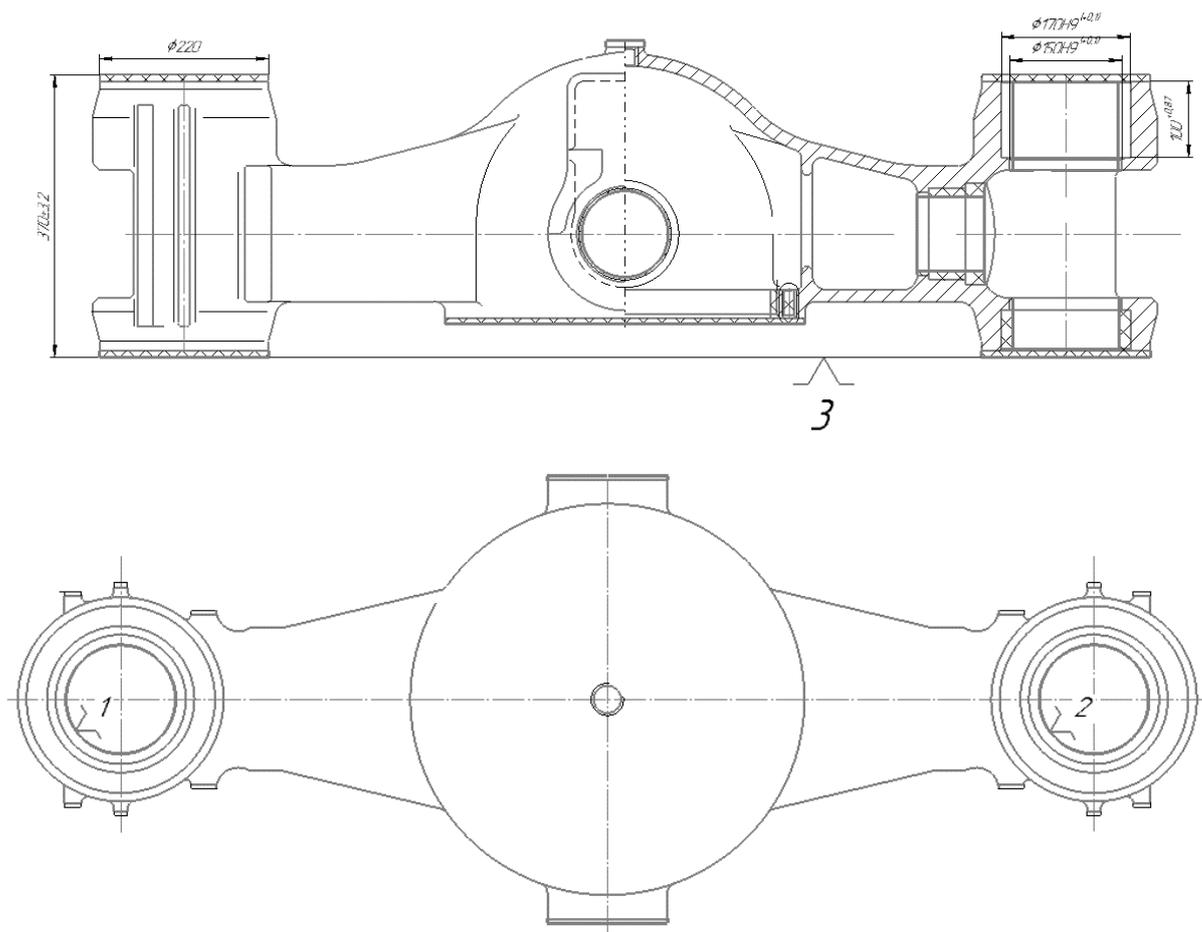


Рисунок 2.3 – Схема установки для 015 операции

### 015 Фрезерно-расточная с ЧПУ

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и отверстию. В одно базовое отверстие входит цельный (цилиндрический) палец. Во второе базовое отверстие входит срезанный (ромбический) палец. Во третьем части осуществляется прижимными. Погрешность базирования равна 0, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают

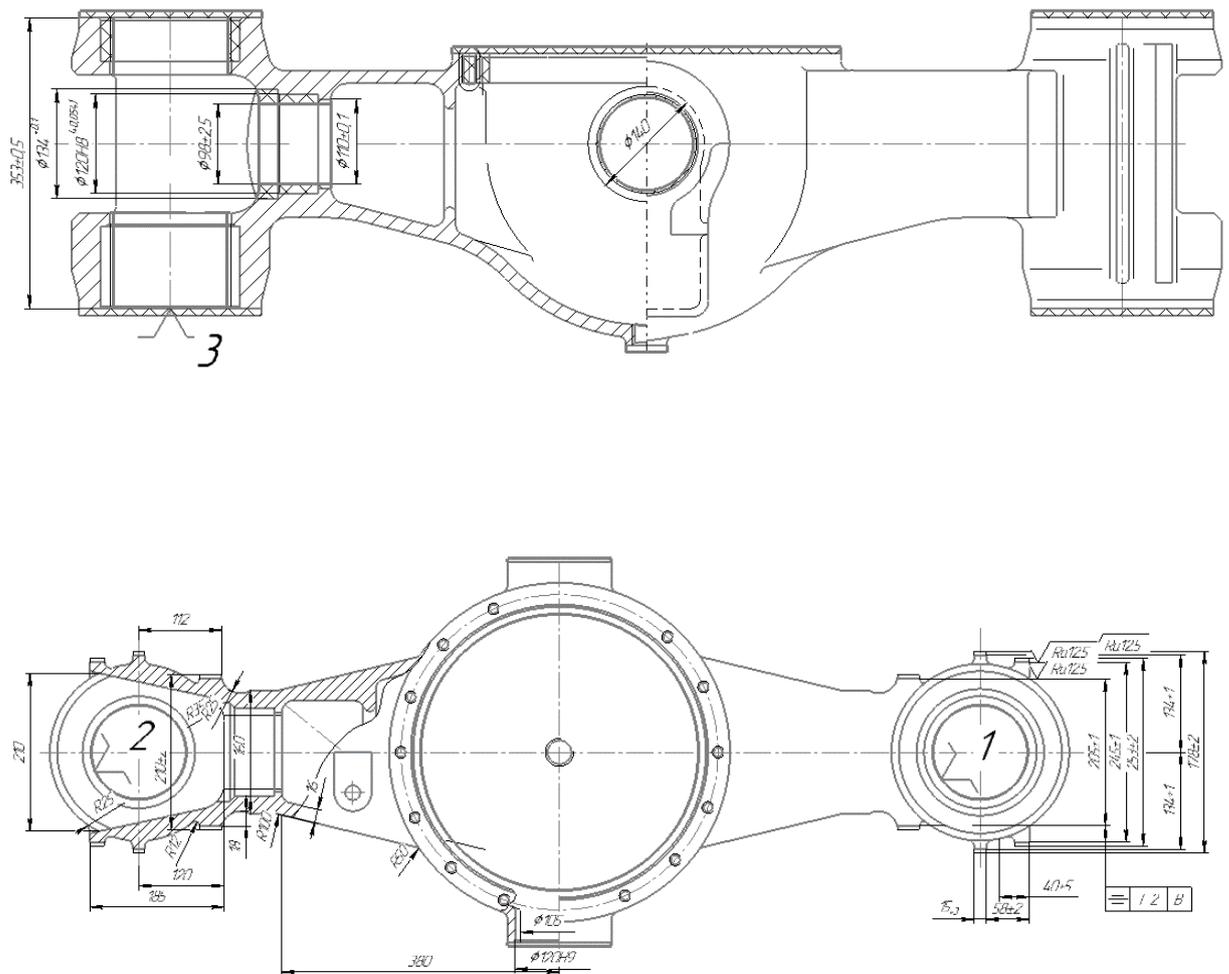


Рисунок 2.4 – Схема установки для 020 операции

## 2.2.7 Выбор оборудования и средств технологического оснащения.

Выбор оборудования

005 Универсальный фрезерный станок ХКВ715

Таблица 2.7 – Технические характеристики станка ХКВ715

Параметры	Ед.	ХКВ715
Рабочий ход стола (X, Y)	мм	1500 x 1000
Размер стола	мм	2100 x 800
Число/Ширина/Длина Т-образного паза		4/20/100
Макс. нагрузка на рабочий стол	кг	2000

Продолжение таблицы 2.7

Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола	мм	0-650
Расстояние от оси шпинделя до вертикальной направляющей	мм	610
Расстояние от оси шпинделя до поверхности стола	мм	8-660
Конус шпинделя		ISO 50 (7:24)
Частота оборотов шпинделя	Об./мин	35 - 1345
Мощность двигателя шпинделя	кВт	7,5
Скорость подачи (X,Y)	мм/мин	2,5 - 3000
Скорость подачи (Z)	мм/мин.	2,5 - 2500
Точность координатного перемещения	мм	+0.04
Точность повторного координатного перемещения	мм	±0.02
Общие размеры	мм	3650 x 2380 x 2750
Вес станка	кг	7300



Рисунок 2.5 – Универсальный фрезерный станок XKW715

## 010 Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ

### Продольный фрезерно-расточной станок SPF-2010

Таблица 2.8 – Технические характеристики станка SPF-2010

Параметры	Ед.	ФС180МФ3
Рабочий ход стола (X, Y,Z)	мм	2000/3000/4000
Размер стола	мм	3000x1000
Промежуток (мм) x Ширина (мм)x Количество Т-образных пазов (шт)		160x22x5
Макс. нагрузка на рабочий стол	кг	4000
Расстояние от оси шпинделя до направляющих колонны	мм	1440
Подача рабочего стола	мм/мин	1050
Угол поворота фрезерной головы		$\pm 35^\circ$
Конус шпинделя (7:24)		7:24 ISO50
Частота оборотов шпинделя	Об./мин	82-505
Мощность двигателя шпинделя	кВт	7,5
Общие габариты	мм	9000x3200x2550



Рисунок 2.6 – Продольный фрезерно-расточной станок SPF-2010

015 Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ

Вертикальный фрезерный станок с ЧПУ Leadwell MCV-1500i

Таблица 2.9 – Технические характеристики станка Leadwell MCV-1500i

Серия	MCV серия
Размеры станка (ДхШхВ), мм	3820х4365х3006
Перемещение по оси Y, мм	760
Перемещение по оси Z, мм	720
Вес станка, кг	11000
Тип направляющих	Скольжение
Перемещение по оси X, мм	1520
Конус шпинделя	BT50
Суммарная потребляемая мощность, кВА	35
ЧПУ	Fanuc 0i-M
Расстояние от оси шпинделя до колонны, мм	760
Размер стола, мм	1550х750
Допустимая нагрузка, кг	1300
Скорость вращения шпинделя, об/мин	4000
T-пазы, мм	18Тх125х6
Диаметр внутреннего подшипника шпинделя, мм	90
Максимальная скорость рабочей подачи, м/мин	5
Количество мест в магазине, шт	24
Максимальный диаметр инструмента, мм	100
Максимальная длина инструмента, мм	300
Мощность двигателя привода шпинделя, кВт	18.5
Мощность двигателей приводов по осям X/Y/Z, кВт	4/4/7
Примечания	* данные могут быть изменены
Производитель	Leadwell



Рисунок 2.7 – Вертикальный фрезерный станок с ЧПУ Leadwell MCV-1500i

020 Фрезерно-расточная с ЧПУ

Горизонтально-расточной станок мод. ГР130

Таблица 2.10 – Технические характеристики станка ГР130

Серия	MCV серия
Размеры станка (ДхШхВ), мм	7520x4560x4085
Максимальная допустимая нагрузка, кг	10000
Диаметр шпинделя, мм	130
Скорость вращения, об/мин	6,6 - 755
Количество скоростей	18
Конус шпинделя	ISO50
Максимальное растачиваемое отверстие с помощью шпинделя, мм	350
Мощность двигателя шпинделя, кВт	15
Максимальный крутящий момент, Нм	3140
Ход ползуна, мм	200
Максимальное растачиваемое отверстие с помощью планшайбы, мм	700
Максимальный крутящий момент, Нм	4900

Пролжение таблицы 2.10

Поперечное перемещение по оси X, мм	2000
Вертикальное перемещение по оси Y, мм	1600 (2000)
Продольное перемещение, ось Z, мм	2000 (1200 с задней стойкой)
Выдвижение шпинделя, ось W, мм	900
Поворот стола, град	360°
Рабочие подачи, об/мин	0,04-6
Количество ступеней подач	12
Длина, мм	7520
Ширина, мм	456
Высота, мм	4085
Масса, кг	36500



Рисунок 1.8 – Горизонтально-расточной станок мод. ГР130

## 2.2.8 Выбор технологической оснастки

Таблица 2.11 – Технологическая оснастка.

Номер операции	Оснастка
1	2
005	<p>Фреза R245-125Q40-12Н фирмы Sandvik Coromant;                      Пластина R245-12 Т3 Е-ML 1025 фирмы Sandvik Coromant;                      Оправка 392.54005С4040055М фирмы Sandvik Coromant;                      Линейка инструмеа ЛТ-1-500 ГОСТ округленный 882-75;                      Очки О ГОСТ время 12.4.013-85;                      Тара 505-190.</p>
010	<p>Фреза R245-125Q40-12Н фирмы Sandvik Coromant;                      Пластина R245-12 Т3 М-РН 4220 фирмы Sandvik Coromant;                      Оправка 392.55805С5040055 фирмы Sandvik Coromant;                      Фреза 345-250Q60-13Н фирмы Sandvik Coromant;                      Пластина 345R-1305М-РН 4220 фирмы Sandvik Coromant;                      Оправка 392.55805-5060080 фирмы Sandvik Coromant;                      Фреза R210-066С6-09М фирмы Sandvik Coromant;                      Пластина R210-09 04 12М-РМ 4220 фирмы Sandvik Coromant;                      Оправка С6-390В.540-40 085 фирмы Sandvik Coromant;                      Центровка 2317-0105                      Сверло 460.1-1800-054А0-ХМ GC34 фирмы Sandvik Coromant;                      Оправка 930-В50-S-20-108 фирмы Sandvik Coromant;                      Зенковка 2353-0111 ГОСТ 14953-80;                      Метчик Т300-ХМ100ДК-3/4 В110 фирмы Sandvik Coromant;                      Скорость</p>

Продолжение таблицы 2.11

1	2
	<p>Оправка для метчика 970-B50-20-125 фирмы Sandvik Coromant;</p> <p>Сверло со сменной пластиной 880-D2400L25-02 фирмы Sandvik Coromant;</p> <p>Пластина 880-05 03 05H-C-GR 1044 фирмы Sandvik Coromant;</p> <p>Патрон 930-BB50-HD-25-106 фирмы Sandvik Coromant;</p> <p>Зенковка 2353-0113 ГОСТ 14953-80;</p> <p>Метчик T300-ХМ100DK-3/4 В110 фирмы Sandvik Coromant;</p> <p>Черновая расточной инструмент BR20D-150CC12F-C8M Ø115-150 мм фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Пластина CCMT 12 04 12-PR 4335 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Оправка C8-390.558-50 070 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Черновая расточной инструмент 820-200CN19-C8 Ø148-200 мм фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Пластина CNMG 19 06 16-PR 4335 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Чистовая расточной инструмент 826-207TC11-C8HP Ø154,35-207,65 мм фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Пластина TCGX 11 03 04L-WK 1125 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Метчик E245M18 фирмы Sandvik Coromant;</p> <p>Оправка для метчика 970-B50-20-125 фирмы Sandvik Coromant;</p> <p>Расточная и- инструмент 820-460CN19 Ø378-460 мм Sandvik Coromant;</p> <p>Пластина CNMG 19 06 16-PR 4335 392.410XL-10040 080</p>

Продолжение таблицы 2.11

1	2
015	<p>Фреза R245-125Q40-12H фирмы Sandvik Coromant;</p> <p>Пластина R245-12 T3 E-ML 1025 фирмы Sandvik Coromant;</p> <p>Оправка 392.55823-5040115 фирмы Sandvik Coromant;</p> <p>Черновая расточной инструмент BR20D-150CC12F-C8M; Ø115-150 мм фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Пластина CNMG 19 06 16-PR 4335 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Оправка C8-390.558-50 070 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Черновая расточной инструмент 820-200CN19-C8 Ø148-200 мм фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Пластина CNMG 19 06 16-PR 4335 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Чистовая расточной инструмент 826-207TC11-C8HP Ø154,35-207,65 мм фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Пластина TCGX 11 03 04L-WK 1125 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Фреза для обработки фасок CoroMill® 495-025EH25-4509H;</p> <p>Патроны CoroChuck™ 935 с цилиндрическим хвостовиком с лысками 935-L40-EF20-070;</p> <p>Оправка 392.55805-5060080 фирмы Sandvik Coroman</p> <p>Расточной инструмент BR20D-29CC06F-C4L Ø 23-29 мм фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Пластина СКМТ 06 02 08-УМ 4325 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Метчик T200-ХМ100ДК-3/4 Б110 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Оправка для метчика 970-BB50-20-125 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-II-250-630-0,1-1 ГОСТ 166-89</p> <p>Шаблон специальный для измерения фасок</p>

Продолжение таблицы 2.11

1	2
020	<p>Черновая расточная инструмент BR20D-116CC12F-C8M Ø 89-116 мм фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Пластина TCMT 16 T3 12-PR 4335 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Черновая расточная инструмент BR20D-150CC12F-C8M Ø 115-150 мм фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Пластина ii- TCMT 16 T3 12-PR 4335 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Чистовая расточной инструмент 825D-137TC11U-C6M Ø 106-137 мм фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Пластина TCGX 11 03 04L-WK 1125 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Фреза для обработки фасок CoroMill® 495-025EH25-4509H;</p> <p>Патроны CoroChuck™ 935 с цилиндрическим хвостовиком с лысками 935-L40-EF20-070;</p> <p>Оправка I50-QC-C8-135 фирмы Sandvik Coroman;</p> <p>Чистовая расточной инструмент 826-207TC11-C8HP Ø154,35-207,65 мм фирмы Sandvik Coroman</p> <p>Фреза R245-125Q40-12H фирмы Sandvik Coromant;</p> <p>Пластина R245-12 T3 E-ML 1025 фирмы Sandvik Coromant;</p> <p>Оправка 392.55823-5040115 фирмы Sandvik Coromant;</p> <p>Шаблон специальный для измерения фасок</p> <p>Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89</p> <p>Нутромер НИ 100-116-1 ГОСТ 868-82</p> <p>Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85</p>

### 2.2.9 Расчет припусков под обработку.

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

Расчёт 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.

Припуск на диаметр при обработке наружных или внутренних поверхностей вращения:

$$2Z_{i \min} = 2 \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{\Sigma i-1})^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right), \quad (2.10)$$

где  $Z_{i \min}$  - минимальный припуск

$Rz_{i-1}$  - высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

$h_{i-1}$  - глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе (обе обезуглероженный слой).

Для черновая растачивания:

$$2Z_{i \min} = 2 \left( 200 + 300 + \sqrt{1251^2 + 527^2} \right) = 2 \cdot 1857.$$

Для чистовая растачивания:

$$2Z_{i \min} = 2 \left( 50 + 50 + \sqrt{75^2 + 0^2} \right) = 2 \cdot 175.$$

Для тонкая растачивания:

$$2Z_{i \min} = 2 \left( 25 + 25 + \sqrt{62^2 + 0^2} \right) = 2 \cdot 112.$$

$\Delta_{\Sigma i-1}$  - суммарное отклонение расположение поверхности (отклонение от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечений осей !) и в некоторых случаях отклонение формы поверхности (отклонение от плоскостности, прямолинейность на предшествующих переходах мкм)

$\varepsilon_{yi}$ - погрешность установки заготовки на выполняемых переходах.

Суммарное отклонение расположения при обработке отверстий в отливке при базировании на плоскость или при обработке плоскости при базировании по отверстию.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{см}}^2}, \quad (2.11)$$

где  $\Delta_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} \cdot L$  – отклонение плоской поверхности отливки от плоскостности (коробление);

$\Delta_{\text{см}}$  – смещение стержня в горизонтальной или вертикальной плоскости: 1.

$L$  – длина отливки; 1390 мм.

Коробление  $\Delta_{\text{к}}$ , мкм на 1 корпусных деталей: 0,9мм.

Для заготовки:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{1251^2 \cdot 1^2} = 1251.$$

$$\Delta_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} \cdot L = 0,9 \cdot 1390 = 1251.$$

$\Delta_{\Sigma i-1}$  – суммарное значение пространственных отклонений взаимосвязанных поверхностей от правильности формы (коробление, эксцентricность и др.), оставшихся после выполнения предшествующего перехода (суммарное значение пространственных отклонений уменьшается с каждым следующим переходом:  $\Delta_{\Sigma i} = 0,06$ ;  $\Delta_{\Sigma i} = 0,05$ ;  $\Delta_{\Sigma i} = 0,04$ ).

Для черновая растачивания:

$$\Delta_{\Sigma} = 1251 \cdot 0,06 = 75.$$

Для чистовая растачивания:

$$\Delta_{\Sigma} = 1251 \cdot 0,05 = 62.$$

Для тонкая растачивания:

$$\Delta_{\Sigma} = 1251 \cdot 0,04 = 50.$$

Точность и качество поверхности после механической обработке отливки растачивание:

Черновая расточивания Квалитет=12 Rz=50, h=50.

Чистовая растачивания Квалитет=10 Rz=25, h=25.

Тонкая растачивания Квалитет=8 Rz=5, h=5.

Графа «расчётный размер» ( $d_p$ ) заполняется, начиная с конечного, в данном случае чертёжного размера, последовательным прибавлением расчётного минимального припуска каждого технологического перехода.

$$d_p = 120 + 0,054 = 120,054 \text{ – для тонкого растачивания;}$$

$$d_p = 120,054 - 0,224 = 119,83 \text{ – для чистового растачивания;}$$

$$d_p = 119,83 + 0,350 = 119,48 \text{ – для чернового растачивания;}$$

$$d_p = 119,48 + 3,714 = 115,766 \text{ – для заготовок.}$$

Определяем максимальный предельный размер суммой минимального размера и допуска Td:

$$d_{min} = 120 - 0,054 = 119,9 \text{ - для тонкого растачивания;}$$

$$d_{min} = 119,8 - 0,200 = 119,6 \text{ – для чистового растачивания;}$$

$$d_{min} = 119,4 - 0,600 = 118,8 \text{ – для чернового растачивания;}$$

$$d_{min} = 115 - 1,00 = 114 \text{ - для заготовок.}$$

Определяем предельные значения припусков:

$$2Z_{max} = 120 - 118,8 = 4800 \text{ – для тонкого растачивания;}$$

$$2Z_{max} = 118,8 - 119,6 = 800 \text{ – для чистового растачивания;}$$

$$2Z_{max} = 114 - 118,8 = 4800 \text{ – для чернового растачивания;}$$

В таблице 2.12 приведен расчёт припусков на обработку для отверстия  $\text{Ø}120\text{H}8^{(+0,054)}$  Ra = 2,5.

Таблица 2.12 – Припуски на механическую обработку поверхности Ø120Н8

Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min p}$ , мкм	Расчетный максимальный размер $d_p$ , мм	Допуск на изготовление $T_d$ , мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	Rz	h	$\Delta$	E				$d_{\max}$	$d_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Ø120Н8. Заготовка	200	300	1251	527		115,766	1000	115	114		
Растачивание черновое h12	50	50	75	-	$2 \cdot 1857$	119,48	600	119,4	118,8	4800	4400
Растачивание чистовое h10	25	25	62	-	$2 \cdot 175$	119,83	200	119,8	119,6	800	400
Растачивание токое h8	5	5	50	-	$2 \cdot 112$	120,054	54	120	119,9	400	254
	Итого									6000	5054

### 2.3 Расчет режимов резания.

Расчет ре процесса жимов зенкрезания сводим в разработкaблицу 2.2

005 Универсальный фрезерный станок

Фрезеровать 2 торца  $\varnothing 220$  в размер 360 мм;

Фреза R245-125Q40-12H фирмы Sandvik Coromant;

Пластина R245-12 T3 E-ML 1025 фирмы Sandvik Coromant;

Глубина резания  $t=4$

Диаметр заготовок фрезерования  $B = 73,33$ мм;

Назначаем подачу:

$$S_z = 0,15 \text{ об/мин}, [3.7, \text{с.283}];$$

Определяем минутная подачу:

$$S_z \cdot z \cdot n, \quad (2.12)$$
$$0,15 \cdot 8 \cdot 851 = 1021.$$

Подача на оборот:

$$f_n = \frac{S_z}{n}, \quad (2.13)$$
$$f_n = \frac{1021}{851} = 1,19 \text{ мм/об.}$$

Определяется стойкость, мин [3.7,с.290]:

$$T = 180 \text{ мин.}$$

Определяется скорость резания по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (2.13)$$

где  $C_v=332$ ,  $q=0,25$ ,  $m=0,2$ ,  $x=0,1$ ,  $y=0,4$ ,  $u=0,2$ ,  $p=0$  – коэффициент и показатели степени, при сверления, от условия резания [3.7,с.286];

$T$  – стойкость, 180 мин;

$t$  – глубина резания, 4 мм;

$S_{ст}$  – подача, 0,15 мм/об;

$B$  – размер уступа, 120 мм;

$Z$  – число зубьев, 8;

Коэффициент  $K_v$  является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив}, \quad (2.14)$$

где  $K_{MV} = 2,89$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала [3.7,с.261];

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}, \quad (2.15)$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{441}\right)^{-0.9} = 2,89.$$

где  $K_{пв} = 0,82$  – коэффициент, учитывающий состояние ii- поверхности заготовки [3.7,с.263];

$K_{ив} = 1$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента [3.7,с.263];

$$K_v = 2,89 \cdot 0,82 \cdot 1 = 2,37.$$

$$v = \frac{332 \cdot 125^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 4^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 220^{0,2} \cdot 8^0} \cdot 2,37 = 588 \text{ м/мин.}$$

Сила резания определяется по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w}; \quad (2.16)$$

где  $C_p=825$ ,  $x=1$ ,  $y=0,75$ ,  $u=1,1$ ,  $q=1,3$ ,  $w=0,2$  – коэффициент и показатели степени, при фрезеровния [3.7,с.291];

$t$  – глубина резания, 4 мм;

$S_z$  – подача, 0,15 мм/зуб;

$B$  – размер уступа, 220 мм;

$Z$  – число зубьев, 8;

$D$  – диаметр фреза, 125 мм;

$n$  – оборот, об/мин;

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 4^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 220^1 \cdot 8}{125^{1,3} \cdot 851^{0,2}} = 6825 \text{ Н/м.}$$

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000}; \quad (2.17)$$

где  $P_z$  – сила резания, 6825 Н/м;

$D$  – диаметр фрезы, 125 мм;

$$M_{кр} = \frac{6825 \cdot 125}{2 \cdot 1000} = 426 \text{ Н/м.}$$

Определяется частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.18)$$

где  $V$  - скорость резания, м/мин;

$D$  – диаметр заготовки, мм;

$$n = \frac{1000 \cdot 588}{3,14 \cdot 220} = 851 \text{ об/мин.}$$

Определяем время фрезеровании:

$$T_c = \frac{l_m}{f_n \cdot n}, \text{ мин} \quad (2.19)$$

где  $l_m$  – длина обработки, 73,33 мм;

$f_n$  - подача на оборот, 1,19 об/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, 851 об/ми;

$$T_c = \frac{73,33}{1,19 \cdot 851} = 0,072 \text{ мин.}$$

Мощность резания (эффективная), кВт:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (2.20)$$

где  $P_z$  – сила резания, Н/м;

$v$  – скорость резания, м/мин;

$$N_e = \frac{6825 \cdot 588}{1020 \cdot 60} = 65,57.$$

## Сверление

010 Продольный фрезерно-расточной станок

Сверлить отв. п/р  $\text{Ø}50^{+0,28}$  в размер 19\*;

Сверло 460.1-1800-054A0-ХМ GC34 фирмы Sandvik Coromant;

Глубину резания определяется по формуле:

$$t = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 50 = 25 \text{ мм}$$

где  $D$  – диаметр отверстия, мм;

Назначаем подачу  $S$ . Рекомендуемые значения –  $S = 0,49 \dots 0,58$  мм/об принимаем  $S = 0,50$  мм/об [3.7, с.277];

Стойкость  $T$ , мин (в зависимости от типа и диаметра инструмента) [3.7, с.279];

$$T = 50 \text{ мин}$$

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m \cdot S^y}} \cdot K_v \text{ м/мин}, \quad (2.21)$$

где  $C_v = 9,8$ ,  $q = 0,4$ ,  $m = 0,2$ ,  $y = 0,5$  – коэффициент и показатели степени, при сверлении от условия резания [3.7, с. 278];

$T$  – стойкость, 50 мин;

$D$  – диаметр отверстия, 50 мм;

$S_{ст}$  – подача, 0,50 мм/об;

Коэффициент  $K_v$  является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}; \quad (2.22)$$

где  $K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = \left(\frac{750}{441}\right)^{-0,9} = 2,89$  – коэффициент, учитывающий материал изделия [3.7, с.261];

$K_{iv} = 1,0$  – коэффициент, учитывающий глубину сверления [3.7, с.280];

$K_{lv} = 1,0$  – коэффициент, учитывающий инструментальный материал [3.7, с.263];

$$K_v = 2,89 \cdot 1 \cdot 1 = 2,89$$

$$v = \frac{9,8 \cdot 50^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 2,89 = 58 \text{ м/мин},$$

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \text{ Н}; \quad (2.23)$$

где  $C_m = 0,0345$ ,  $q = 2$ ,  $y = 0,8$ , – коэффициент и показатели степени, при сверлении [3.7, с.281];

$t$  – глубина резания, 19 мм;

$D$  – диаметр, 18 мм;

$S$  – подача, 0,50 мм/об;

$K_p$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки [3.7,с.264];

$$K_p = K_{mp}, \quad (2.24)$$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.25)$$

$$K_{mp} = \left( \frac{441}{750} \right)^{0.75} = 0,67.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 18^2 \cdot 0,50^{0,8} \cdot 0,67 = 43 \text{ Н.}$$

Определяется частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}, \quad (2.26)$$

где  $V$  - скорость резания, 58 м/мин;

$D$  – диаметр сверла, 18 мм;

$$n = \frac{1000 \cdot 58}{3,14 \cdot 18} = 1026 \text{ об/мин}$$

Определяем время фрезеровании:

$$T_c = \frac{l_m}{f_n \cdot n}, \text{ мин}, \quad (2.27)$$

где  $l_m$  – длина обработки, 9 мм;

$f_n$  - подача на оборот, 0,50 об/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, 1026 об/ми;

$$T_c = \frac{9}{0,50 \cdot 1026} = 0,017 \text{ мин.}$$

Потребную мощность на резание определяется по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \text{ кВт}, \quad (2.28)$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент, 43 Н;

$n$  – частота вращения шпинделя, 1026 м/мин.

$$N_e = \frac{43 \cdot 1026}{9750} = 4,52 \text{ кВт.}$$

Растачивание

010 Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ

010 Операция

Расточить 2 отверстие в размеры  $\varnothing 150^{+2}$ , 66,5 мм;

Черновая расточной инструмент BR20D-150CC12F-C8M  $\varnothing 115$ -150 мм фирмы Sandvik Coroman;

Пластина CCMT 12 04 12-PR 4335 фирмы Sandvik Coroman;

Глубина резания определяется по формуле:

$$t = 0,5 \cdot (D_3 - D_d), \text{ мм}, \quad (2.29)$$

где  $D_3$ ,  $D_d$  – диаметр отверстия до обработки и после обработки, мм;

$$t = 0,5 \cdot (144 - 150) = 3 \text{ мм}.$$

Назначаем подачу  $S$ . Рекомендуемые значения –  $S = 0,2 \dots 0,5$  мм/об  
прини-маем  $S = 0,4$  мм/об ;

Стойкость  $T$ , мин (для общего назначения 30мин;

Скорость резания

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v, \text{ м/мин}, \quad (2.30)$$

где  $C_v=350$ ,  $m=0,20$ ,  $x=0,15$ ,  $y=0,35$  – коэффициент и показатели степени, при точении, от условия резания [3,с.269];

$T$  – стойкость, 30 мин;

$t$  – глубина резания, 3 мм;

$S$  – подача, 0,4 мм/об;

Коэффициент  $K_v$  является произведением коэффициентов, учитываю-щих влияние материала заготовки.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (2.31)$$

где  $K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{441}\right)^{-1} = 0,58$  – коэффициент, учитыва-ющий материал изделия [3,с.261];

$K_{pv} = 0,8$  – коэффициент, учитывающий глубину отверстия [1,с.263];

$K_{IV} = 1$  – коэффициент, учитывающий инструментальный материал [3,с.263];

$$K_v = 0,58 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,464.$$

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,464 = 96 \text{ м/мин.}$$

Определяется частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (2.32)$$

где  $v$  – скорость резания, 96 м/мин;

$D$  – отверстия заготовки, 144 мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 96}{3,14 \cdot 144} = 212 \text{ об/мин.}$$

Определяем время обработки:

$$T_c = \frac{l_m}{f_n \cdot n}, \text{ мин} \quad (2.32)$$

где  $l_m$  – длина обработки, 66,5 мм;

$f_n$  – подача на оборот, 0,4 об/мин;

$n$  – частота вращения шпинделя, 212 об/ми;

$$T_c = \frac{66,5}{0,4 \cdot 212} = 0,78 \text{ мин.}$$

Сила резания определяется по формуле:

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (2.33)$$

где  $C_p=339$ ,  $x=1$ ,  $y=0,5$ ,  $n=-0,4$  – коэффициент и показатели  $i$ - степени, при резания[3,с.274];

$t$  – глубина резания, 3 мм;

$S$  – подача, 0,4 мм/об;

$V$  – скорость резания, 96 м/мин;

Поправочный коэффициент  $K_p$  представляет собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.34)$$

где  $K_{mp} = 0,67$  – коэффициент, учитывающий материал изделия;

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{441}{750}\right)^{0.75} = 0,67.$$

где  $K_{\text{фр}} = 1,82$  – коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров [3, с.275];

$K_{\gamma p} = 1$  – коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров [3, с.275];

$K_{\lambda p} = 1$  – коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров [3, с.275];

$K_{rp} = 1$  – коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров [3, с.275];

$$K_p = 0,67 \cdot 1,82 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,21.$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 3^1 \cdot 0,4^{0,5} \cdot 96^{-0,4} \cdot 1,21 = 1253 \text{ Н.}$$

Потребную мощность на резание определяется по формуле:

$$N = \frac{P_x \cdot v}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (2.35)$$

где  $P_x$  – сила резания, 1253 Н;

$v$  – скорость резания, 96 м/мин.

$$N = \frac{1253 \cdot 96}{1020 \cdot 60} = 1,96 \text{ кВт.}$$

Таблица 2.13 – Расчёт режимов резания

№ операции	Наименование и содержание операции						
005	Универсальный фрезерный станок 1. Фрезеровать 2 торца Ø 220 в размер 360 мм;						
$V$ , м/мин	$t$ , мм	$S$ , мм	$n$ , об/мин	$M_{кр}$ , Н·м	$N$ , кВт	$P_z$ , Н	$T_0$ , мин
558	4		851	426	65,57	3825	0,72
2. Фрезеровать торец Ø 50 в размер 352 мм;							
$V$ , м/мин	$t$ , мм	$S$ , мм	$n$ , об/мин	$M_{кр}$ , Н·м	$N$ , кВт	$P_z$ , Н	$T_0$ , мин
346	2	0,327	891	245	24,7	2420	0,33

Продолжение таблицы 2.13

№ операции	Наименование и содержание операции						
010	Продольный фрезерно-расточной станок 2. Фрезеровать 2 торца Ø 220 в размер 356 мм;						
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
376	4	0,337	891	265	24,7	2680	0,33
3. Фрезеровать 2 торца Ø 220 в размер 354 мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
383	2	0,387	908	248	23	2810	0,33
4. Фрезеровать торец Ø 470 в размер 111 мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
283	3	0,491	407	911	38,8	3600	1,04
5. Фрезеровать торец Ø 470 в размер 110±1 мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
328	3	0,49	413	314	13,6	3640	0,8
6. Фрезеровать выступ 50 в размер 110±0,1 мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
427	4	0,8	750	46,4	10,4	2270	0,91
7. Центровать 14 отв.;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
23	1,5	0,1	300	0,4	1,1	1249	0,20

Продолжение таблицы 2.13

№ операции	Наименование и содержание операции						
8. Сверлить 13 отверстие в размеры п/р $\varnothing 18^{+0,3}$ , 36 мм*;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
58	9	0,50	1026	4,3	4,52	-	0,5
9. Зенковать 13 фасок в размер 2x45° по $\varnothing 18^{+0,3}$ ;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
11	2	-	121	-	-	-	0,3
10. Нарезать 13 резьбу в размер $\varnothing 18^{+0,3}$ , 32 мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
35,9	-	1,81	432	33,3	1,51	-	0,65
11. Сверлить отв. п/р $\varnothing 50^{+0,28}$ в размер 19*;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
255	19	0,21	3380	48,7	17,2	3380	0,16
12. Зенковать фаску 2x45° по $\varnothing 50^{+0,27}$ ;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
11	2		121	-	-	-	0,65
13. Нарезать резьбу $\varnothing 50^{+0,28}$ в размер 19*;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
35,9	-	1,81	432	33,3	1,51	-	0,63

Продолжение таблицы 2.13

№ операции	Наименование и содержание операции						
	35,9	-	1,81	432	33,3	1,51	-
14. Расточить 2 отверстие в размеры $\varnothing 150^{+2}$ , 66,5 мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
96	3	0,4	212	-	1,96	1253	0,78
15. Расточить 2 отверстие в размер $\varnothing 160$ , $53^{+0,74}$ мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N,кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
173	5	1	344	361	26,1	-	0,9
16. Расточить 2 отверстие в размер $\varnothing 169$ , $53^{+0,74}$ мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
173	4,25	1	237	326	22,3	-	0,78
17. Расточить 2 отверстие в размер $\varnothing 170H9$ , $53^{+0,74}$ мм							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
206	0,5	0,2	387	38,6	1,56	-	0,41
18 Фрезеровать 2 фаски в размер 2x45° по $\varnothing 170H9$ ;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
215	2	-	1617	-	-	-	0,5
19. Расточить отверстие в размеры $\varnothing 393H10$ , 36 мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
171	4,5	1	140	439	23,6	1610	0,65

Продолжение таблицы 2.13

№ операции	Наименование и содержание операции						
20 Расточить отверстие в размеры Ø 395Н9, 36 мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
191	0,5	0,861	154	377	60,6	6,06	0,16
21. Фрезеровать фаску в размер 3x45° по Ø395Н9;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
215	3	-	1617	-	-	-	0,6
015	2. Фрезеровать 2 торца Ø 220 в размер 353 мм;						
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
346	1	0,14	866	-	-	1460	0,56
3. Расточить 2 отверстие в размеры Ø 150Н9, 127 мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
206	6	0,2	439	-	1,56	-	0,85
4. Фрезеровать фаску в размеры 2x45° по Ø 150Н9;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
173	2	-	1617	-	-	-	0,17
5. Расточить 2 отверстие в размеры Ø 160Н10, 100 <sup>+0,87</sup> ;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
173	5	1	344	258	26,3	344	0,17

Продолжение таблицы 2.13

№ операции	Наименование и содержание ii- операции						
6. Расточить 2 отверстие в размеры $\varnothing 169H10, 100^{+0,87}$ ;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
224	4,5	1	365	212	27	344	0,18
7. Расточить 2 отверстие в размеры $\varnothing 170H10, 100min$ ;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
224	1-0,5	0,182	421	-	-	-	0,4
8. Фрезеровать 2 фаски в размер 2,25x45°							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
173	2	1	1617	-	-	-	0,4
9. Расточить отверстие в размер G3/4-B, 19*;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
125	1	0,5	1510	24,6	3,88	750	0,15
10. Нарезать резьбу отверстие в размер G3/4-B, 19*;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
16,3	-	2,5	288	72,4	2,18	-	0,74
11. Фрезеровать фаску в размер 2x45° по G3/4-B;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
175	2	-	1617	-	-	-	0,12

Продолжение таблицы 2.13

№ операции	Наименование и содержание операции						
020	Фрезерно-расточная с ЧПУ 2-10. Расточить отверстие в размер Ø110 на проход;						
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
190	3	0,692	550	222	12,8	381	0,69
3-11. Расточить отверстие в размеры Ø116, 48 <sup>+0,3</sup> мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
190	3	0,72	521	241	13,1	375	0,77
4-12. Расточить отверстие в размеры Ø119H10, 48 <sup>+0,3</sup> мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
190	1,5	0,313	556	86,2	4,57	159	0,18
5-13. Расточить отверстие в размеры Ø120H8, 48 <sup>+0,3</sup> мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
206	1-0,5	0,2	547	27,3	1,56	109	0,26
6-14. Фрезеровать фаску в размеры 1x45° по Ø120H8;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
156	1	-	2150	-	-	-	0,13
7-15. Расточить отверстие в размеры Ø129 выдерживая размер 130 <sup>+0,5</sup> ;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
190	4,5	0,692	451	263	12,8	412	0,25

Продолжение таблицы 2.13

№ операции	Наименование и содержание операции						
8-16. Расточить отверстие в размеры $\varnothing 134$ выдерживая размер $130^{+0,5}$ ;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
190	2,5	0,72	451	235	11,1	325	0,25
18-26. Фрезеровать поверхность М, К, Л;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
389	0,5	0,456	900	265	16	3255	1,0
19-27. Фрезеровать торец в размер 200, $520 \pm 2$ мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
376	4	0,377	891	265	14,7	2680	0,33
20-28. Расточить отверстие в размеры $\varnothing 110$ , 45 мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
190	5,5	0,72	550	407	13,4	397	0,69
21-29. Расточить отверстие в размеры $\varnothing 115$ , 45 мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
19	2,5	0,72	526	201	11,1	379	0,72
22-30. Расточить отверстие в размеры $\varnothing 119H10$ , 45 мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
190	2,5	0,72	508	170	9,02	366	0,72

Продолжение таблицы 2.13

№ операции	Наименование и содержание операции						
23-31. Расточить отверстие в размеры Ø120H9, 45 мм;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
206	1-0,5	0,72	547	27,3	1,56	109	0,24
24-32. Фрезеровать фаску в размер 2×45° по Ø120H9;							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> , Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
198	2	-	1565	-	-	-	0,15

#### 2.4 Силовой расчет приспособления

Упрощенная схема для силового расчета приспособления представлена на рисунке 1.8 Исходя из анализа выполняемых технологических переходов на операции 005 наибольшее усилие, возникающее при резании, это осевая сила при фрезеровании, которая направлена под 90° (в нашем случае R=3825 Н)

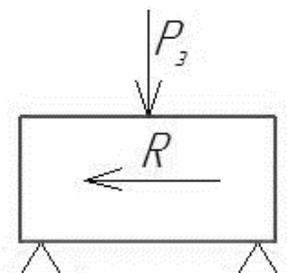


Рисунок 1.8 – Схема для силового расчета приспособления

Сила, необходимая для зажима:

$$P_z = K \cdot \frac{R}{f_{оп} + f_{зм}} \quad (2.36)$$

где  $f_{оп}$  и  $f_{зм} = 0,18-0,4$  – коэффициенты трения между поверхностями заготовки и установочными и зажимными элементами приспособления;

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

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.37)$$

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

$K_1 = 1,2$  - коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,3$  – характеризует увеличение сил резания из-за затупления инструмента;

$K_3 = 1,0$  – характеризует увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,3$  – т. к. зажим ручной;

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

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,04.$$

$$P_3 = K \cdot \frac{R}{f_{on} \cdot f_{зм}} = 3,04 \cdot \frac{3825}{0,29 + 0,29} = 20048 \text{Н}.$$

Силы, действующие на прихват, изображены на рис 1.5.

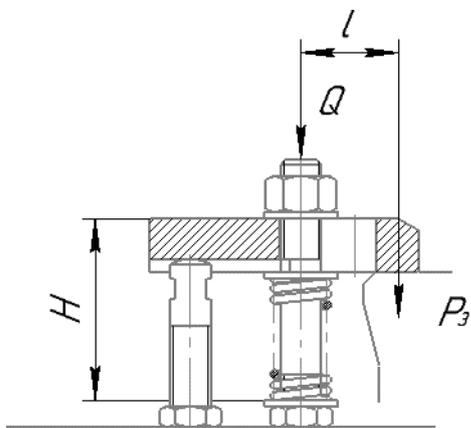


Рисунок 1.9 – Действующие на Г-образном прихвате силы

Сила, действующая на гайке, определяется по формуле:

$$Q = \frac{P_3}{1 - 3 \cdot f \cdot L/H} \quad (2.38)$$

где  $f$  – коэффициент трения на торце гайки ( $f=0,1-0,15$ );

L и H – конструктивные элементы прихвата (L=58мм, H=108мм).

$$Q = \frac{20048}{1 - 3 \cdot 0,12 \cdot \frac{58}{108}} = 24853 \text{ Н.}$$

При известной силе Q вычисляют номинальный диаметр винта по формуле:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{\sigma_p}}, \quad (2.39)$$

где  $\sigma_p$  – напряжение материала винта, для сталь  $\sigma_p = 180$  МПа;

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{24853}{180}} = 16,45 \text{ мм.}$$

Принимаем  $d = 24$ мм.

Определяем необходимые параметры резьбы: резьба М24, шаг резьбы  $P=1,5$  мм,  $d_1=D_1=23,188$  мм,  $d_2=D_2=23,513$  мм.

Момент затяжки:

$$M = 0,5 \cdot Q \cdot \left\{ d_2 \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + f \cdot (D_{н.т.}^3 - d_{н.т.}^3) / [3 \cdot (D_{н.т.}^2 - d_{н.т.}^2)] \right\}, \quad (2.40)$$

где  $d_2$  – средний диаметр резьбы;

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{t}{\pi \cdot d_2}\right) - \text{угол подъёма резьбы};$$

t – шаг резьбы;

$\varphi_{np}$  – приведённый коэффициент трения для заданного профиля резьбы, определяется по формуле:

$$\varphi_{np} = \text{arctg}\left(\frac{f}{\cos \beta}\right), \quad (2.41)$$

где  $\beta$  – половина угла при вершине профиля витка резьбы;

$D_{н.т.}$ ,  $d_{н.т.}$  – наружный и внутренний диаметры опорного торца гайки ( $D_{н.т.}=41,56$  мм,  $d_{н.т.}=24$  мм).

Для треугольной резьбы (ГОСТ ГОСТ 9150–59)  $\beta=30$ .

$$\alpha = \arctg\left(\frac{2}{3,14 \cdot 23,51}\right) = 6,59^\circ$$

$$\phi_{np} = \arctg\left(\frac{0,12}{\cos 30}\right) = 7,88^\circ$$

$$M = 0,5 \cdot 24853 \cdot 10^{-3} \left\{ \begin{array}{l} 23,513 \cdot \operatorname{tg}(6,59 + 7,88) + \\ + 0,12 \cdot (41,56^3 - 24^3) / [3 \cdot (41,56^2 - 24^2)] \end{array} \right\} = 21,12 \text{ Нм}$$

Длина гаечного ключа  $L=150\text{мм}$ . При данной длине ключа усилие, развиваемое на рукоятке равно  $101\text{Н}$ . Максимально допустимая сила зажима на рукоятке для приспособлений с ручным зажимом  $250\text{Н}$ , следовательно, ручной зажим для данного приспособления может быть применён.

#### 1.4.1 Расчет приспособления на точность

Заготовки устанавливаются на призмы, следовательно, погрешность установки будет составлять:

$$\varepsilon_v = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_s^2}, \quad (2.42)$$

Погрешность базирования  $\varepsilon_\delta$  на размер при обработке плоской поверхности или паза:

$$\varepsilon_\delta = 0,5 \cdot TD \left( \frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right), \quad (1.43)$$

где  $TD$  – допуск на наружный диаметр заготовки,

$\alpha$  – половина угла призмы.

$$\varepsilon_\delta = 0,5 \cdot 740 \cdot \left( \frac{1}{\sin 45^\circ} - 1 \right) = 153 \text{ мкм}$$

Находим погрешность закрепления детали в призме:

$$(2.44)$$

$K_{Rz} = 0,005$ ,  $R_z = 20 \text{ мкм}$ ,  $HВ = 60$ ,  $K_{HВ} = 15$ ,  $C_1 = 0,206$ ,  $Q = 18000 \text{ Н}$ ,  $n = 0,7$ .

$$\varepsilon_s = \left[ \left( 0,005 \cdot 20 + \frac{15}{60} \right) + 0,206 \right] \cdot \left( \frac{18000}{19,6 \cdot 1} \right)^{0,7} = 65,9 \text{ мкм}$$

Погрешность установки:

$$\varepsilon_y = \sqrt{153^2 + 65,9^2} = 166 \text{ мкм}$$

Допуск на размер по чертежу равен 1000 мкм. Следовательно, спроектированное приспособление удовлетворяет точности обработки детали на данной операции

## 2.5 Организационная часть

2.5.1 Нормирование технологического процесса и механической обработки.

Норма времени;

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n}; \quad (2.45)$$

где  $T_{\text{шт-к}}$  – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{\text{шт}}$  – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{пз}}$  – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

$$T_{\text{пз}} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}}, \quad (2.46)$$

где  $t_0$  – основное время;

$t_{\text{в}}$  – вспомогательное время;

$t_{\text{обс}}$  – время на обслуживание рабочего места;

$t_{\text{отд}}$  – время на личные потребности и дополнительный отдых.

Норма времени

005 Операции

$$T_{\text{шт-к}} = 10,42 + \frac{10,42}{8} = 11,72 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{пз}} = 1,05 + 8,42 + 0,50 + 0,45 = 9,4.$$

010 Операции

$$T_{\text{шт-к}} = 19,48 + \frac{19,48}{8} = 21,91 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{пз}} = 10,98 + 7,55 + 0,50 + 0,45 = 19,48.$$

## 015 Операции

$$T_{шт-к} = 13,48 + \frac{13,48}{8} = 15,16 \text{ мин.}$$

$$T_{пз} = 3,34 + 7,7 + 0,50 + 0,45 = 13,48.$$

## 020 Оперции

$$T_{шт-к} = 21,46 + \frac{21,46}{8} = 24,14 \text{ мин.}$$

$$T_{пз} = 12,76 + 7,75 + 0,50 + 0,45 = 21,46.$$

Таблица 2.14– Нормирований операций

№ операций			
1	2	3	4
005	Фрезерная 1. Основное время		1,05
	2. Вспомогательное время: - Время, связанное с переходом - Время на установку и снятие детали - Коэффициент на вспомогательное время - Суммарное вспомогательное время	Карта 33 Карта 18  Карта 1 ii-	0,37 6  1,0  8,42
	3. Время перерывов на отдых и личные потребности, %	Карта 89	8(0,45)
	4. Время на обслуживание рабочего места, %	Карта 34	4(0,50)
	Штучное время		10,42
010	Фрезерная 1. Основное время		10,98
	2. Вспомогательное время: - Время, связанное с переходом	Карта 3	0,55
015	- Время на установку и снятие детали - Коэффициент на вспомогательное время - Суммарное вспомогательное время	Карта 18  Карта 1	6  1,0  7,55

Продолжение таблицы 2.14

1	2	3	4
015	3. Время перерывов на отдых и личные потребности, %	Карта 89	8(0,45)
	4. Время на обслуживание рабочего места, %	Карта 34	4(0,50)
	Штучное время		19,48
	Фрезерная 1. Основное время		
015	2. Вспомогательное время: - Время, связанное с переходом - Время на установку и снятие детали	Карта 33 Карта 18	0,70 6
	- Коэффициент на вспомогательное время	Карта 1	1,0
	- Суммарное вспомогательное время		7,7
020	3. Время перерывов на отдых и личные потребности, %	Карта 89	8(0,45)
	4. Время на обслуживание рабочего места, %	Карта 34	4(0,50)
	Штучное время		11,99
	Фрезерная 1. Основное время		12,76
020	2. Вспомогательное время: - Время, связанное с переходом - Время на установку и снятие детали	Карта 31- 33 Карта 18	0,75 6
	- Коэффициент на вспомогательное время	Карта 1	1,0
	- Суммарное вспомогательное время		7,75
	3. Время перерывов на отдых и личные потребности, %	Карта 89	8(0,45)
	4. Время на обслуживание рабочего места, %	Карта 34	4(0,50)
	Штучное время		21,46

Вывод:

В результате выполнения Выпускного квалификационного работ был разработан технологический процесс изготовления картера переднего моста, являющейся частью раздаточной коробки крана. Разработанный технологический процесс в значительной степени отличается от базового. С целью повышения эффективности производства применены следующие технические решения: - определили тип производства – среднесерийный с производственной программой выпуска 150 шт. в год; - рассмотрели два варианта получения заготовки – Литье в песчаное – глинистые форм с машинной формовкой. ( $m_z = 333,33$  кг;  $K_{им} = 0,75$ ) и литье в песчаное – глинистые форм с ручной формовкой ( $m_z = 431$  кг;  $K_{им} = 0,58$ ). В качестве заготовки был принят вариант получения заготовки литьем в песчаное – глинистые форм с машинной формовкой, а экономический эффект применения от данного метода составил  $\mathcal{E} = 1\,292\,544$  руб./год; - для уменьшения основного времени было применено более производительное оборудование, и инструменты. В конструкторской части было спроектировано специальное приспособление для фрезерных операций

### 3. Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение.

В экономической части выпускной квалификационной работы производится расчет себестоимости изготовления картера переднего моста по разработанному технологическому процессу. При разработке технологического процесса закладывается среднесерийный тип производства, обоснованный параметрами детали и объемом производственной программы ( $N = 150$  шт.). Материал – 08ГДНФЛ-II ГОСТ 977-88; Производственная себестоимость изделия охватывает все затраты предприятия на его производство.

Все расчеты ведем согласно рекомендациям [16].

#### 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.

#### 3.1.2 Стоимость технологического оборудования.

( $K_{то}$ ) – представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{mo} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \text{ руб.} \quad (3.1)$$

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 3.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	$C_i$ , руб.	$Q_i$ , шт.	$K_{тоi}$ , руб.
005	XKW715	3 720 000	1	3 720 000
010	ФС180МФ3	7 000 000	1	7 000 000
015	Leadwell MCV-1500i	8 000 000	1	8 000 000
020	rp130	10 000 000	1	10 000 000
Всего:				28 720 000

### 3.1.3 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 ( $K_{во}$ ) определим приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования.

$$K_{во} = K_{mo} \cdot 0,30, \text{ руб.} \quad (3.2)$$

$$K_{во} = 28\,720\,000 \cdot 0,30 = 8\,616\,000 \text{ руб.}$$

### 3.1.4 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря ( $K_{ин}$ ) по предприятию может быть установлена приближенно 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.)

$$K_{ин} = K_{то} \cdot 0,15, \text{ руб.} \quad (3.3)$$

$$K_{ин} = 28\,720\,000 \cdot 0,15 = 4\,308\,000$$

### 3.1.5 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:

$$C_n' = C_{ин} + C_{вп}, \text{ руб.} \quad (3.4)$$

где  $C_{ин}$  – балансовая стоимость производственных (основных) помещений;

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

В случае, если помещение арендовано:

$$C_n' = 450000 + 100000 = 550000 \text{ руб.} \quad (3.5)$$

### 3.1.6 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{H_m \cdot N \cdot Ц_m}{360} \cdot T_{обм}, руб. \quad (3.6)$$

где  $H_m$  - норма расхода материала, кг/ед;

$N$  - годовой объем производства продукции, шт;

$Ц_m$  - цена материала, руб./кг;

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

$$K_{пзм} = \frac{83,33 \cdot 150 \cdot 77,3}{360} \cdot 30 = 80517,61 руб.$$

### 3.1.7 Оборотные средства в незавершенном производстве

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

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_r}{360}, руб. \quad (3.7)$$

$$K_{нзп} = \frac{150 \cdot 1 \cdot 8051,76 \cdot 0,9}{360} = 3019,41 руб.$$

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

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

$k_r$  - коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_m \cdot Ц_m}{k_m}, руб. \quad (3.8)$$

$$C' = \frac{83,33 \cdot 77,3}{0,8} = 8051,76 руб.$$

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

Коэффициент готовности:

$$k_z = (k_m + 1) \cdot 0,5 \text{ руб.} \quad (3.9)$$

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

### 3.1.8 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{zn} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{zn} \text{ руб.} \quad (3.10)$$

$$K_{zn} = \frac{8051,76 \cdot 150}{360} \cdot 30 = 100647 \text{ руб.}$$

где  $T_{zn}$ - продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

### 3.1.9 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{dz} = \frac{B_{pn}}{360} \cdot T_{dz} \text{ руб.} \quad (3.11)$$

$$K_{dz} = \frac{1425161,52}{360} \cdot 10 = 39587,82 \text{ руб.}$$

где  $B_{pn}$ - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

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

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

$$B_{pn} = C' \cdot N(1 + p/100) \text{ руб.} \quad (3.12)$$

$$B_{pn} = 8051,76 \cdot 150(1 + 18/100) = 1425161,52 \text{ руб.}$$

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

### 3.1.10 Денежные оборотные средства

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

$$C_{обс} = K_{пзм} \cdot 0,10 \text{ руб.} \quad (3.13)$$

$$C_{обс} = 80517,61 \cdot 0,10 = 8051,76 \text{ руб.}$$

### 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:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot H_m \cdot K_{тзр} - C_o \cdot H_o), \text{ руб} \quad (3.14)$$

где  $K_{тзр}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ( $K_{тзр}=1,04$ );

$C_m$  – цена материала, руб/кг;

$H_m$  – норма расходов материалов, кг/ед.;

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

$H_o$  – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_3 - m_0, \quad (3.15)$$

где  $m_3$  – масса заготовки, кг;

$m_0$  – масса изделия, кг.

$$H_o = 333,33 - 250 = 83,33 \text{ кг / шт} \quad (3.16)$$

$$C_m = 150 \cdot (77,3 \cdot 12,3 \cdot 1,04 - 10,07 \cdot 83,33) = 144124,05 \text{ руб}$$

Таблица 3.2 - Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	$C_{mi}$ , руб.
----------	----------------------------	-------------------------	-----------------

Картер переднего моста	666	30	144124,05
Всего:			144124,05

### 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 дипломном работе предусматривается сдельно-премиальная оплата труда. В соответствии с этой системой заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \text{ руб.} \quad (3.17)$$

- 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 3.3 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{штi}$ , мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$ , руб.	$C_{зоi}$ , руб
Оператор станков с ЧПУ	6,691	2	1	132,6	4325,22
Оператор станков с ЧПУ	15,95	4	1	132,6	10310,47
Оператор станков с ЧПУ	35,05	4	1	132,6	22657,19
Оператор станков с ЧПУ	35,05	4	1	132,6	22657,19
Фонд заработной платы всех рабочих					59950,04

### 3.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2, \text{ руб.} \quad (3.18)$$

$$C_{oco} = 59950,04 \cdot (0,3 \cdot 0,3) = 35970, \text{ руб.}$$

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

$\alpha_2$  - 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:

$$a_{ni} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\% = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,3\% \quad (3.19)$$

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

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot a_{ni}, \text{ руб.} \quad (3.20)$$

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

2. 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:

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \cdot a_{ni}}{F_d \cdot K_{вpi}}, \text{ руб.} \quad (3.21)$$

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 3.4 – Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц <sub>i</sub> , руб.	a <sub>ni</sub> , %	F <sub>дi</sub> , ч	A <sub>чi</sub> , руб.
005	3 720 000	8,3	2016	153
015	7 000 000	8,3	2016	288
020	8 000 000	8,3	2016	329
025	10 000 000	8,3	2016	411
Вспомогательное оборудование	1 563 037	5,3	2016	42
Амортизационные отчисления для всех станков (A <sub>ч</sub> )				1223

### 3.2.6 Расчет амортизационных отчислений зданий.

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

### 3.2.7 Отчисления в ремонтный фонд.

Отчисления в ремонтный фонд можно рассчитать одним из предложенных методов:

1 В зависимости от

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_n \cdot k_{з.рем}, \text{ руб.} \quad (3.22)$$

$$C_p = (28720000 + 8616000) \cdot 0,002 + 550000 \cdot 0,05 = 102172 \text{ руб}$$

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.

3.2.8 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot u_{ох}, \text{ руб} \quad (3.23)$$

$$C_{СОЖ} = 4 \cdot 150 \cdot 0,03 \cdot 94,71 = 1704,78 \text{ руб}$$

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

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

$n$  – количество станков.

3.2.9 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \cdot Ц_{возд} \cdot N_z \cdot \Sigma t_{oi}}{60}, \text{ руб.} \quad (3.24)$$

$$C_{возд} = \frac{0,7 \cdot 65,5 \cdot 150}{60} \cdot 4,17 = 477,98 \text{ руб}$$

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

$Ц_{возд}$  – стоимость сжатого воздуха.

3.2.10 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{чЭ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_d \cdot K_N \cdot K_{gp} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot Ц_{\omega}, \text{ руб.} \quad (3.25)$$

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

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

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

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

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

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

Таблица 3.5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	$N_{yi}$ , кВт	$C_{чэi}$ , руб
005	7,5	19330
015	19	23995
020	18,5	23364
025	15	18943
Затраты на электроэнергию для всех операций		85632

### 3.2.11 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь.

Стоимость инструментов и инвентаря ( $K_{ин}=200000$  руб) 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.

### 3.2.12 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих.

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{з\text{ер}} = \sum_{j=1}^k C_{з\text{м}j} \cdot Ч_{в\text{р}j} \cdot 12 \cdot k_{нj} \cdot k_{рj}, \text{ руб.} \quad (3.26)$$

$$C_{з\text{ер}} = \sum_{j=1}^k 4325.22 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 80968$$

где  $k$  – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{в\text{р}j}$  – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{з\text{м}j}$  – 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 ( $k_{рj} = 1,3$ ).

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{о\text{вр}} = C_{з\text{ер}} \cdot 0,30, \text{ руб.} \quad (3.26)$$

$$C_{о\text{вр}} = C_{з\text{ер}} \cdot 0,30 \quad (3.27)$$

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

### 3.2.13 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{з\text{ауп}} = \sum_{j=1}^k C_{з\text{ауп}j} \cdot Ч_{а\text{уп}j} \cdot 12 \cdot k_{рj} \cdot k_{ндj}, \text{ руб.} \quad (3.28)$$

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

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

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

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

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

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

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оауп}} = 9379 \cdot 0,30 = 2813,7 \text{ руб.} \quad (3.29)$$

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

### 3.2.14 Прочие расход.

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:

$$C_{\text{проч}} = 160 \cdot 150 \cdot 0,7 = 16800, \text{ руб.} \quad (3.30)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

## 3.3 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 3.6 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	1600,29	240044,09
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	23333,1	144124,05
заработная плата производственных	699,66	59950,04

рабочих		
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	239,8	35970
Косвенные затраты:	15230,37	2284556,83
амортизация оборудования предприятия	8,15	1223

Продолжение таблицы 3.7

арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	10420,24	1563037
отчисления в ремонтный фонд	681,14	102172
вспомогательные материалы на содержание оборудования	67	10060,13
затраты на силовую электроэнергию	570,88	85632
износ инструмента	1333,33	200000
заработная плата вспомогательных рабочих	539,78	80968
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	1416,48	212472
заработная плата административно-управленческого персонала	62,52	9379
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	18,75	2813,7
прочие расходы	112	16800
Итого	16613,23	2524600,92

Выводы:

В работе был произведён расчёт детали (корпус КС4372.102.28.001). Расчёт капитальных вложений в проект, которые удельно составили 2524600,92 рублей. Также была определена смета затрат на производство и реализацию продукции. Смета затрат включает в себя прямые затраты (стоимость основных материалов, заработная плата основных работников и социальные отчисления с зарплаты), вложений которые составили 240044,09 в год, и косвенные затраты (амортизация оборудования, помещений;

отчисления в ремонтный фонд; затраты на силовую электроэнергию и др.),  
которые составили 2284556,83 рублей в год.

## 4 Социальная ответственность

### 4.1 Характеристики объекта исследования

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных факторов.

При проектировании технологического процесса изготовления детали Картер переднего моста КС4372.102.28.001 применяются следующие станки:

Универсально фрезерный, Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ, Фрезерно-расточная с ЧПУ.

Следовательно, деталь подвергается сверлильной, расточной и фрезерной обработке.

Обрабатываемый материал – Сталь 08ГДНФЛ - II ГОСТ 977 – 88.

Выполнение рассматриваемого технологического процесса сопровождается вредными и опасными факторами.

Опасные факторы – это движущиеся части производственного оборудования; стружка обрабатываемого материала; обломки инструментов; высокая температура поверхности обрабатываемой детали и инструмента; возможное появление электрического тока, при котором может произойти замыкание через тело человека.

При обработке стального литья 08ГДНФЛ-II образуется металлическая стружка, имеющая высокую температуру и представляющая серьезную опасность не только для работающих на станке, но и для лиц находящихся вблизи станка. Опасность для глаз представляет не только отлетающая стружка, но и пылевые частицы обрабатываемого материала, осколки режущего инструмента. Также следует отметить что режимы обработки выбранные в ходе разработки технологического процесса таковы что скорость вращения заготовки на станке не высока ввиду больших размеров заготовки, однако увеличены величины глубины резания соразмерно с подачами станка. Из этого следует, что главную опасность

представляет отлетающая стружка, которая имеет большую толщину и очень раскалена.

Вредные факторы – повышенная запыленность воздуха в разработанном технологическом процессе отсутствуют, т.к. из технологического процесса исключены операции шлифования и сварочные работы для сварки технологических платиков. Благодаря тому что данные операции были ликвидированы или заменены на другие мы добились того что вредных для человека факторов стало меньше. Вредные факторы при запыленности следующие: для неядовитой пыли характерно раздражение и даже ранение пылинками слизистых оболочек дыхательных путей, приводящее к их воспалению, а при проникновении в легкие – к возникновению специфических заболеваний. Образование этой пыли имеет место при металлообработке и прокатке. При сварке образуется пыль содержащая марганец, хром, фтор, которая является ядовитой. В результате действия ядовитых веществ у человека возникает болезненное состояние – отравление, опасность которого зависит от продолжительности действия, концентрации (кг/м<sup>3</sup>) и вида яда. Сварочная пыль и пыль, образующаяся при шлифовании, могут явиться причиной заболевания пневмокониозом.

## 4.2 Выявление и анализ вредных производственных факторов

### 4.2.1 Шум

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. В соответствии с классификацией шумов, установленной СН 2.2.4/2.1.8.562-96, шумы бывают: широкополосные; тональные; постоянные; непостоянные; прерывистые; колеблющиеся; импульсные.

Источником шума на участке являются металлорежущее оборудование, электродвигатели, краны и т.п.

Шум на производстве наносит большой ущерб, вредно действуя на организм человека и снижая производительность труда. Утомление рабочих из-за шума увеличивает число ошибок на работе, способствует возникновению травм. Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 Дб.

В борьбе с производственным шумом применяются методы:

1. Звукоизоляция ограждающих конструкций, уплотнение по периметру притворов окон, ворот, дверей, звукоизоляцию мест пересечения ограждающих конструкций инженерными коммуникациями, устройство звукоизолированных кабин наблюдения и дистанционного управления, укрытий.

2. Применение звукопоглощающих конструкций и экранов. Звукопоглощающие конструкции следует размещать на потолке и на верхних частях стен. Целесообразно размещать звукопоглощающие конструкции отдельными участками или полосами. На частотах ниже 250 Гц эффективность звукопоглощающей облицовки увеличивается при ее размещении в углах помещения. Экраны, устанавливаемые между источником шума и рабочими местами персонала (не связанного непосредственно с обслуживанием данного источника), следует применять для защиты рабочих мест от прямого звука. Применение экранов достаточно эффективно только в сочетании со звукопоглощающими конструкциями.

3. Применение кожухов на рабочих органах станков. Кожух необходимы для безопасной эксплуатации различных станков и оборудования. Без них не обходятся генераторы, двигатели, станки, верстаки. В защите нуждается как мастер, работающий со станком, так и сами установки, поскольку кожухи препятствуют механическим повреждениям, негативному воздействию окружающей среды, проникновению посторонних. Кроме того, звукоизоляционные кожухи делают работу станков менее шумной.

4. Применение индивидуальных средств защиты от шума:

- Наушники состоят из двух корпусов, плотно облегающих ушную раковину, и пружинящего оголовья. Они удобны, имеют небольшую массу, активно ослабляют шум, особенно высокочастотной части спектра, которой наиболее неблагоприятно воздействует на организм человека. Противошумные наушники моделей ВЦНИИОТ-1, ВЦНИИОТ-4А и ВЦНИИОТ-7И предназначены для защиты от воздействия высокочастотного шума с уровнем до 100 дБ, а модели ВЦНИИОТ-2М - до 120 дБ.

- Противошумные вкладыши (однократного и многократного пользования), перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему;

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 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.

#### 4.2.2 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 + искусственное).

Различают следующие виды искусственного освещения: общее (равномерное или локализованное), местное (стационарное или переносное); и комбинированное (общее + местное).

Недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции. Кроме того, недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

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%,

$$\text{КЕО} = \frac{E}{E_0} \cdot 100\%, \quad (4.1)$$

где  $E$  – освещённость на рабочем месте, Лк;

$E_0$  – освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), Лк

Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы 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.

На участке, где происходит технологический процесс изготовления детали, 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.

Для освещения общего надзора за эксплуатацией оборудования применяются ртутные лампы СЗ-4-ДРЛ. Для местного освещения применяются люминесцентные лампы ЛБ.

Рассчитаем требуемое количество светильников.

Расчет общего равномерного искусственного освещения рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового

потока. Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности поверхности с учетом света, отраженного стеклами и потолком. Методика расчета изложена в [12].

Величина светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}, \quad (4.2)$$

где  $E = 390$  лк – минимальная освещенность;

$k = 1,8$  – коэффициент запаса;

$S = 400$  м<sup>2</sup> – площадь освещаемого помещения;

$Z = 0,9$  – коэффициент неравномерности освещения;

$N = 18$  – число ламп в помещении;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока (в долях единицы).

В данном случае величина общей освещенности составляет 300 лк и 3000 лк всего, которая корректируется с учетом коэффициента запаса 1,3, т.к. со временем за счет загрязнения светильников и уменьшения светового потока ламп снижается освещенность.

$$E = 300 \cdot 1,3 = 390 \text{ лк}$$

Для равномерного общего освещения светильники располагаются рядами параллельно стенам с окнами. Наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками:  $\lambda = 1,4$  м;  $L = 5,6$ ;  $L/3 = 1,86$ .

По таблице 4.8 для помещений со средним выделением пыли коэффициент запаса  $K = 1$ .

Наименьшая высота подвеса светильников над полом находится по таблице 4.7 [11] для светильников СЗ-4 ДРЛ равна 4 м.

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)}, \quad (4.3)$$

где  $h = 6$  м – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью;

$A, B$  – стороны помещения, м<sup>2</sup>;

$$i = \frac{400}{6 \cdot (20 + 20)} = 1,66.$$

По таблице 12 [11]  $\eta = 41\%$ .

$$\Phi = \frac{390 \cdot 1,8 \cdot 400 \cdot 0,9}{18 \cdot 0,41} = 34243 \text{ лм.}$$

Таким образом система общего освещения участка цеха состоит из 18 двухламповых светильников типа ОД с люминисцентными лампами ЛБ мощностью 125 Вт встроенных в 4 ряда по 4, 5 светильников.

#### 4.2.3 Вибрации

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего). Вибрация, может привести к развитию виброболезни.

Вибрации ухудшают самочувствие работающего и снижают производительность труда, часто приводят к тяжелому профессиональному заболеванию – виброболезни. Причиной возникновения вибраций являются возникающие при работе оборудования неуравновешенные силовые действия.

Основные причины вибраций в процессе резания металлов:

Недостаточная жесткость станка, приспособления, инструмента, плохой фундамент, отсутствие или ненадежные виброопоры, наличие поблизости источников вибраций (тяжелые прессы, молоты, компрессорные установки и т. п.)

Повышенный износ направляющих, плохое крепление инструмента и неточность его базовых конусов, плохое закрепление рабочих органов станка и оснастки, плохая балансировка шлифовального круга, тяжелых фрез, патронов и т. п. Нежесткая заготовка или неправильное ее базирование и закрепление, неоднородность ее материала, наличие на ней прерывистых поверхностей, чрезмерное поджатие задней бабки Неправильный выбор режимов резания

Неправильная геометрия заточки режущего инструмента, несоответствие его материала и неверное расположение

Мероприятия по станков уменьшению вибрации:

1. Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы или виброизолирующие опоры, применяемые при монтаже металлорежущих станков. Принцип работы опоры основан на некоторых особенностях деформации резины: при сжатии она происходит за счёт изменения формы, а не объёма. С ростом нагрузки увеличивается и коэффициент жёсткости опоры. Поэтому частота собственных колебаний станка на этих опорах мало зависит от нагрузки на опору. Металлообрабатывающие, станки, имеющие достаточно большую частоту вращения по сравнению с собственными частотами номинально нагруженных опор устанавливают на данных опорах. При этом станина станка должна быть достаточно жёсткой: отношение длины и ширины к высоте сечения должно быть меньше 5 по ГОСТ 17712-72

2. Для ослабления вибрации кожухов, ограждений и других деталей, выполненных из стальных листов, применяют вибропоглощение путем нанесения на вибрирующую поверхность слоя резины, мастик или пластмасс, которые рассеивают энергию вибраций. При этом также снижается уровень производственного шума.

3. Применение средств индивидуальной защиты оператора: рукавицы, перчатки, вкладыши, прокладки – для рук; для ног – наколенники, специальная обувь, подметки; для тела – специальные костюмы, нагрудники, пояса.

4. Суммарное время контакта с была инструментом, передающим вибрацию, не должно превышать  $2/3$  от рабочего времени.

#### 4.2.4 Смазывающе-охлаждающие технологические средства (СОТС).

В виду возникновения при обработке резанием большого количества тепла возникает необходимость применения СОТС (в частности, в данной работе СОЖ – смазывающе-охлаждающая жидкость). СОТС (СОЖ) может привести при попадании на кожу к развитию кожных заболеваний.

Допустимая концентрация вредных веществ для здоровья человека соответствует ГОСТ 12.0.004–79. Периодичность замены СОТС устанавливается по результатам контроля не реже одного раза в месяц, эмульсий – одного раза в неделю, полусинтетических жидкостей – одного раза в две недели. Не реже одного раза в неделю должен производиться анализ СОТС на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания. Дополнительно контроль может проводиться при появлении запаха или раздражении кожи.

Хранить и транспортировать СОТС необходимо в чистых стальных резервуарах, изготавливаемых из белой жести, оцинкованного листа или пластмасс. СОТС хранится в соответствии с требованиями СНиП 11–106–72.

В нашей работе СОТС выбрана с учетом разрешения министерства здравоохранения РФ в соответствии с ГОСТ 12.3.025–80:

МР–3 (ТУ 38.201254–76) – маловязкое минеральное масло;

ВЕЛС–I (ТУ 38.00145843017–94) – полусинтетическая эмульсия.

Для защиты от попадания СОЖ на работников предусматривается спецодежда. Для предотвращения разбрызгивания и загрязнения рабочей зоны от СОЖ, используются специальные конструкции сопел, 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 снабжаются чистыми обтирочными материалами. Не допускается применение одной и той же ветоши для протирки рук, и станков.

К средствам защиты органов дыхания предусмотрены ватно-марлевые повязки и противопульные тканевые маски (ПТМ.-1). Глаза защищают против о пылевыми очками.

#### 4.3 Выявление и анализ опасных производственных факторов

##### 4.3.1 Движущиеся рабочие органы станков

Движущиеся рабочие органы станков могут нанести травму работнику.

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 травмирования станочника. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка. Кроме того, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ, существует вероятность получения травмы при смене инструмента, т. к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной.

С целью защиты все двигающиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т.д, представляющие собой опасность для рабочих, заблокированы концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключался. В данном случае на всех станках рабочая зона закрыта кожухами.

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

#### 4.3.2 Электрический ток.

В связи с тем, что приходится иметь дело с оборудованием, подключенному к электросети, возникает вероятность поражения электрическим током.

Поражение электрическим током может привести к серьезным травмам и даже к смерти человека;

Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены. Все электрошкафы снабжены концевыми выключателями для исключения случайного попадания человека в зону действия электрического тока. Также помогает деревянная решетка под ногами рабочего.

В качестве примера произведем расчёт заземления.

Защитное заземление является простым, эффективным и широко распространённым способом защиты человека от поражения электрическим током. Обеспечивается это снижением напряжения оборудования, оказавшегося под напряжением и землей до безопасной величины.

Конструктивными элементами защитного заземления являются заземлители – металлические проводники, находящиеся в земле, и заземляющие проводники, соединяющие заземляемое оборудование с заземлителем.

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

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

На проектируемом участке применено контурное заземляющее устройство, которое характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру площадки на котором находится заземляемое оборудование.

Для связи вертикальных электродов используем полосовую сталь сечением 4×40 мм. В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляющих частей с заземлителями, применяют, как правило, полосовую сталь.

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

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

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

$$R_э = \frac{\rho_э}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot h_m}{g} \right), \quad (4.4)$$

где  $d$  – диаметр трубы-заземлителя,  $d = 4$  см;

$\rho_э$  – удельное сопротивление грунта,  $\rho_э = 104$  Ом·см ;

$l_m$  – длина трубы,  $l_m = 250$  см;

$h_m$  – глубина погружения трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы,

$h_m = 205$  см.

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

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

Определяется требуемое число заземлителей  $\Pi$ , шт. по формуле:

$$\Pi = \frac{R_э}{R \cdot \eta}, \quad (4.5)$$

где  $\eta$  – коэффициент использования группового заземлителя,  $\eta = 0,8$

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

Длина соединительной полосы определяется по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1), \quad (4.6)$$

где  $a$  – расстояние между заземлителями, м

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

Сопротивление соединительной полосы определяется по формуле:

$$R_{\Pi} = \frac{\rho_{\Pi}}{2 \cdot \pi \cdot l_{\Pi}} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot l_{\Pi}^2}{h_{\Pi} \cdot b} \right), \quad (4.7)$$

где  $b$  – ширина полосы,  $b = 1,2$  см;

$l_{\Pi}$  – длина полосы,  $l_{\Pi} = 4200$  см;

$\rho_{\Pi}$  – удельное сопротивление грунта,  $\rho_{\Pi} = 104$  Ом·см;

$h_{\Pi}$  – глубина погружения трубы 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:

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_{\Pi}}{R_{\Pi} \cdot \eta_{\Pi} \cdot R_{\Pi} \cdot \eta_3 \cdot \Pi}, \quad (4.8)$$

где  $\eta_3$  – коэффициент использования труб контура,  $\eta_3 = 0,8$ ;

$\eta_{\Pi}$  – коэффициент использования полосы,  $\eta_{\Pi} = 0,7$ .

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

Предельно допустимое значение заземляющего устройства зависит от характеристики электроустановки и заземляющего объекта, а также от удельного сопротивления грунта  $\rho$ .

Размещается заземление по контуру и соединяется между собой соединительной полосой.

### 4.3.3 Стружка.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную. Стружка скалывания образуется при операциях фрезерования. Сливная стружка образуется при точении, растачивании, сверлении. Она сходит в виде непрерывной ленты и может острыми краями нанести работнику тяжелую травму в виде порезов и попадания в глаза.

Защитой от стружки скалывания применены экраны и щитки, предохраняющие работающего. Станки снабжены пылеотсасывающими системами. При помощи мощной насосной станции отсасывается пыль и стружка из зоны резания и транспортируется по трубопроводу в циклон. Циклон устанавливается на подставке. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки.

Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки используют очки. Уборка стружки руками запрещена. Если не механизирована уборка стружки, то применяют крючки, щетки-сметки. Также под ноги рабочего уложена деревянная решетка, чтобы стружка проваливалась через нее. Рабочему выдается специальная обувь на толстой подошве.

#### 4.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением

Температура воздуха поддерживается постоянной: зимой – за счёт отопительных систем, летом – за счёт вентиляции.

Вентиляция – это организованный воздухообмен в помещениях. По способу перемещения воздуха подразделяется на:

- естественную (аэрация, проветривание);
- механическую (приточная, приточно-вытяжная).

По характеру охвата помещений различают: общеобменную; местную.

По времени действия: постоянно действующая; аварийная.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды,

соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096. Работа оператора связана с рабочей позой стоя, непостоянной ходьбой и сопровождается временным незначительным физическим напряжением и энергозатратами в пределах 121-150 ккал/ч (140-450Вт). В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 она относится к легкой физической работе категории 1б

Применяется приточно-вытяжная вентиляция, т. к. при технологическом процессе обработки идёт малое выделение вредных веществ. У ворот цеха предусмотрена воздушная тепловая завеса, которая образуется при помощи специальной установки путём создания струй воздуха.

По периметру располагают воздуховод, имеющий приточный вентилятор. В нижней части воздуховода имеется щель, под которой на полу располагается решетка канала вытяжки. Струя приточного воздуха, выходя из щели со скоростью не более 25м/с, пронизывает всё воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

Воздушная тепловая завеса используется в холодное время года (ниже минус 15°С) и препятствует проникновению холодного воздуха

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ 12.1.005-88.

#### 4.5 Охрана окружающей среды.

Проблема защиты окружающей среды одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы достигают больших размеров.

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому их очистка не предусмотрена.

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть использованы, как сырьё для промышленной продукции. Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СНИП II -32- 74. Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль сплава по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках. Крупная стружка вывозится в специальное помещение, проходит термообработку и прессуется в брикеты для дальнейшей отправки на металлургический завод.

#### 4.6 Защита в чрезвычайных ситуациях.

Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Потенциальными источниками чрезвычайных ситуаций на данной территории являются:

##### Пожарная безопасность

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб.

Причинами возникновения пожаров в ходе обработки данной детали могут явиться:

- 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:

- организационные – правильная эксплуатация машин, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих.
- технические – соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения.
- режимные – запрещение курения в неустановленных местах, производства электросварочных работ в пожароопасных помещениях.
- эксплуатационные – своевременные профилактические осмотры, ремонты, и испытания.

Тушение пожара производится водяными стволами (ручными и лафетными). Для подачи воды используются устанавливаемые на предприятиях и в населенных пунктах водопроводы. Для того чтобы обеспечить тушение пожара в начальной стадии его возгорания, на водопроводной сети установлены внутренние пожарные краны.

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

Для эвакуации людей при пожаре на участке имеется два эвакуационных выхода. Удаление дыма из горящего помещения

производится через оконные проемы, а также с помощью специальных ДЫМОВЫХ ЛЮКОВ.

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

Степень стойкости здания, а так же конструктивная и функциональная пожарная опасность регламентирует СНиП 21-01-97.

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

Производственные помещения, в которых осуществляется обработка резанием, должны защиты соответствовать требованиям СНиП П–2–80, СНиП П–89–80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП П–92–76. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ улице 12.4.009–83:

1. Огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением – 2 шт;

2. Песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением – 0,5 м<sup>3</sup> ;

3. Кран внутреннего пожарного водопровода – 1 шт;

4. Огнетушитель углекислотный ОУ-8 – 2 шт.

4.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Специальными нормами при механообработке являются расстояния между оборудованием, чистота проходов и проездов, расположение заготовок и оснастки.

В качестве организационных мероприятий предусмотрено следующее.

Технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованы с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на участке обозначены разграничительными линиями белого цвета шириной не менее 100мм. На территории участка проходы, проезды, люки колодцев

должны быть свободными, не загромождаться материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

Заготовки, детали у рабочих мест укладываются на стеллажи и в ящики способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъемных механизмов. Высоту штабелей заготовок на рабочем месте следует выбирать исходя из условий их устойчивости и удобства снятия с них деталей, но не выше 1 м; ширина между штабелями должна быть не менее 0,8 м. Освобождающуюся тару и упаковочные материалы необходимо своевременно удалять с рабочих мест в специально отведенные места.

## Заключение

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них, а именно:

- от поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства.
- приведены параметры микроклимата, которые должны поддерживаться в помещении при производстве работ.
- для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль».
- от механических повреждений стружкой станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией.

В целом же можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма, а так же благоприятствует повышению производительности труда.

## Заключение

В ходе выполнения расчетно выпускной квалификационной работы был разработан техпроцесс механической обработки картер переднего моста для среднейсерийного производства.

При выполнении ВКР деталь и заготовка были проанализированы на технологичность. На основе проведенного анализа был предложен способ получения заготовки из Литье в песчаное – глинистые форм с машинной формовкой, при данной программе выпуска и конструкции детали, который позволил максимально приблизить форму заготовки к форме получаемой детали. За счет этого увеличился коэффициент использования материала и сократился объем обработки, что сказалась на окончательной стоимости детали. Коэффициент использования материала составил  $K_{им}=0,58$ .

При выполнении выпускной квалификационной более рационально построен маршрут обработки детали исходя из условий мелкосерийного производства, с применением современного высокопроизводительного оборудования с ЧПУ и принципа концентрации операций. Спроектированный технологический процесс состоит из 6 операций.

Кроме этого, применение современной оснастки и инструмента позволило сократить время на изготовление детали, которое составило  $\sum T_{шт-к} = 72,93$  мин.

В конструкторской части спроектировано две Вертикально – фрезерное приспособление. Приспособление предназначено для фрезерования, сверления, нарезания резьб, расточивания отверстия на Универсально – фрезерное и Продольно -фрезерное с ЧПУ. Спроектированное приспособление обеспечивает необходимую силу зажима и удовлетворяет требованиям точности.

В организационной части ВКР произведен расчет потребного количества оборудования, которые составило 4 единиц, и определен средний

коэффициент его загрузки  $K_{\text{зо.ср.}}$  равен 9,67%. А также произведен расчет необходимой численности основных, вспомогательных рабочих.

В разделе «Социальная ответственность» разработан необходимой численности основных, вспомогательных рабочих.

Себестоимость детали в условиях разработанного технологического процесса составит 16830,67 руб. для заданной программы выпуска.

## 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.

Дубл.	Взам.	Подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
<i>Приложение А</i>							
<p><i>Комплект документов</i>  <i>на технологический процесс</i>  <i>Картер переднего моста ФЮРА А81082</i></p>							
<p><i>Разраб. Нурмукаев К.Ж.</i> _____  <i>Проб. Сапрыкин А.А.</i> _____  <i>Н. контр. Сапрыкин А.А.</i> _____</p>							









