

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
 Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический  
 Направление подготовки Машиностроение,  
Профиль «Технология, оборудование и автоматизации машиностроительных  
 производств»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

<b>Тема работы</b>
Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.104.00.001

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Богдашкина Юлия Андреевна		

УДК: 621.873.1-21.002

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент	Сапрыкина Наталья Анатольевна	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент	Сапрыкина Наталья Анатольевна	к.т.н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ЮТИ	Лизунков Владислав Геннадьевич	кан.пед.наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ЮТИ	Солодский Сергей Анатольевич	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП Машиностроение Профиль «Технология, оборудование и автоматизации машиностроительных производств»	Сапрыкина Наталья Анатольевна	к.т.н.		

Юрга – 2020 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефте- газодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

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

---

Институт Юргинский технологический  
Направление подготовки Машиностроение  
Профиль «Технология, оборудование и автоматизации машиностроительных  
производств»

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ Сапрыкина Н.А.

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

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Богдашкина Юлия андреевна

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.104.00.001	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 8/с от 31.01.2020г.

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 корпуса редуктора</li><li>2. Служебное назначение.</li><li>3. Программа выпуска 300 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 корпуса.</li> <li>3. Конструирование приспособления.</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 (3 лист А1).</li> <li>2. Карты технологических наладок (2 листа А1).</li> <li>3. Приспособление (1 листа А1).</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта (1 лист А1).</li> <li>5. Социальная ответственность (1 лист А1).</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p><b>Лизунков В.Г.</b></p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p><b>Солодский С.А.</b></p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Реферат</p>	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Сапрыкина Наталья Анатольевна	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Богдашкина Юлия Андреевна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А61	Богдашкина Юлия Андреевна

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Отделение</b>	Промышленных технологий
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 «Машиностроение»

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

1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов.

1) Стоимость приобретаемого оборудования 2600000 руб.

2) Фонд оплаты труда годовой 102251 руб.

3) Производственные расходы 2405008 руб.

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

1. Объем капитальных вложений

2. Расчет прямых и косвенных затрат

4. Определение себестоимости продукции

5. Расчет прибыли, технико-экономическое обоснование

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)**

1. Основные технико-экономические показатели

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОЦТ	Лизунков Владислав Геннадьевич	кан.пед.наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Богдашкина Юлия Андреевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А61	Богдашкина Юлия Андреевна

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»**

:

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p>	<p><i>Технологический процесс механической обработки детали, выполняемый на горизонтально-фрезерном и сверлильно-фрезерно-расточном станках. Применяемые режущие инструменты – лезвийные. Также в технологическом процессе есть слесарные операции. Заготовки в цехе перемещаются в таре с помощью консольного крана</i></p>
<p><i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>ГОСТ 12.1.005-88 Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования .ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.ГОСТ12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности .ГОСТ12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.  ГОСТ12.1.018-93 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования .ГОСТ12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.ГОСТ12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.ГОСТ12.2.007.1-75 Система стандартов безопасности труда. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности.СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95</i></p>

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

<p>2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p>	<p>-физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</p> <p>-действие фактора на организм человека;</p> <p>-приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</p> <p>-предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем –индивидуальные защитные средства)</p>
<p>3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p>	<p>механические опасности (источники, средства защиты);</p> <p>-термические опасности (источники, средства защиты);</p> <p>-электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита -источники, средства защиты);</p> <p>-пожаровзрывобезопасность( причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</p>
<p>4. Охрана окружающей среды:</p>	<p>защита селитебной зоны;</p> <p>-анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</p> <p>-анализ воздействия объекта на гидросферу( сбросы);</p> <p>-анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</p> <p>-разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>
<p>5. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>перечень возможных ЧС на объекте;</p> <p>-выбор наиболее типичной ЧС;</p> <p>-разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</p> <p>-разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</p> <p>-разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>
<p>6.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p>	<p>-специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства</p> <p>;-организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>
<p><b>Перечень графического материала:</b></p>	

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	
--	--

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
и.о. зам. директора-начальник организационного отдела ЮТИ ТПУ	Солодский Сергей Анатольевич	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Богдашкина Юлия Андреевна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 87 страниц, 8 листов графического материала.

Ключевые слова: технологический процесс, деталь, заготовка, режущий инструмент, скорость резания, мерительный инструмент, базирование, припуск, технологическое оборудование, безопасность, себестоимость.

В разделе «Объект и методы исследования» проведены анализ и описание имеющегося производства, служебного назначения детали, расчет годовой производственной программы выпуска изделия и определения типа производства, анализ конструкции изделия на технологичность.

В разделе «Расчеты и аналитика» выполнен выбор баз, разработка маршрута технологического процесса, подбор оборудования и средств технологического оснащения, расчет припусков на обработку, расчет режимов резания, нормирование технологического процесса.

Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» включает расчет технико-экономических показателей производства и себестоимости изготовления детали.

Раздел «Социальная ответственность» предназначенный вопросам безопасной работы на участке, пожарной безопасности экологии.

Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010. Графический материал выполнен в графическом редакторе Компас–3D V16.

## ABSTRACT

Graduation paper contains 87 pages, 8 sheets of graphic material.

Keywords: technological process, part, workpiece, cutting tool, cutting speed, measuring tool, basing, stock, technological equipment, safety, cost.

In the “Object and Research Methods” section, an analysis and description of the existing production, official purpose of the part, calculation of the annual production program for the production of the product and determination of the type of production, analysis of the design of the product for manufacturability are performed.

In the “Calculations and Analytics” section, the selection of bases, the development of the route of the technological process, the selection of equipment and technological equipment, the calculation of allowances for processing, the calculation of cutting conditions, and the normalization of the technological process are made.

The section “Financial Management, Resource Efficiency and Resource Saving” includes the calculation of technical and economic indicators of production and the cost of manufacturing a part.

The section "Social Responsibility" is dedicated to issues of safe work on the site, fire safety of the environment.

The work was done in a Microsoft Word 2010 text editor. The graphic material was made in the Compass – 3D V16 graphic editor.

## Содержание

Введение.....	14
1 Объект и методы исследования.....	15
1.1 Служебное назначение детали.....	15
1.2 Производственная программа выпуска.....	16
1.3 Анализ действующего технологического процесса.....	16
2 Расчеты и аналитика.....	18
2.1 Технологическая часть.....	18
2.1.1 Анализ технологичности объекта производства.....	18
2.1.2 Выбор заготовки и метода ее изготовления.....	20
2.1.3 Составление технологического маршрута обработки.....	25
2.1.4 Выбор баз.....	27
2.1.5 Выбор оборудования и средств технологического оснащения.....	28
2.1.6 Расчет припусков.....	32
2.1.7 Расчет режимов резания.....	36
2.2 Конструкторская часть.....	41
2.2.1 Обоснования конструкции приспособления.....	41
2.2.2 Силовой расчет приспособления.....	41
3 Результаты проведенной разработки.....	45
3.1 Организационная часть.....	45
3.1.1 Нормирование технологического процесса.....	45
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	47
4.1 Расчет объема капитальных вложений.....	47
4.1.1 Стоимость технологического оборудования.....	47
4.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования.....	48
4.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря.....	48
4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений.....	49
4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах.....	49
4.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве.....	50

4.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции.....	50
4.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности.....	50
4.1.9	Денежные оборотные средства .....	51
4.1.10	Сумма капитальных вложений.....	51
4.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции .....	51
4.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов.....	51
4.2.2	Расчет заработной платы производственных работников....	52
4.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих .....	52
4.2.4	Расчет амортизации основных фондов.....	53
4.2.5	Отчисление в ремонтный фонд .....	54
4.2.6	Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования .....	54
4.2.7	Затраты на силовую электроэнергию .....	55
4.2.8	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь .....	55
4.2.9	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих .....	56
4.2.10	Заработная плата административно-управленческого персонала.....	56
4.2.11	Прочие расходы .....	57
4.3	Экономическое обоснование технологического проекта.....	58
5	Социальная ответственность .....	60
5.1	Описание рабочего места. Анализ выявленных вредных и опасных факторов на рабочем участке. ....	60
5.2	Описание вредных и опасных факторов .....	62
5.2.1	Освещение на рабочем участке .....	62
5.2.2	Шум .....	63
5.2.3	Вибрация.....	64
5.2.4	Запылённость и загазованность воздуха .....	65
5.2.5	Защита от стружки.....	66
5.2.6	Защита от электрического тока .....	67
5.2.7	СОЖ.....	68
5.2.8	Движущие изделия и механизмы .....	69

5.3 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций .....	69
5.4 Охрана окружающей среды .....	70
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	71
5.6 Заключение .....	72
Квалиметрическая оценка проекта.....	74
Список использованных источников .....	75
Приложение .....	77

## Введение

Раздел науки, занимающийся исследованием закономерностей технологических процессов изготовления машиностроительных изделий, с целью применения итогов исследования для обеспечения требуемого качества и числа изделий с наивысшими технико-экономическими показателями, именуется технологией машиностроения.

Целью ВКР есть разработка технологического процесса механической обработки корпуса редуктора в условиях среднесерийного производства, расширение и закрепление теоретических знаний, полученных в процессе обучения, необходимость правильно и самостоятельно разрешать задачи инженерного и исследовательского характера, происходящие при разработке технологических процессов изготовления изделий машиностроения и СТО.

В ВКР разработан технологический процесс механической обработки корпуса редуктора КС-4372.104.00.001 в среднесерийном производстве.

Основанием для разработки является задание на базе реальных технологических процессов, действующих на ООО «Юргинский машзавод» на проектирование технологического процесса механической обработки с целью совершенствования базисного технологического процесса. Технологический процесс разрабатывается для условий среднесерийного производства.

## 1. Объект и методы исследования

### 1.1 Служебное назначение детали

В ВКР разрабатывается технологический процесс на изготовление корпуса редуктора с заводским кодом КС-4372.104.00.001

Корпус КС-4372.104.00.001 является базовой деталью механизма раздаточной коробки крана КС-5871, представляющего собой крановую установку на самоходном шасси. Раздаточная коробка служит для включения переднего моста, а так же для понижения или повышения диапазонов при передвижении крана. В данной заготовке уже подготовлены отверстия под пальцы и плоскости под базирование детали.

Отверстие диаметром 150мм и диаметром 130мм на А-А , диаметр 100 мм на Е-Е служат для установки подшипников.

Отверстие диаметром 160мм и диаметром 125мм на Е-Е так же служит для установки насосов.

Плоскости размера 330 на А-А служит для фланцевания крышек, т.е. присоединения фланцев к этим поверхностям.

Поверхность 330мм на Е-Е служит для фланцевания насосов.

Поверхность 330 мм на К(1) заглушки для герметизации корпуса.

Все резьбовые отверстия служат для крепления крышек.

Корпус изготавливается из серого чугуна следующей марки СЧ20 ГОСТ 1412-85. Химический состав соответствует приведённому в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав чугуна СЧ20 ГОСТ 1412-85

С, %	Mn, %	Si, %	Fe	S	P
			не более, %		
3,3÷3,5	0,7÷1,0	1,4÷2,4	93	0,15	0,2

Механические свойства:

Предел прочности при растяжении  $\sigma_b=196$ МПа

Твердость по Бринелю НВ=143-255 Мпа

## 1.2 Производственная программа выпуска.

В соответствии с заданием, количество обрабатываемых в год деталей - 300 штук. Данному количеству обрабатываемых деталей соответствует среднесерийному типу производства (200-1000).

Для среднесерийного производства определяется величина партии запуска

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (1)$$

где  $n$  – величина партии запуска, шт;

$N$  – годовая программа выпуска изделия, шт;

$a$  – период запуска в днях, по рекомендациям [12] принимаем  $a = 6$ ;

$F$  – число рабочих дней в году, для 2019-го года  $F = 247$ .

$$n = \frac{300 \cdot 6}{247} \approx 7 \text{ шт.}$$

Таблица 2 – Поддетальная годовая производственная программа

Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, т	
				на основную программу	на запасные части	всего	детали	на программу с запасными частями
Корпус КС-4372.104.00.001	СЧ20 ГОСТ 1412-79	1	3	300	9	309	$85 \cdot 10^{-3}$	5,4

## 1.3 Анализ действующего технологического процесса.

Выбор баз в технологическом процессе соответствует ГОСТ 21495-75 «Базирование и базы в машиностроении». В операциях 010, 017, 020 базирование заготовки производится в специальном приспособлении на цилиндрический и ромбический пальцы с применением зажима. В операциях

025, 030 базирование производится с центрированием по отверстию, с упором на три неподвижные опоры и с применением зажима. Соблюдаются правила и принципы базирования: правило шести точек и, по возможности, принцип постоянства баз.

В результате анализа можно принять следующие пути улучшения технологического процесса:

а) использовать более точный метод получения заготовки для повышения коэффициента использования материала;

б) применить более прогрессивное оборудование;

в) применить современный режущий инструмент, позволяющий повысить производительность обработки;

г) проанализировать приспособления, присутствующие в базовом технологическом процессе с целью модернизации их для сокращения времени на установку;

д) сократить, по возможности, количество операций.

## 2. Расчеты и аналитика

### 2.1 Технологическая часть

#### 2.1.1 Анализ технологичности объекта производства

Технологичность конструкции изделия рассматривается как совокупность свойств конструкции изделия, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Технологичность конструкции детали находится в зависимости от целесообразного выбора исходной заготовки, технологичностью формы детали, рациональной постановкой размеров, назначением оптимальной точности размеров, форм и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований. Технологичность детали зависит от типа производства, выбранного технологического процесса, оборудования и оснастки, организации производства, а также условий работы детали, сборочной единицы в изделии и критерий ремонта.

Технологичность детали оценивается с точки зрения использования наиболее простых инструментов, способов обработки, доступности поверхности для обработки и измерения, удобства и надежности базирования детали при обработке.

Технологичность конструкции деталей оценивается качественно и количественно по ГОСТ 14.201-83 и ГОСТ 14.202-83.

Чертеж содержит нужное количество видов детали, а еще разрезы и выносные составляющие элементы. Размеры на чертеже определяют геометрическую форму и пространственное положение обрабатываемых поверхностей. Деталь не имеет замкнутых размерных цепей. Шероховатость, точность и допуски пространственных отклонений поверхностей назначены в согласовании с их эксплуатационным назначением. Технические требования на чертеже всецело аргументированы.

В качестве заготовок для получения детали КС-4372.104.00.001 на заводе грузоподъемных машин принята отливка из материала СЧ20, получаемая методом литья в землю. Этот вид получения заготовки является оптимальным для данной детали.

Большинство поверхностей детали позволяют вести обработку на проход, к большинству поверхностей есть свободный доступ со стороны инструмента. В детали нет плоскостей, находящихся под углами, все плоскости или параллельны, или перпендикулярны друг другу. Детали не имеют отверстий, находящихся не под прямым углом к плоскости входа инструмента. В детали имеются глухие резьбовые отверстия, что является нетехнологичным. В детали отсутствует внутренняя резьба большого диаметра.

В детали есть достаточные по размерам базовые поверхности для установки в приспособлениях.

Из выше изложенного можно сделать вывод, что по итогам качественной оценки данная деталь технологична.

Для определения количественной оценки технологичности детали используют несколько коэффициентов.

Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_z} \geq 0,7, \quad (2)$$

Где  $m_d$  – масса детали, кг;

$m_z$  – масса заготовки, кг.

$$K_{им} = \frac{85}{117} = 0,726.$$

По данному показателю деталь не считается технологичной.

Коэффициент точности обработки находится по формуле

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{A_{ср}} \geq 0,8, \quad (3)$$

Где  $A_{ср}$  – средний квалитет точности [6].

$$A_{cp} = \frac{n_1 + 2 \cdot n_2 + 3 \cdot n_3 + \dots + 19 \cdot n_{19}}{\sum_{i=1}^{19} n_i}, \quad (4)$$

где  $n_i$  – количество поверхностей детали точно в соответствии от 1 по 19-му квалитетам.

где  $n_i$  – числа размеров соответствующего квалитета, в данном случае 8 квалитет 6 размеров, 7 квалитет 4 размера, 14 квалитет 5 размеров.

$$A_{cp} = \frac{\sum A \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 19 n_{19}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{19}} = \frac{6 \cdot 8 + 4 \cdot 7 + 5 \cdot 14}{15} = 9,73$$

$$K_{т.ч} = 1 - \frac{1}{9,73} = 0,897.$$

По этому показателю деталь есть технологична.

Коэффициент шероховатости определяется по следующей формуле:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} \leq 0,32 \quad (5)$$

где  $B_{cp}$  средний класс шероховатости и равен:

$$B_{cp} = \frac{\sum B \cdot n_{ш}}{\sum n_{ш}} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 14 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{14}} \quad (6)$$

где  $B$ -класс шероховатости,  $n_{ш}$ -число поверхностей соответствующего класса шероховатости, в данном случае Ra1,25 -1 поверхность, Ra2,5 -3 поверхности, Ra3,2- 2 поверхности, Ra6,3- 6 поверхностей, Ra12,5 -13 поверхность.

$$B_{cp} = \frac{\sum B \cdot n_{ш}}{\sum n_{ш}} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 14 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{14}} = \frac{2,5 \cdot 6 + 6,3 \cdot 44}{50} = 5,844_{мкм} \quad K_{ш} = \frac{1}{5,844} = 0,17$$

По этому показателю деталь является технологична.

Исходя из анализа качественной и количественной оценки детали на технологичность – деталь считается технологичной.

### 2.1.2 Выбор заготовки и метода её изготовления

Исходными данными для выбора способа получения отливки « Корпус » и разработки технологии литья есть масса отливаемой детали и

технические критерия на ее изготовление. В технических критериях есть требования, предъявляемые к отливке по качеству сплава, точности размеров, указываются условия испытания и приемки отливок. В последующем технологию разрабатывают применительно к производственным возможностям литейного цеха с учетом всего имеющегося оснащения.

Техническим условиям, требованиям, предъявляемым к отливке «Корпус» по качеству, точности размеров, а еще финансовой целесообразности при мелкосерийном виде производства отливок «Корпус» возможно использование двух методов: литье в песчано-глинистые формы и литье в песчано-глинистые формы с машинной формовкой.

Проведём параллель разновидностей выбора заготовки на базе экономического расчёта по формуле технологической себестоимости детали:

В случае если при смене заготовки объем дальнейшей механической обработки изменится несущественно, варианты сравниваются по стоимости заготовки:

$$C_{загi} = \alpha_i Q_3 m_0 \quad (7)$$

Где  $Q_3$  – масса материала заготовки получаемый выбранным способом, кг.

$m_0$  – цена 1-го килограмма заготовки, изготовленной базовым способом, руб.

$\alpha_i$  – коэффициент относительной 1 кг заготовки, изготовленной выбранным способом.

$$\alpha_i = k_T k_C k_B k_M k_{II} \text{ для отливок.}$$

Где  $k_T$  – коэффициент, зависящий от класса точности заготовки:

$k_C$  – от группы сложности;

$k_B$  – от массы заготовки;

$k_M$  – от марки материала;

$k_{II}$  – от объема производства

Величина  $Q_3$  оценивается по формуле:

$$Q_3 = \frac{Q_0}{K_{им}} \quad (8)$$

Где  $Q_0$  – масса детали по рабочему чертежу

Сравниваем способы изготовления заготовки на базе экономического расчета по формуле технологической себестоимости детали по:

$$S_T = \frac{m_0}{K_{им}} [C_{заг} + C_C(1 - K_{им})] \quad (9)$$

Где  $K_{им}$  – проектный коэффициент использования материала заготовки и рассчитывается по формуле 1.2.

$C_{заг} = 77,3$  руб/кг – стоимость 1 кг материала отливки, полученной литьем в песчано-глинистые формы в руб/кг [1];

$C_{заг} = 120$  руб/кг – стоимость 1 кг материала отливки, полученной литьем в песчано-глинистые формы с машинной формовкой, руб/кг [1];

$C_C = 99$  руб/кг – цена срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению [1];

$m_0$  – масса детали, кг.

Проведем сравнительный анализ приведенных методов получения заготовки для проектируемой детали по экономическому эффекту и затратам на изготовление заготовок.

Расчет заготовки, получаемый литьем в песчано-глинистые формы с машинной формовкой.

Определяем массу заготовки

$$m_{заг} = m_д + m_с \quad (10)$$

где  $m_д$ ,  $m_с$  – масса детали и стружки.

$$m_с = V \cdot \rho, \quad (11)$$

где  $V$  – объем заготовки;

$\rho = 7,8$  г/см<sup>3</sup> – плотность материала.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6$$

$$V_1 = 38,4 \cdot 0,35 \cdot 33 + 29 \cdot 0,35 \cdot 33 = 778 \text{ см}^3$$

$$V_2 = 0,35 \cdot 2 \cdot 33 \cdot 42 = 970,2 \text{ см}^3$$

$$V_3 = 13^2 \cdot 0,785 \cdot 3,2 - 12,2^2 \cdot 0,785 \cdot 3,2 = 42,8$$

$$V_4 = 15^2 \cdot 0,785 \cdot 3,2 - 14,3^2 \cdot 0,785 \cdot 3,2 = 48,3 \text{ см}^3$$

$$V_5 = 16^2 \cdot 0,785 \cdot 3,2 - 15,3^2 \cdot 0,785 \cdot 3,2 = 52,6 \text{ см}^3$$

$$V_6 = 0,4 \cdot 38,4 \cdot 2 \cdot 42 = 1290 \text{ см}^3$$

$$V = 778 + 970,2 + 42,8 + 48,3 + 52,6 + 1290 = 3655 \text{ см}^3$$

$$m_c = 3655 \cdot 7,85 = 28866 \text{ г} = 28,8 \text{ кг}$$

$$m_{\text{заг}} = 85 + 28,8 = 113,8 \text{ кг}$$

-класс точности отливки 11;

-допуск массы отливки для класса точности 11 не больше 16%.

$$K_{\text{ум}} = \frac{85}{113,8} = 0,746$$

Рассчитаем массу заготовки получаемой литьем в песчано-глинистые формы с ручной формовкой.

Определяем массу заготовки

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6$$

$$V_1 = 38,4 \cdot 0,45 \cdot 33 + 29 \cdot 0,45 \cdot 33 = 1000,9 \text{ см}^3$$

$$V_2 = 0,45 \cdot 2 \cdot 33 \cdot 42 = 1247 \text{ см}^3$$

$$V_3 = 13^2 \cdot 0,785 \cdot 3,2 - 12,2^2 \cdot 0,785 \cdot 3,2 = 50,6$$

$$V_4 = 15^2 \cdot 0,785 \cdot 3,2 - 14,2 \cdot 0,785 \cdot 3,2 = 58,6 \text{ см}^3$$

$$V_5 = 16^2 \cdot 0,785 \cdot 3,2 - 15,2 \cdot 0,785 \cdot 3,2 = 62,6 \text{ см}^3$$

$$V_6 = 0,45 \cdot 38,4 \cdot 2 \cdot 42 = 1451 \text{ см}^3$$

$$V = 1000,9 + 1247 + 50,6 + 58,6 + 62,6 + 1451 + 3870,7 \text{ см}^3$$

$$m_c = 3870,7 \cdot 7,85 = 30384 \text{ г} = 30,38 \text{ кг}$$

$$m_{\text{заг}} = 85 + 30,38 = 115,38 \text{ кг}$$

-класс точности отливки 11;

-допуск массы отливки для класса точности 11 не больше 16%.

$$K_{\text{им}} = \frac{85}{115,38} = 0,74$$

Себестоимость изготовления детали находится суммой расходов на исходную заготовку и её механическую обработку, в следствии этого в конечном счёте важно обеспечить сокращение всей суммы, а не одной её составляющих. Способ получения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, серийностью производства, а еще экономичностью изготовления.

Сравниваем методы изготовления заготовки на базе финансового расчета по формуле технологической себестоимости детали:

$$S_T = \frac{m_d}{K_{\text{им}}} \cdot [C_{\text{заг}} + C_c \cdot (1 - K_{\text{им}})], \quad (12)$$

где где  $K_{\text{им}}$  – проектный коэффициент использования материала заготовки;

$C_{\text{заг}} = 77,3$  руб/кг – цена 1 кг материала отливки, полученной литьем в песчано-глинистые формы в руб/кг [1];

$C_{\text{заг}} = 120$  руб/кг – стоимость 1 кг материала отливки, полученной литьем в песчано-глинистые формы с машинной формовкой, руб/кг [1];

$C_c = 99$  руб/кг – цена срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению [1];

$m_d$ - масса детали, кг.

Рассчитываем отливку получаемую литьем в песчано – глинистые формы с ручной формовкой.

Для данной отливки принимаем  $m_d = 85$  кг,  $m_{заг} = 115,38$  руб.

$$K_{и.м} = 85 / 115,38 = 0,734.$$

$$S_T^I = \frac{85}{0,734} \cdot [77,3 + 99 \cdot (1 - 0,734)] = 12000 \text{ руб.}$$

Рассчитываем отливку получаемую литьем в песчано – глинистые формы с машинной формовкой.

Для данной отливки принимаем  $m_d = 85$  кг,  $m_{заг} = 113,8$  кг

$$K_{и.м} = 85 / 113,8 = 0,746.$$

$$S_{заг}^{II} = \frac{85}{0,746} \cdot [77,3 + 99 \cdot (1 - 0,746)] = 11672 \text{ руб.}$$

Примерную экономическую прибыль определяем по формуле:

$$\mathcal{E} = (S_T^I - S_T^{II}) \cdot N, \quad (5.6) \quad (13)$$

где  $N = 309$  - годовая программа выпуска, шт.

$$\mathcal{E} = (12000 - 11672) \cdot 309 = 101352 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость второго варианта получения заготовки незначительно меньше технологической себестоимости первого варианта. Беря во внимание данный момент, в качестве способа получения заготовки выбираем литьё в песчано – глинистые формы с машинной формовкой.

Окончательно принимаем метод получения заготовки как литье в песчано – глинистые формы с машинной формовкой, так как он дешевле в изготовлении.

### 2.1.3 Составление технологического маршрута обработки

На основании действующего технологического процесса обработки в условиях ООО «Юргинский машзавод», а также с учетом принятой годовой производственной программой и выбранного способа получения заготовки составляет маршрутный технологический процесс изготовления детали корпус КС4372.104.00.001( табл. 3)

Таблица 3 – Технологический маршрут обработки детали

№ опер	Наименование и содержание операции	Оборудование
005	<p>Горизонтально - расточная.</p> <p>Позиция 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расточить 2 отверстия <math>\varnothing 97H14</math> на длину <math>30\pm 1,5</math>;</li> <li>2. Расточить отверстие <math>\varnothing 122H14</math> на длину <math>32\pm 1,5</math>;</li> <li>3. Расточить отверстие <math>\varnothing 157 H14</math> на длину <math>32\pm 1,5</math>;</li> <li>4. Расточить отверстие <math>\varnothing 127H14</math> на длину <math>32\pm 1,5</math>;</li> <li>5. Расточить отверстие <math>\varnothing 147H14</math> на длину <math>32\pm 1,5</math>;</li> </ol> <p>Позиция 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расточить 2 отверстия <math>\varnothing 147H14</math> на длину <math>32\pm 1,5</math>;</li> </ol>	2611Ф2 станок с подвижной стойкой с ЧПУ
010	<p>Слесарная.</p> <p>Снять заусенцы, острые кромки притупить.</p>	Торцевая металлическая щетка
015	<p>Сверлильно-фрезерная расточная.</p> <p>Позиция 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Центровать 20 отверстий;</li> <li>2. Сверлить 4 отверстия <math>\varnothing 10,2</math> на глубину <math>26^{+2}</math>;</li> <li>3. Нарезать резьбу M12-7H на длину <math>20^{+2}</math>;</li> <li>4. Сверлить 4 отверстия <math>\varnothing 6.7</math> на длину <math>17^{+2}</math>;</li> <li>5. Нарезать резьбу M8-7H на длину <math>12^{+2}</math>;</li> <li>6. Сверлить 8 отверстий <math>\varnothing 14</math> на проход;</li> <li>7. Нарезать резьбу M16-7H на длину <math>24^{+2}</math>;</li> <li>8. Сверлить 4 отверстия <math>\varnothing 17,5</math> на проход;</li> <li>9. Нарезать резьбу M20-7H на проход;</li> <li>10. Зенковать фаски <math>1,6 \times 45</math> отверстия M12-7H и M8-7H;</li> <li>11. Зенковать фаску <math>2 \times 45</math> отверстия M16-7H;</li> <li>12. Зенковать фаску <math>2,5 \times 45</math> отверстия M20-7H;</li> <li>13. Расточить отверстие <math>\varnothing 159,7H9</math>;</li> <li>14. Расточить отверстие <math>\varnothing 160H8</math> на длину <math>32\pm 1,5</math>;</li> </ol>	Сверлильно-фрезерно-расточной станок мод. ИР800МФ4

	<p>15. Расточить 2 отверстия <math>\varnothing 99,7</math> Н9 на длину <math>30 \pm 1,5</math>;</p> <p>16. Расточить 2 отверстия <math>\varnothing 100</math> Н8 на длину <math>30 \pm 1,5</math>;</p> <p>17. Расточить отверстие <math>\varnothing 129,7</math> Н9;</p> <p>18. Расточить отверстие <math>\varnothing 130</math> Н7 на длину <math>32 \pm 1,5</math>;</p> <p>19. Расточить отверстие <math>\varnothing 149,7</math> Н9;</p> <p>20. Расточить отверстие <math>\varnothing 150</math> Н7 на длину <math>32 \pm 1,5</math>;</p> <p>21. Расточить отверстие <math>\varnothing 124,7</math> Н9;</p> <p>22. Расточить отверстие <math>\varnothing 125</math> Н8 на длину <math>32 \pm 1,5</math>;</p> <p>Позиция 2</p> <p>23. Центровать 23 отверстия;</p> <p>24. Сверлить 12 отверстия <math>\varnothing 10,2</math> на глубину <math>26^{+2}</math>;</p> <p>25. Нарезать резьбу М12-7Н на длину <math>20^{+2}</math>;</p> <p>26. Сверлить 6 отверстия <math>\varnothing 6,7</math> на длину <math>17^{+2}</math>;</p> <p>27. Нарезать резьбу М8-7Н на длину <math>12^{+2}</math>;</p> <p>28. Сверлить 4 отверстия <math>\varnothing 17,5</math> на проход;</p> <p>29. Нарезать резьбу М20-7Н на проход;</p> <p>30. Зенковать фаски 1,6x45 отверстия М12-7Н и М8-7Н;</p> <p>31. Зенковать фаску 2,5x45 отверстия М20-7Н;</p> <p>32. Расточить 2 отверстия <math>\varnothing 149,7</math> Н9;</p> <p>33. Расточить 2 отверстия <math>\varnothing 150</math> Н7 на длину <math>32 \pm 1,5</math>;</p>	
--	--	--

#### 2.1.4 Выбор баз

Под базированием понимают придание заготовке требуемого положения относительно станка и инструмента.

Базирование имеет большое значение с точки зрения обеспечения заданной точности обработки. При разработке схемы базирования решают вопросы выбора и размещения опорных точек.

Операция 015 Сверлильно-фрезерно-расточная.

Базирование осуществляется на два пальца, один из которых срезанный, и по плоскости корпуса. Данную схему базирования применяем также для операции 005 Горизонтально - расточная.

Погрешность базирования для диаметральных размеров  $\epsilon_6=0$ . Для линейных размеров  $\epsilon_6=0$ , т.к. установочная и измерительная базы совпадают.

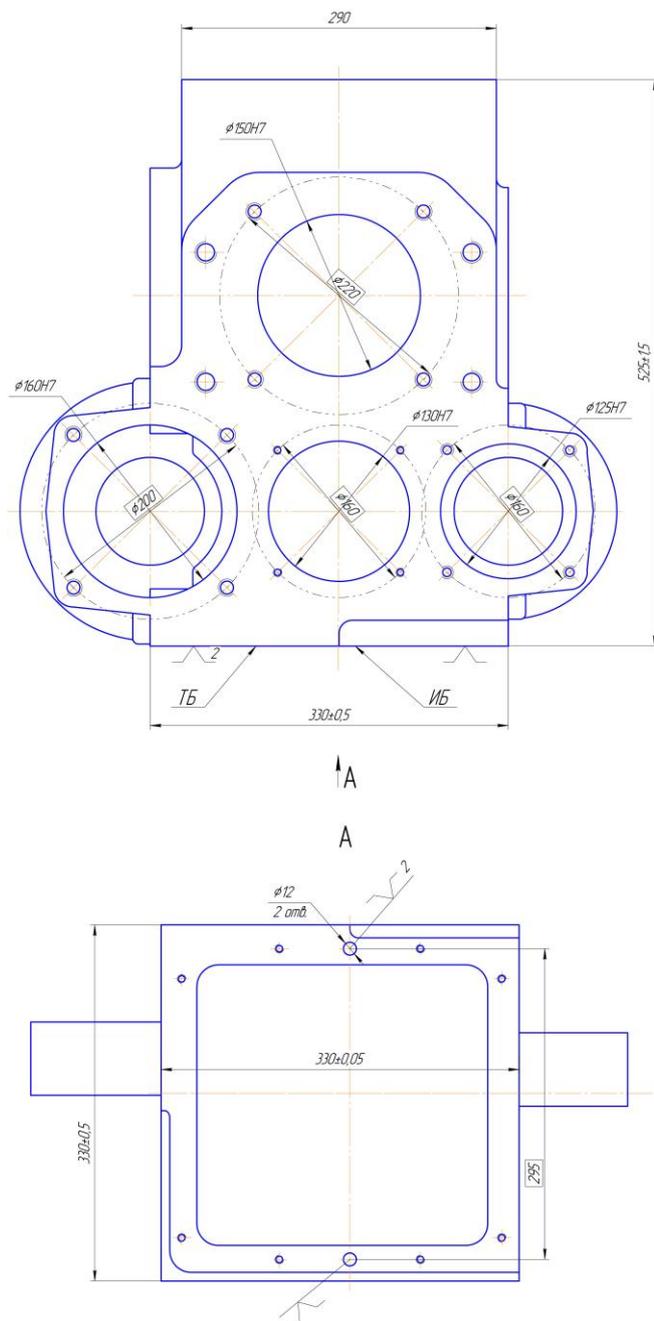


Рисунок 1 Схема базирования для операции 005 и 015.

## 2.1.5 Выбор оборудования и средств технологического оснащения

## Оборудование

Операция 005 Горизонтально - расточная.

2611Ф2 станок горизонтально-расточной с подвижной стойкой с ЧПУ

Технические характеристики станка

Таблица 4 – Характеристики станка

Внутренний конус шпинделя, мм	40
Наибольший диаметр растачивания, мм	250
Частота вращения шпинделя, об/мин	12,5...1250
Пределы подач стола, стойки, шпинделя, бабки и поворота стола, мм/мин	2...1600
Число управляемых осей координат (всего/ одновременно) ,	5/2
Дискретность отсчета по осям координат X', Y', Z', мм	0,01
Электродвигатель привода шпинделя: , кВт, об/мин	8, 1500
Скорости быстрых перемещений, мм/мин	5000
Габаритные размеры станка, мм	4200 X5150X2880
Вес станка, кг	12800

Операция 015 Сверлильно фрезерная расточная.

Сверлильно-фрезерно-расточной станок мод. ИР800МФ4.

Таблица 5 – Характеристики станка

Размеры рабочей поверхности стола (ширина×длина), мм	800×800
Наибольшие перемещения стола, мм:	
продольное(ось Z)	800
поперечное( ось X)	11000
перемещение вертикальное шпиндельной бабки( ось Y)	710
Расстояние от оси шпинделя до стола, мм	50..760
Предельная нагрузка на стол (по центру), кг	150
Вместимость инструментального магазина, шт	30
Количество скоростей шпинделя	89

Частота вращения шпинделя, об/мин	21,2-3000
Рабочие подачи, мм/мин	1-3200
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	18
Наибольший крутящий момент, Нм	630
Конус шпинделя для крепления инструмента 7:24	50
Габаритные размеры, мм:	
длина	6885
ширина	3750
высота	3445
Вес станка	10.05 т

Выбор средств технологического оснащения

Таблица 6 – Выбор технологического оснащения

Номер операции	Оснастка	Количество
005	Позиция 1 1. Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02.	1
	2. Расточной блок 2192-4010-01.	1
	Позиция 1 3. Центровочное сверло Ø8 2φ 90° P6M5, цанговый патрон DIN 69871540ER 16H70, цанга ER 16D08	1
	4. Сверло SCD 102-040-120 ACP3N, оснастка BT50 HYDRO 12X 1	1
	5. Метчик TPG M-12X1.75-M, специальный патрон GTIN ER32 ISO 12.00X8.30	1

015	6. Сверло SCD 067-024-080 АСР3N, оснастка BT50 HYDRO 8X110	1
	7. Метчик TPG M-8X1.25-M, специальный патрон GTIN ER32 ISO 8.00X6.30	1
	8. Сверло SCD 140-043-140 AP3, оснастка BT50 HYDRO 14X110	1
	9. Метчик TPG M-16X2.0-M, специальный патрон GTIN ER32 DIN 12.00X9.00	1
	10. Сверло SCD 175-051-180 AP3, оснастка BT50 HYDRO18 X110	1
	11. Метчик TPG M-20X2.5-M, специальный патрон TCC #2 DIN 16X12	1
	12. Зенковка ECF D-4/45-4C10, оснастка BT50 SRKIN 10X100 CX	1
	13. Зенковка T245 ELN D12-4-C16-05, оснастка BT40 HYDRO 16X72.5 HD, пластина SCMT 09T308-19	1
	14. Оправка расточная ГОСТ 25827 6300-4013-02, расточной блок 2192-4010-01	1
	15. Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02, расточной блок 2192-4012	1
	Позиция 2	
	16. Центровочное сверло Ø8 2φ 90° P6M5, цанговый патрон DIN 69871540ER 16H70, цанга ER 16D08	1
	17. Сверло SCD 102-040-120 АСР3N, оснастка BT50 HYDRO 12X 1	1
	18. Метчик TPG M-12X1.75-M, специальный патрон GTIN ER32 ISO 12.00X8.30	1
	19. Сверло SCD 067-024-080 АСР3N, оснастка BT50 HYDRO 8X110	1
	20. Метчик TPG M-8X1.25-M, специальный патрон GTIN ER32 ISO 8.00X6.30	1

21.	Сверло SCD 175-051-180 AP3, оснастка BT50 HYDRO 18X110	1
22.	Метчик TPG M-20X2.5-M, специальный патрон TCC #2 DIN 16X12	1
23.	Зенковка ECF D-4/45-4C10, оснастка BT50 SRKIN 10X100 CX	1
24.	Зенковка T245 ELN D12-4-C 16-05, оснастка BT40 HYDRO 16X72.5 HD, пластина SCMT 09T308-19	1
25.	Оправка расточная ГОСТ 25827 6300-4013-02, расточной блок 2192-4010-01	1
26.	Оправка расточная ГОСТ 25827 6300-4013-02, расточной блок 2192-4012	1
27.	Пробка ПР Ø130H7 8140-0119 ГОСТ 4822-69	1
28.	HE Ø130H7 8140-0180 ГОСТ 4823-69	1
29.	ПР Ø150H7 8140-0002 ГОСТ 14820-69	1
30.	HE Ø150H7 8140-0059 ГОСТ 14821-69	1
31.	Пробка M8-7H	1
32.	Пробка 20-7H	1
33.	Пробка 12-7 H	1
34.	Пробка 16-7H	1
35.	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-80	1
36.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80	1
37.	Калибр-соосности	1
38.	Очки ГОСТ 12.4.013-85	1

#### 2.1.6 Расчет припусков

Расчёт припусков выполняется по аналитическому способу. Этот способ основан на определении min. припуска, который находится по формуле.

Для односторонней обработки.

$$z_{\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}. \quad (14)$$

Для двухсторонней обработки.

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (15)$$

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

$\Delta_{i-1}$  – суммарное пространственное отклонение, получаемое на предыдущем технологическом переходе;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Для удобства расчета данным методом предусмотрено заполнение специальной таблицы 6

Очередность заполнения таблицы:

- заполняем 1-ый столбец таблицы, в котором показываем технологические переходы в принятой последовательности;
- для каждого перехода находим значения каждой составляющей формулы;
- по формулам (1) или же (2) находим  $Z_{\min}$  для всех переходов;
- для конечного перехода записываем минимальный предельный размер по чертежу;
- для предыдущих переходов находим расчетный размер, прибавляя к нему  $Z_{\min}$ ;
- записываем наименьшие предельные размеры по всем переходам, округляя их увеличением до знака допуска;
- определяем наибольшие предельные размеры, прибавляя допуск на соответствующий размер;
- определяем  $Z_{\max}$  как разницу наибольших размеров,  $Z_{\min}$  как разницу наименьших размеров;
- определяем общий наибольший и наименьший припуск;
- проверяем правильность расчета по правилу: разница допусков должна быть равна разнице припусков.

Рассчитаем припуск на обработку для отверстия диаметром  $150H7^{(+0,04)}$  (таблица 7).

Таблица 7 – Припуск на поверхность  $150H7^{(+0,04)}$

Поверхность детали	Чистота поверхности, квалитет	Допуск на размер, мкм	Элементы припуска, мкм	
			Rz	h
Литье	-	1800	250	250
Точение черновое	14	1000	50	50
Точение чистовое	9	100	25	25
Растачивание	7	40	2.5	-

Суммарные отклонения находим по формуле.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma_k}^2 + \Delta_{\Delta}^2}, \quad (16)$$

где  $\Delta_k$  – общее отклонение оси от прямолинейности определяется по формуле 1.17;

$\Delta_{\Delta}$  – смещение оси заготовки в результате погрешности центрирования находится по формуле 1.18.

$$\Delta_{\Sigma_k} = \Delta_k \cdot L, \quad (17)$$

где  $\Delta_k = 700$  мкм – кривизна поверхности в зависимости от степени коробления;

$L = 32$  мм – длина участка.

$$\Delta_{\Sigma_k} = 0,7 \cdot 32 = 22,4 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\Delta} = 0,25 \cdot Td, \quad (18)$$

где  $Td = 2800$  мм – допуск на диаметральный размер базы заготовки, использованной при центрировании.

$$\Delta_{\Delta} = 0,25 \cdot 1800 = 450 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{22,4^2 + 450^2} = 450 \text{ мкм.}$$

Остаточная величина пространственного отклонения после предварительной обработки определяется по формуле.

$$\Delta_i = K_y \Delta_{i-1}, \quad (19)$$

Где  $K_y$  – коэффициент уточнения формы.

$K_{y1} = 0,06$  – для черного растачивания;

$K_{y2} = 0,04$  – для чистового растачивания;

$K_{y3} = 0,02$  – для растачивания.

$$\Delta_1 = K_{y1} \cdot \Delta_3 = 0,06 \cdot 450 = 27 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_2 = K_{y2} \cdot \Delta_1 = 0,04 \cdot 27 = 1 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_3 = K_{y3} \cdot \Delta_2 = 0 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки  $\varepsilon = 0$  мкм.

Дальше выполняется расчёт наименьших значений межоперационных припусков по формуле (2.7).

Минимальный припуск под точение черновое.

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot (250 + 250 + \sqrt{450^2 + 0^2}) = 1800 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под точение чистовое.

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot (50 + 70 + \sqrt{27^2 + 0^2}) = 250 \text{ мкм.}$$

Для предыдущих переходов определяем расчетный размер, вычитая из последующего размера  $Z_{\min}$ .

Для чистового растачивания

$$150 - 2 \cdot 0,051 = 149,898 \text{ мм}$$

Для черного фрезерования

$$149,898 - 2 \cdot 0,140 = 149,618 \text{ мм}$$

$$\text{Для заготовки } 149,6 - 2 \cdot 1,226 = 147,166 \text{ мм}$$

Записываем наибольшие предельные размеры, округляя их до знака допуска.

Определяем наименьшие размеры, вычитая допуск.

Результаты расчетов сводим в таблицу 8.

Таблица 8 – Припуски на механическую обработку

Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2 \cdot Z_{\text{min}}$ мкм	Расчетный размер $d_p$ , мм	Допуск на изготовление $T_d$ , мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	$R_z$	$h$	$\Delta$	$\varepsilon$				$d_{\text{min}}$	$d_{\text{max}}$	$2 \cdot Z_{\text{min}}$	$2 \cdot Z_{\text{max}}$
Диаметр 150H7 <sup>(+0,04)</sup>											
Отливка	250	250	523	-	1800	-	147,166	145,3	147,1	-	-
Точение черновое	50	50	31	504	1000	2×1226	149,61	148,6	149,6	2500	3300
Точение чистовое	25	25	1,55	25,2	250	2×140	149,872	149,65	149,9	300	1050
Растачивание	2,5	-	-	1	40	2×51	150	150	150,04	140	350

Проверка правильности расчётов проводится по формуле.

$$Z_{o \text{ max}} - Z_{o \text{ min}} = Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}}. \quad (20)$$

$$4700 - 2940 = 1800 - 40,$$

$$1760 = 1760.$$

Значит, расчёт припусков произведён верно.

### 2.1.7 Расчет режимов резания

1. Центровать 43 отверстий [8].

Центровочное сверло Ø8.

Материал режущей части: P6M5.

Глубина сверления:  $t=2$  мм.

Подача:

$$S = \frac{S_{\text{табл.макс}} + S_{\text{табл.мин}}}{2} \quad (21)$$

$$S = \frac{0,36 + 0,27}{2} = 0,315 \text{ мм / об.}$$

Назначаем  $S_{\text{ст}}=0,32$  мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D_{\text{сп}}^q}{T_s^m \cdot S_{\text{сп}}^y} \cdot K_v, \quad (22)$$

где  $C_v=40,7$ ;  $q=0,25$ ;  $y=0,40$ ;  $m=0,125$ ;  $K_v=1$ ;  $T=35$  мин.

$$V = \frac{40,7 \cdot 8^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,32^{0,40}} \cdot 1 = 69 \text{ м / мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 69}{3,14 \cdot 8} = 2500 \text{ об / мин} \quad (23)$$

Принимает  $n_{\text{ст}}=2500$  об/мин.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\phi} \cdot n_{\text{ст}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 2500}{1000} = 63 \text{ м / мин}$$

Осевая сила резания:

$$P_0 = 10C_P \cdot D_{\text{св}}^q \cdot S_{\text{ст}}^y \cdot K_{\text{мр}} = 10 \cdot 9,8 \cdot 8^1 \cdot 0,32^{0,7} \cdot 1 = 353 \text{ Н} \quad (24)$$

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = 10C_M \cdot D_{\text{св}}^q \cdot S_{\text{ст}}^y \cdot K_{\text{мр}} = 10 \cdot 0,005 \cdot 8^2 \cdot 0,32^{0,8} \cdot 1 = 1,28 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Эффективная мощность:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n_{\text{ст}}}{9750} = \frac{1,28 \cdot 2500}{9750} = 0,32 \text{ кВт} \quad (25)$$

$$N \leq N_{\text{дв}} \cdot n_{\text{ст}} - \text{условие выполняется.}$$
$$0,32 \leq 19,04$$

Основное время:

$$T_0 = \frac{L}{n_{cm} \cdot S_{cm}} = \frac{2}{2500 \cdot 0,32} = 0,003 \text{ мин.} \quad (26)$$

2. Расточить 2 отверстия Ø149,7Н9 [8].

Получистовой проход:

Глубина резания:  $t=1,2$  мм.

Подача:  $S=0,9$  мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (27)$$

где  $C_v=218,7$ ;  $y=0,40$ ;  $x=0,15$ ;  $m=0,20$ ;  $K_v=0,75$ ;  $T=60$  мин.

$$V = \frac{218,7}{60^{0,20} \cdot 1,2^{0,15} \cdot 0,9^{0,40}} \cdot 1 = 97 \text{ м / мин}$$

Сила резания:

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (28)$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 1,2^1 \cdot 0,9^{0,75} \cdot 97^0 \cdot 1,12 = 1027 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 54 \cdot 1,2^{0,9} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 97^0 \cdot 1,4 = 740 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 46 \cdot 1,2^1 \cdot 0,9^{0,4} \cdot 97^0 \cdot 1,4 = 660 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = 1,8 \text{ кВт} \quad (29)$$

Таблица 9 – Режимы резания и основное время операций

Операция, содержание перехода	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	T <sub>о</sub> , мин	P, кВт
Операция 005 Позиция 1						
Расточить 2 отверстия Ø97 Н14;	1,5	0,9	80	200	0,8	1,3
Расточить отверстие	1,5	0,9	79,7	200	0,86	1,3

ø122 Н14 на длину 32±1,5;							
Расточить отверстие ø157 Н14 на длину 32±1,5;	1,5	0,9	80	200	0,98	2,6	
Расточить отверстие ø127Н14 на длину 32±1,5;	1,5	0,9	79,8	200	0,88	1,3	
Расточить 2 отверстия ø147 Н14 на длину 32±1,5;	1,5	0,9	80	200	0,96	1,6	
Операция 005 Позиция 2							
Расточить 2 отверстия ø147Н14 на длину 32±1,5;	1,5	0,9	80	200	0,96	1,6	
Операция 015 Позиция 1							
Центровать 20 отверстий;	2	32	69	2500	0,06	0,32	
Сверлить 4 отверстия ø10,2 на глубину 26 <sup>+2</sup> ;	5,25	0,42	95	2965	0,02	2,97	
Нарезать резьбу М12-7Н на длину 20 <sup>+2</sup> ;	0,94	1,75	7,85	125	0,46	0,8	
Сверлить 4 отверстия ø6.7 на длину 17 <sup>+2</sup> ;	3,23	0,33	63,2	2957	0,02	1,07	
Нарезать резьбу М8-7Н на длину 12 <sup>+2</sup> ;	0,75	1,5	7,8	250	3,21	1,1	
Сверлить 8 отверстий ø14 на проход;	7,2	0,48	95	2160	0,03	4,53	
Нарезать резьбу М16-7Н на длину 24 <sup>+2</sup> ;	2,5	2,5	7,85	125	1,52	1,3	
Сверлить 4 отверстия ø17,5 на проход;	7,2	0,48	95	2160	0,03	6,23	
Нарезать резьбу М20-7Н на проход;	2,5	2,5	7,85	125	1,52	0,8	
Зенковать фаски 1,6 x 45 отверстия М12-7Н и М8-7Н;	1,6	1,3	53	550	0,031	0,04	

Зенковать фаску 2x45 отверстия М16-7Н;	2	0,9	26,2	450	0,02	0,06
Зенковать фаску 2,5 x 45 отверстия М20-7Н ;	2,5	0,75	25,1	385	0,02	0,06
Расточить отверстие ø159,7 Н9 на длину 32±1,5;	1,2	0,9	80	200	2,6	1,7
Расточить отверстие ø160Н8 на длину 32±1,5;	0,3	0,33	180	450	3,44	1,5
Расточить 2отверстия ø99,7 Н9;	1,2	0,9	30	200	1,3	1,7
Расточить 2 отверстия ø100 Н8;	0,3	0,33	180	450	1,77	1,8
Расточить отверстие ø129,7 Н9;	1,2	0,9	79,7	200	1,3	1,9
Расточить отверстие ø130 Н7 на длину 32±1,5;	0,3	0,33	184	450	1,77	1,4
Расточить отверстие ø149,7 Н9 на длину 32±1,5;	1,2	0,9	180	450	2,14	2,5
Расточить отверстие ø150Н7 на длину 32±1,5;	0,3	0,33	180	450	1,67	1,7
Расточить отверстие ø124,7 Н9 на длину 32±1,5;	1,2	0,9	75,2	200	1,3	1,4
Расточить отверстие ø125 Н8 на длину 32±1,5;	0,3	0,33	180	450	1,67	1,3
Позиция 2						
Центровать 23 отверстия;	2	32	69	2500	0,06	0,32
Сверлить 12 отверстия ø10,2 на глубину 26 <sup>+2</sup> ;	5,25	0,42	95	2965	0,02	2,97
Нарезать резьбу М12-7Н на длину 20 <sup>+2</sup> ;	0,94	1,75	7,85	125	0,46	0,94
Сверлить 6 отверстия ø6.7 на длину 17 <sup>+2</sup> ;	3,23	0,33	63,2	2957	0,02	1,07

Нарезать резьбу М8-7Н на длину 12 <sup>+2</sup> ;	0,75	1,5	7,8	250	3,21	1,1
Сверлить 4 отверстия $\varnothing 17,5$ на проход;	7,2	0,48	95	2160	0,03	6,23
Нарезать резьбу М20-7Н на проход;	2,5	2,5	7,85	125	1,52	0,8
Зенковать фаски 1,6x45 отверстия М12-7Н и М8-7Н;	1,6	1,3	53	550	0,04	0,04
Зенковать фаску 2,5x45 отверстия М20-7Н;	2,5	0,75	25,1	385	0,06	0,06
Расточить 2 отверстия $\varnothing 149,7$ Н9 на длину 32 $\pm$ 1,5;	1,2	0,9	180	450	2,14	2,5
Расточить 2 отверстия $\varnothing 150$ Н7 на длину 32 $\pm$ 1,5;	0,3	0,33	180	450	1,67	1,7

## 2.2 Конструкторская часть

### 2.2.1 Обоснование конструкции приспособления

Для окончательной обработки детали «Корпус» на станке ИР800МФ4 спроектировано приспособление, в котором деталь «Корпус» устанавливается по 2-м цилиндрическим отверстиям с параллельными осями и перпендикулярной к ним плоской поверхности. Чтобы избежать заклинивания заготовки детали «Корпус» один палец выполняется цилиндрическим, а другой – срезанным. Для повышения точности обработки установочные пальцы размещены на наибольшем расстоянии друг от друга (по диагонали).

Деталь устанавливается на пальцы поз. 13, поз. 14 и 2 опорных пластин поз. 12 и зажимается прижимом поз. 1 с установленным на нем болтом (2шт.) поз. 8 (зажимной).

### 2.2.2 Силовой расчет приспособления

Сдвигу заготовки под воздействием силы  $R$  затрудняют силы трения, образующиеся в местах контактов заготовки с опорами и зажимным

механизмом. Силы устремлены взаимно перпендикулярно. Находим по формулам.

$$P_3 \cdot f_1 + P_3 \cdot f_2 = k \cdot R, \quad (30)$$

$$P_3 = \frac{k \cdot R}{f_1 + f_2} = \frac{k \cdot R}{f_{оп} + f_{3.м}}, \quad (31)$$

где  $f_{оп}$  – коэффициент трения между опорой и деталью,

$f_{3.м}$  – коэффициент трения между зажимным механизмом и деталью,

$R = 3200 \text{ Н}$  – максимальная осевая сила, действующая на деталь при сверлении отверстия  $\varnothing 17,5 \text{ мм}$ ,

$k$  – коэффициент запаса, определяем по формуле,

$f_{1,2}$  – коэффициент трения,

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (32)$$

где  $k_0 = 1,5$  – коэффициент гарантированного запаса;

$k_1 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий наращивание сил резания по причине случайных неровностей (при черновой обработке);

$k_2 = 1,15$  – коэффициент, учитывающий наращивание сил резания вследствие затупления инструмента (при сверлении чугуна);

$k_3 = 1,0$  – коэффициент, учитывающий наращивание сил резания при прерывающемся резании (в данном случае резание непрерывное);

$k_4 = 1,3$  – коэффициент, учитывающий всепостоянство силы, развиваемое зажимным механизмом (в данном случае немеханизированный привод);

$k_5 = 1,2$  – коэффициент, учитывающий эргономичность немеханизированного привода (угол поворота рукоятки ключа  $> 90^\circ$ );

$k_6 = 1,0$  – коэффициент, учитывающий присутствие факторов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью;

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 3,2$$

$f_{оп} = 0,16$  – коэффициент трения меж обработанными поверхностями заготовки и опорами,

$f_{з.м} = 0,7$  – коэффициент трения меж необработанной поверхностью заготовки и зажимным механизмом,

$$P_3 = \frac{3,2 \cdot 3200}{0,16 + 0,7} = 11907Н$$

В качестве зажимов выбираем зажимы болтом М16 с крупным шагом 1,5 мм.

При этом:

$\beta = 30^\circ$  - половина угла при вершине резьбы,

$\varphi_{пр} = 6^\circ 40'$  – приведенный угол трения в резьбе.

Угол подъема определяем по формуле:

$$\alpha = \arctg \frac{P}{\pi \cdot d_2} \quad , \quad (33)$$

где  $P = 1,5$  мм – шаг резьбы,

$d_2 = 13,835$  мм – средний диаметр резьбы,

$$\alpha = \arctg \frac{1,5}{3,14 \cdot 13,835} = \arctg 0,046 \approx 2^\circ 40'$$

Материал: сталь 40Х,  $\sigma_{вр} = 100$  кгс/мм<sup>2</sup>;

Класс прочности: 109,  $\sigma_{тек} = 90$  кг/мм<sup>2</sup>;

Момент М, который надо приложить к болту для создания силы закрепления  $P_3$ .

$$M = 0,2 \cdot P_3 \cdot d_2 = 0,2 \cdot 11907 \cdot 0,0138 = 32,8 \text{ Нм.} \quad (34)$$

Сила закрепления и момент находится по формулам:

$$P = P_3/2 = 11907/2 = 5953,5 \text{ Н} \quad (35)$$

$$M = M/2 = 32,8/2 = 16,4 \text{ Нм.} \quad (36)$$

Напряжение при растяжении шпильки, находим по формуле:

$$\sigma_p = 2 \cdot P_3 / d_1^2 < [\sigma_p]_{40X}, \quad (37)$$

где  $d_1$  – внутренний диаметр резьбы шпильки,

$$\sigma_p = \frac{2 \cdot 5953,5}{0,014^2} = 60,75 \text{ МПа} < [\sigma_p]_{40X} = 540 \text{ МПа,}$$

следовательно, напряжение находится в пределах допустимого.

### 3 Результаты проведенной разработки

#### 3.1 Организационная часть

##### 3.1.1 Нормирование технологического процесса

Под нормированием технологических процессов предполагают назначение технически обоснованных общепризнанных норм времени на длительность выполнения операций.

Технически обоснованной нормой времени называют время свершения технологической операции в определённых организационно - технических критериях, более благоприятных для данного типа производства

На базе технически обоснованных норм времени устанавливают цены, определяют производительность труда, осуществляют планирование производства и т. п.

Различают следующие нормы времени:

$T_o$  – основное( машинное) технологическое время, мин, – время потраченное на резание.

$T_{всп}$  – вспомогательное время, потраченное на управление станком, установку, закрепление и снятие детали, подвод и отвод режущего инструмента, измерение детали, мин.

$T_{оп}$  – оперативное время.

$$T_{оп} = T_o + T_{всп} \quad (38)$$

$T_{обс}$  – время на организацию рабочего места, потраченное на смазывание станка, удаление стружки, уборку рабочего места, установку и снятие режущего инструмента, мин.

$T_{отд}$  – время на отдых, мин.

$T_{шт}$  – штучное время – длительность выполнения технологической операции, не учитывающее время на подготовку исполнителя( рабочего) к выполнению данной операции.

Для станков с ЧПУ:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{в} \cdot K_{тв}) \cdot \left( 1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right) \quad (39)$$

где  $T_{ца} = T_{о} + T_{мв}$ , - время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$K_{тв}$  – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

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

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

Для универсальных станков:

$$T_{шт} = (T_{о} + T_{в} \cdot K_{тв}) \cdot \left( 1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right), \quad (40)$$

$T_{п.з.}$  – подготовительно-заключительное время, надобное на ознакомление исполнителя с чертежом, получение консультаций у мастера, настройку станка и приспособлений. Это время делится не на одну деталь, а на всю партию деталей ( $n$ ), подлежащих изготовлению.

$$T_{ш.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (41)$$

$T_{ш.к.}$  – штучно-калькуляционное время, это и есть технически обоснованная норма времени на выполнение операций.

На базе литературы [10,11] рассчитаны нормирования и приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты нормирования.

Наименование операции	$T_{о}$ , МИН	$T_{в}$ , МИН	$T_{п-з}$ , МИН	$T_{шт}$ , МИН	$T_{ш.к.}$ , МИН
005 Горизонтально - расточная	2,676	4,47	10	6,681	6,691
015 Сверлильно - фрезерно - расточная	25,96	8,13	29	45,03	45,51

#### 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью экономической части является расчет себестоимости детали (корпус КС-4372.104.00.001) при заданном объеме производства 309 штук и капитальных вложений в предлагаемый проект.

Норма расхода материала – 115кг;

Чистый вес – 85 кг;

Материал – СЧ20 ГОСТ 1412-85;

Годовой объем выпуска – 300 шт.

Расчет экономической части производим по методике изложенной в [14].

##### 4.1 Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит стоимость:

- технологического оборудования;
- вспомогательного оборудования;
- инструментов и инвентаря;
- эксплуатируемых помещений;
- оборотных средств в дебиторской задолженности;
- денежных оборотных средств.

##### 4.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования ( $K_{mo}$ ) показывает сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{mo} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \text{ руб.}, \quad (42)$$

где  $m$  – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

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

$Ц_i$  – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением  $i$ -ой операции, руб.

Расчет сводим в таблицу

Таблица 11 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	$Ц_i$ , руб.	$Q_i$ , шт.	$K_{тоi}$ , руб.
005	2611Ф2	600000	1	600000
015	ИР800МФ4	2000000	1	2000000
Всего				2600000

#### 4.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию относятся машины и оборудование (двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и др.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования определяем приближенно – 30 % стоимости технологического оборудования:

$$K_{во} = K_{то} \cdot 0,30, \quad (43)$$

где  $K_{во}$  – стоимость вспомогательного оборудования, руб.;

$K_{то}$  – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{во} = K_{то} \cdot 0,30 = 2600000 \cdot 0,30 = 780000 \text{ руб.}$$

#### 4.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию устанавливается приближенно в размере 10 – 15 % от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

1. Всех видов инструментов (резцы, фрезы, метчики, штангенциркуль, и др.) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (приспособления для крепления заготовок на станках, зажимы, тески и т.д.);

2. Производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения деталей и др.)

3. Хозяйственного инвентаря (стулья, шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и др.).

$$K_{ин} = K_{то} \cdot 0,15, \quad (44)$$

где  $K_{ин}$  – стоимость инструментов и инвентаря, руб.;

$K_{то}$  – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{ин} = K_{то} \cdot 0,15 = 2600000 \cdot 0,15 = 390000 \text{ руб.}$$

4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

$$C'_n = Ц_{пп} + Ц_{вп}, \text{ руб.} \quad (45)$$

где  $Ц_{пп}$  – балансовая стоимость производственных( основных) помещений;

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

В случае, если помещение арендовано:

$$C''_n = (S_{пп} \cdot A_{пп} + S_{сп} \cdot A_{сп}) \cdot T, \text{ руб.} \quad (46)$$

где  $S_{пп}$ ,  $S_{сп}$  – соответственно производственная и складская площадь,  $м^2$ ;

$A_{пп}$ ,  $A_{сп}$  – арендная плата  $1 м^2$  за месяц, руб/ $м^2$ ;

$T$  – отчетный период ( $T=12$  мес.)

$$C''_n = (100 \cdot 125 + 20 \cdot 125) \cdot 12 = 157500 \text{ руб.}$$

4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{нзм} = \frac{H_m \cdot N \cdot Ц_m}{360} \cdot T_{обм} = \frac{115 \cdot 309 \cdot 65}{360} \cdot 30 = 192481 \text{ руб.} \quad (47)$$

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

$N$  - годовой объем производства продукции, шт;

$Ц_m$  - цена материала, руб./кг;

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

#### 4.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ( $K_{\text{нзп}}$ ) устанавливается из следующего выражения:

$$K_{\text{нзп}} = \frac{N \cdot T_{\text{ц}} \cdot C' \cdot k_2}{360} = \frac{309 \cdot 5 \cdot 8794 \cdot 0,925}{360} = 34910 \text{ руб.} \quad (48)$$

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

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

$k_2$ - коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_{\text{м}} \cdot Ц_{\text{м}}}{k_{\text{м}}} = \frac{115 \cdot 65}{0,85} = 8794 \text{ руб.} \quad (49)$$

где  $k_{\text{м}}$ - коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ( $k_{\text{м}}=0,8 \div 0,85$ ).

Коэффициент готовности:

$$k_2 = (0,85 + 1) \cdot 0,5 = 0,925, \text{ руб.} \quad (50)$$

#### 4.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{зн}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{зн}} = \frac{8794 \cdot 309}{360} \cdot 7 = 52837, \text{ руб.} \quad (51)$$

где  $T_{\text{зн}}$ - продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях

#### 4.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{оз}} = \frac{B_{\text{рп}}}{360} \cdot T_{\text{оз}} = \frac{3260815}{360} \cdot 20 = 181156, \text{ руб.} \quad (52)$$

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

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

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

$$B_{pn} = C' \cdot N(1 + p/100) = 8794 \cdot 309(1 + 20/100) = 3260815, \text{ руб.} \quad (53)$$

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

#### 4.1.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{обс} = K_{нзм} \cdot 0,10 = 192481 \cdot 0,10 = 19248, \text{ руб.} \quad (54)$$

4.1.10 Сумма капитальных вложений определяется по формуле:

$$C_{к.в.} = K_{то} + K_{во} + K_{ии} + C_{п} + K_{пзн} + K_{нзп} + C_{обс} \quad (55)$$

$$C_{к.в.} = 2600000 + 780000 + 390000 + 157500 + 192481 + 34910 + 19248 = 69041139$$

руб.

4.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

#### 4.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы ( $C_m$ ) рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot H_m \cdot K_{тзр} - C_o \cdot H_o) = 309 \cdot (65 \cdot 115 \cdot 1,04 - 2,6 \cdot 30) = 2378064, \text{ руб.} \quad (56)$$

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

$C_o$  – цена возвратных отходов, руб/кг,  $C_o = 2,6$  руб/кг;

$H_o$  – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_3 - m_0 = 115 - 85 = 30 \text{ кг/шт,} \quad (57)$$

где  $m_3$  – масса заготовки, кг;

$m_0$  – масса изделия, кг.

Таблица 12 - Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C <sub>м</sub> , руб.
Деталь-представитель	7475	78	2378064
Всего:			2378064

#### 4.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата рассчитывает оплату труда за проработанное время. Она рассчитывается в зависимости от формы и системы оплаты труда.

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

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \text{ руб.} \quad (58)$$

где  $t_{штi}$  - 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 13 - Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	T <sub>штi</sub> , мин	Разряд	Количество	C <sub>часj</sub> , руб.	C <sub>зоi</sub> , руб
005 Оператор станков с ЧПУ	9,7	3	1	29,65	5766
015 Оператор станков с ЧПУ	45,03	4	1	33,15	29982
Фонд заработной платы всех рабочих					34516

4.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (59)$$

где  $C_{oco}$  – отчисления на социальные нужды, руб.;

$C_{zo}$  – основная заработная плата, руб.;

$\alpha_1$  – обязательные социальные отчисления,  $\alpha_1 = 0,3$  руб./год;

$\alpha_2$  – социальное страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям,  $\alpha_2 = (0,03 \div 0,017)$  руб./год.

$$C_{oco} = 34516 \cdot (0,3 + 0,008) = 10631 \text{ руб.}$$

#### 4.2.4 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.

Расчет амортизации оборудования

1. При крупном масштабе производства и при полной загрузке оборудования сумма амортизационных начислений делится на каждую единицу продукции равномерно.

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

$$a_{ni} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\%, \text{ руб.} \quad (60)$$

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

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot a_{ni}, \text{ руб.} \quad (61)$$

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

2. При среднем объеме производства и неполной загрузке оборудования (если оборудование загружено так же производством других видов продукции) нужен расчет амортизационных отчислений, приходящихся на 1 час работы оборудования:

$$A_v = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F_o \cdot K_{срi}}, \text{ руб.} \quad (62)$$

где  $n$  – количество оборудования;

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

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования,

$F_d=2020$  час.

Таблица 14 – Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц <sub>i</sub> , руб.	a <sub>ни</sub> , %	F <sub>ди</sub> , ч	A <sub>чи</sub> , руб.
005	600000	8,3	2020	304
010	2000000	8,3	2020	1016
Амортизационные отчисления для всех станков (A <sub>ч</sub> )				1320

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, привнесены в стоимость арендной платы.  $A_{3i} = C_{II}^{II} = 157500$  руб.

#### 4.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_n \cdot k_{з.рем}, \text{ руб.} \quad (63)$$

$$C_p = (2600000 + 780000) \cdot 0,001 + 157500 \cdot 0,005 = 4167,5, \text{ руб.}$$

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

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

#### 4.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot ц_{ох}, \text{ руб.} \quad (64)$$

$$C_{СОЖ} = 2 \cdot 309 \cdot 0,03 \cdot 94,71 = 1756, \text{ руб}$$

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

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

$n$  – количество станков.

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \cdot \Pi_{\text{возд}} \cdot N_z \cdot \Sigma t_{oi}}{60}, \text{ руб.} \quad (65)$$

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 65,30 \cdot 309}{60} \cdot 29,636 = 6976,5$$

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

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

#### 4.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_d \cdot K_N \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot \Pi_{\text{Э}}, \text{ руб.} \quad (66)$$

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

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

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

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

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

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

Таблица 15 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	$N_{yi}$ , кВт	$C_{\text{чЭ}}$ , руб
010	6.42	8124
015	46.8	59223
Затраты на электроэнергию для всех операций		67347

#### 4.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструмента для изготовления данной детали ( $K_{\text{ин1}} = K_{\text{ин}} \cdot 0,05 = 390000 \cdot 0,05 = 19500 \text{ руб.}$ ) по предприятию назначена приблизительно, поэтому их учет как плановые показатели привнесем в себестоимость произведенной продукции. На предприятии затраты такого

плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

#### 4.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{з\text{ер}} = \sum_{i=1}^k C_{3Mj} \cdot Ч_{\text{ер}j} \cdot 12 \cdot k_{nj} \cdot k_{pj} \cdot k_y, \text{ руб.} \quad (67)$$

где  $C_{з\text{ер}}$  – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.;

$k$  – количество вспомогательных рабочих;

$C_{3Mj}$  – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$Ч_{\text{ер}j}$  – численность рабочих по соответствующей профессии, чел.;

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

$k_{pj}$  – районный коэффициент,  $k_{pj} = 1,3$  ;

$k_y$  – коэффициент участия работника в изготовлении детали,  $k_y = 0,08$ .

$$C_{з\text{ер}} = 7500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,08 = 12168, \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{\text{оер}} = C_{з\text{ер}} \cdot 0,26, \quad (68)$$

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

$C_{з\text{ер}}$  – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.

$$C_{\text{оер}} = 12168 \cdot 0,26 = 3163 \text{ руб.}$$

#### 4.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

Заработная плата административно-управленческого персонала определяется по формуле:

$$C_{з\text{ауп}} = \sum_{i=1}^k C_{з\text{ауп}j} \cdot Ч_{\text{ауп}j} \cdot 12 \cdot k_{pj} \cdot k_{ндj} \cdot k_y, \quad (69)$$

где  $C_{з\text{ауп}}$  – заработная плата административно-управленческого персонала;

$k$  – количество административно-управленческого персонала;

$C_{заунj}$  – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

$Ч_{аунj}$  – численность работников административно-управленческого персонала, чел.;

$k_{pj}$  – районный коэффициент,  $k_{pj} = 1,3$  ;

$k_y$  – коэффициент участия работника в изготовлении детали,  $k_y = 0,02$ .

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

$$C_{заунПУК} = 13700 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 277836 \text{ руб.}$$

$$C_{заунСПЕЦ} = 11350 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 230178 \text{ руб.}$$

$$C_{заун} = (277836 + 230178) \cdot 0,02 = 10160 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{оаун} = C_{заун} \cdot (0,26 + 0,02), \quad (70)$$

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

$C_{заун}$  – заработная плата административно-управленческого персонала, руб.

$$C_{оаун} = 10160 \cdot (0,3 + 0,02) = 3251 \text{ руб.}$$

#### 4.2.11 Прочие расходы

В прочие затраты входят многочисленные расходы: налоги, отчисления в фонды специального назначения, обязательные страховые платежи имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные, оплата работ по сертификации продукции, специализированная одежда для рабочих, вознаграждения за изобретательства и рационализацию, и др.

Прочие расходы рассчитаем как плановые условно:

$$C_{проч} = ПЗ \cdot N \cdot 0,7, \text{ руб.} \quad (71)$$

$LЗ$  – прямые затраты единицы продукции, руб.;

$N$  – годовой объем производства продукции, шт.

$$C_{\text{проч}} = 7783 \cdot 309 \cdot 0,7 = 1683463, \text{ руб.}$$

#### 4.3 Экономическое обоснование технологического проекта

При данной годовой программе выпуска (309шт.) изделия КС-4372.104.00.001 и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 15507 при ее реализации по цене руб., предполагаемая прибыль составит  $(17245 - 15507) \cdot 309 = 537042$  руб.

Таблица 16 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	7724	2386678
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	7578	2378064
заработная плата производственных рабочих	112	34516
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	34	10631
Косвенные затраты:	7783	2405008
амортизация оборудования предприятия	4,3	1320
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	510	157500
отчисления в ремонтный фонд	13,5	4167
вспомогательные материалы на содержание оборудования	28,2	8732,2
затраты на силовую электроэнергию	218	67347
износ инструмента	1262	390000
заработная плата вспомогательных рабочих	39,3	12168
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	10,2	3163
заработная плата административно-управленческого персонала	179,8	55567
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	10,5	3251
прочие расходы	5448	1683463

Итого		7214897
-------	--	---------

### Выводы

В ходе выполнения работы был выполнен расчет себестоимости детали корпуса редуктора КС-4372.104.00.001 при данной годовой программе выпуска (300 шт.). Расчёт капитальных вложений, которые составили 69041139 рублей. Также была определена смета затрат на производство и реализацию продукции.

Смета затрат включает в себя прямые( заработную плату работников предприятия с их социальными доходами) и косвенные затраты (амортизация оборудования, помещений; отчисления в ремонтный фонд и др.) за год, которые соответственно составили 2386678 рублей в год и 2405008 рублей в год.

## 5. Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места. Анализ выявленных вредных и опасных факторов на рабочем участке.

В ходе данного технологического процесса производится механическая обработка корпуса редуктора КС-4372.104.00.001.

Материалом детали является чугун марки СЧ20 ГОСТ1412-85, масса заготовки – 85 кг.

При изготовлении корпуса редуктора используется следующее оборудование:

- 2611Ф2 станок горизонтально-расточной с подвижной стойкой с ЧПУ

- Сверлильно-фрезерно-расточной станок мод. ИР800МФ4

На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20кг в технологическом процессе должно делаться с помощью подъёмно – транспортных устройств или средств механизации.

На здоровье и работоспособность рабочего в производстве оказывает влияние совокупность вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса.

Вредный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который вызывает профессиональную патологию, временное или стойкое снижение работоспособности, повышает частоту соматических и инфекционных заболеваний.

В процессе обработки корпуса на рабочего действуют следующие вредные факторы:

а) недостаточное освещение на участке;

б) шум;

в) вибрация;

г) процесс обработки металлов резанием, сопровождается обильным пылевыведением и загазованностью воздуха;

д) острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; стружка, образующаяся при обработке металлов резанием;

е) попадание СОЖ на открытые участки кожи;

Опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который является причиной острого заболевания или внезапного ухудшения здоровья, смерти.

В процессе обработки корпуса на рабочего действуют следующие опасные факторы:

а) электрический ток. Поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;

б) обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены так, чтобы максимально сократить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Между станками располагаются ограждения от летящей стружки. Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки обязаны пользоваться очками. Уборка стружки ни в коем случае не производится руками. Если уборка стружки не механизирована, то применяют крючки, щетки.

в) все двигающиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т. д, представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключается. На станках с ЧПУ подвод и отвод инструмента, его смена осуществляется с высокой скоростью. Эти перемещения прodelываются согласно программе и момент их совершения трудно прогнозируемый. Это повышает степень риска поражений. Данный фактор вызывает повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

г) технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованы с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на участке должны обозначаться 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.

## 5.2 Описание вредных и опасных факторов

### 5.2.1 Освещение на рабочем участке

Недостаточное освещение может испортить зрение человека, а также косвенно воздействует на безопасность труда и качество продукции. Недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов. Оптимальные условия работы на рабочем месте могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении. Естественное и искусственное освещение должно в обязательном порядке соответствовать требованиям СНиП 23–05–95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах от 0,1 до 6%. В цехе, где изготавливается корпус, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы –фонари. Так как освещенность, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещенности применяется совмещённое освещение – естественное и искусственное. Искусственное освещение применяется комбинированное (сочетание общего и местного). Общее – лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах. Для местного освещения используют светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Нормативное значение освещённости в производственных помещениях при высокой

точности работ, при минимальном размере объектов различения 0,5 мм, при комбинированном искусственном освещении, при средней яркости фона должно быть не менее 1000 лк всего, в том числе общее освещение -200 лк. Фактические значения освещённости в цехе поддерживаются в пределах нормативных.

Выбираем лампы ДРЛ 700 со световым потоком  $\Phi = 41000$  лм, мощностью 700 Вт, сроком службы 20000 часов.

Расстояние от стены до светильника принимается обычно  $(0,3 \div 0,5) L$ .

Значит, система освещения на участке будет состоять из двух светильников, расположенных в один ряд, на расстоянии друг от друга 4 м, от стены –3 м.

#### 5.2.2. Шум

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Источником шума и вибрации является металлорежущие станки, электродвигатели, краны и т.д.

Шум ослабляет внимание человека, повышает расход энергии, тормозит скорость психических реакций, в результате чего повышается вероятность несчастных случаев.

В борьбе с производственным шумом применяются методы:

- уменьшение шума (глушители, звукоизоляция, звукопоглощение, экранирование, средства индивидуальной защиты органов слуха;

- совершенствование технологических операций и применяемого оборудования;

- ослабление на пути следствия шума (акустическая обработка помещений, явление поглощения звука волокнисто-пористыми материалами).

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах регламентируется Санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на

рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" и составляет 85 Дб.

Для металлорежущих станков с мощностью двигателей от 12,5 до 32 кВт уровень звуковой мощности LP в октавных полосах с различными среднегеометрическими частотами составляет от 91 до 100 Дб.

Для уменьшения величины шума при разработке техпроцесса были выбраны оптимальные режимы резания, а в качестве индивидуальной защиты для рабочих принимаются беруши.

### 5.2.3. Вибрация

Вибрация – механические колебания упругих тел, конструкций около положения равновесия. Вибрацию вызывают неуравновешенные силовые воздействия, возникающие при работе различных машин и механизмов.

По способу передачи телу человека вибрацию подразделяют на общую (действует на весь организм человека через опорные поверхности - пол или стул) и локальную (действует только на отдельные части тела через руки рабочего).

При действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Локальная вибрация может вызвать спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая обеспечение конечностей кровью. Вместе с тем колебания действуют на нервные окончания, мышечные и костные ткани, поражают снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов. Продолжительное систематическое воздействие вибрации приводит к тому, что происходит развитие вибрационной болезни, которая включена в список профессиональных заболеваний.

Нормативные документы:

ГОСТ12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;

СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;

ГОСТ12.1.046-78. «ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация».

Документы определяют: классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения, режимы труда лиц виброопасных профессий, подвергающихся воздействию локальной вибрации, требования к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

Процесс вибраций описывается такими физическими величинами, как виброскорость, виброускорение.

Для уменьшения вибрации применяют виброизоляцию: между источником и станком помещаются упругие элементы -амортизаторы.

Станки с ЧПУ оснащены встроенными виброгасителями, следовательно, не возникает необходимости в применении индивидуальных средств защиты.

#### 5.2.4. Запылённость и загазованность воздуха

В соответствии с ГОСТ12.0.0030 -74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны относятся к физически опасным и вредным производственным факторам.

Вредные вещества попадают в организм человека через органы дыхания: носоглотку и легкие. Из легких яды всасываются в кровь и разносятся ею по всему организму. Пыль, попадая в организм человека через органы дыхания, тоже оказывает вредное действие.

Основным критерием качества воздуха являются концентрации вредных веществ. Принято выражать содержание загрязняющих веществ в миллиграммах на кубический метр воздуха( мг/м<sup>3</sup>). Существует понятие« Предельно допустимые концентрации»( ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны( ГОСТ12.1.005-88).

Величина ПДК зависит от влияния веществ на здоровье людей и окружающую среду. Вредные вещества по степени воздействия на организм человека разделены на четыре класса опасности (в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76« ССБТ. Вредные вещества. Классификация. Общие требования безопасности»). Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием отвечает СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ12.1.005-88.

Обеспечение чистоты воздуха в производственном помещении достигается путем удаления загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачи в него свежего воздуха, т.е. вентиляцией. В данном технологическом процессе применяется общеобменная приточно-вытяжная вентиляция.

Для обеспечения безопасности органов дыхания рабочих необходимо использовать средства индивидуальной защиты – респиратор.

#### 5.2.5 Защита от стружки.

Обеспечение безопасной работы на станках считается основным условием правильной организации рабочего места.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая может привести к травме в виде порезов, к травмам глаз и кожных покровов;

Средства защиты от механических травмоопасных факторов:

- от стружки надлома: экраны, щитки и очки, предохраняющие рабочего, по ГОСТ 12.4.023-76;

- от стружки серого чугуна: агрегаты вентиляционные, пылеулавливающие ЗИЛ-900.

Для уборки металлической стружки с рабочего места применяют различные крючки и щётки-смётки. Металлическая стружка с рабочих мест и от станков должна храниться в контейнерах на специально отведенных местах.

#### 5.2.6 Защита от электрического тока

При работе станков возможен риск поражения человека электрическим током.

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

Ощутимый ток появляется при силе переменного тока 0,6–1,5 мА с частотой 50 Гц и постоянного тока –5–7 мА. Не отпускающий ток вызывает судорожные сокращения мышц руки, в которой ухвачен проводник. Пороговыми не отпускающими токами являются 10–15 мА для переменного (50 Гц) и 50–60 мА – для постоянного тока. Фибрилляционный ток вызывает при прохождении через тело человека фибрилляцию сердца –хаотические сокращения сердечной мышцы в результате чего наступает смерть. Пороговыми фибрилляционными токами являются переменные токи от 100 мА до 5 А (50 Гц) и постоянные токи от 300 мА до 5 А.

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

Нормативная правовая база в сфере электробезопасности:

Правила устройства электроустановок, ПУЭ; Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, ПТЭЭП; Правила по охране

труда при эксплуатации электроустановок; Инструкция по СИЗ; ГОСТР 12.1.019-2009.

Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты и др.

Для предотвращения поражения электрическим током всё металлорежущее оборудование в цехе заземлено, токоведущие провода и кабели изолированы.

Недоступность токоведущих частей электроустановки обеспечена размещением их на необходимой высоте, ограждением от случайного соприкосновения и изоляцией токоведущих частей. Внутри производственного здания не огражденные провода подвешиваются на высоте не менее 3,5м.

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

По ГОСТ 12.1.030-81 пылеприемники и воздуховоды вентиляционных установок оснащены заземлением для снятия статического электричества.

#### 5.2.7. СОЖ

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

Для защиты от попадания СОЖ на работников предусматривается спец-одежда. 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 участки снабжаются чистыми обтирочными материалами. Не допускается применение одной и той же ветоши для протирки рук, и станков.

#### 5.2.8 Движущие изделия и механизмы.

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

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

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

#### 5.3 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

ЧС - это нарушение нормальных условий жизнедеятельности людей на определенной территории, вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием.

По характеру ЧС делятся на техногенные и природные. ЧС природного характера это: землетрясения, бури, град, ливни, мороз, наводнения, пожары и др. К техногенным относятся пожары, взрывы, аварии, обрушение зданий и др. Последствия их трудно предсказуемы. Обычно они

приводят к большим человеческим жертвам в связи с большой концентрацией рабочих на предприятии.

Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией на предприятии является пожар. Пожарная безопасность – это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Производственные помещения, в которых происходит механическая обработка, должны соответствовать требованиям СНиП II–2–80, СНиП II–89–80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП II–92–76. Участок должен быть оснащен средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009–83:

- огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением – 2 шт.;
- песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением – 0,5 м<sup>3</sup>;
- кран внутреннего пожарного водопровода – 1 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-8 – 2 шт.

Рабочие обязаны быть в строгом порядке проинструктированы о действиях, которые они будут обязаны выполнить в случае возникновения чрезвычайной ситуации. В рабочем коллективе нужно назначить ответственных за пожаробезопасность. Места для курения должны быть отведенные в определенном месте и оборудованы по назначению.

#### 5.4 Охрана окружающей среды

Проблема защиты окружающей среды одна из главных задач на сегодняшний день. Выбросы промышленных предприятий в огромных количествах губят атмосферу и окружающую среду.

Производство по разработанному технологическому процессу обработки, не является вредоносным, нет ощутимых выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы отвечают допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому их очистка не предусмотрена.

В ходе процесса производства собирается большое количество отходов, которые после соответствующей обработке могут быть применены, 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. 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.

#### 5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

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

В соответствии со ст. 225 Трудового кодекса РФ для всех поступающих на работу лиц, а также для лиц, переводимых на другую работу

, работодатель обязан проводить инструктаж по охране труда. По характеру и времени проведения инструктажи подразделяется на: вводный; первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый; целевой.

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

## 5.6 Заключение

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

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

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

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

## Квалиметрическая оценка проекта

По итогам выполнения ВКР был разработан: технологический процесс механической обработки корпуса КС4372.104.00.001 в среднесерийном производстве.

По сравнению с базовым, разработанный техпроцесс менее трудоемкий за счет снижения числа применяемого оборудования, используемого для обработки данной детали, а также за счет применения прогрессивного оборудования и технологической оснастки.

Выбранный метод получения заготовки позволяет получить отливку «Корпус» с минимальным припуском, что увеличивает коэффициент использования материала. Рациональное построение технологического маршрута позволило не только сократить применяемое оборудование, но и уменьшить штучно-калькуляционное время.

В конструкторской части было спроектировано приспособление для обработки детали. Спроектированное приспособление обеспечивает необходимую силу зажима.

## Список использованных источников

1. Балабанов А. Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 460 с.
2. Барановский Ю. В. Режимы резания металлов. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
3. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшая школа, 1975. – 287 с.
4. Гельфгат Ю. И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения. – М: Высшая школа, 1986. – 271 с.
5. Расчеты экономического эффекта новой техники: Справочник / Под ред. К.М. Великанова. – Л: Машиностроение 1989. – 448 с.
6. Вардашкин Б. Н., Шатилов А. А. Станочные приспособления справочник в двух томах. – М: Машиностроение, 1984 – Т1. – 592 с.  
Т2. – 655 с.
7. Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р. Оснастка для станков с ЧПУ. – М: Машиностроение, 1983. – 360 с.
8. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя в двух томах. – М.: Машиностроение, 1985 – Т1. – 655 с., Т2. – 495 с.
9. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. – М.: Машиностроение, 1971. – 384 с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов времени для нормирования работ, выполняемых на универсальных станках, многоцелевых и станках с ЧПУ. – М: Экономика, 1990. – 460 с.
11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. Часть 1. Токарные, сверлильные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с.

12. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Взамен ГОСТ 1855-55 //М.: Издательство стандартов, 1996.

13. ISCAR Cutting Tools - Metal Working Tools: [Электронный ресурс] // ООО « ISCAR Cutting Tools - Metal Working Tools», 2007-2020. URL: <https://www.iscar.ru/index.aspx/countryid/33#>.

14. Расчет экономической эффективности новой техники. Справочник / Под ред. К.М. Великанова. –Л.: Машиностроение, 1990. –448 с.

15. Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов специальности 120100 « Технология машиностроения» и направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение» - ЮТИ ТПУ, 2014. - с.

16. Методические указания по выполнению раздела выпускной квалификационной работы – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2014. – 12 с.

17. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Томск: Изд. ТПУ, 2002.

<i>Дубл.</i>			
<i>Взам.</i>			
<i>Подл.</i>			

<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>

										<i>Приложение</i>					<i>Б</i>				

*Комплект документов  
на технологический процесс  
Корпус ФЮРА А61224.001*

*Разраб. Богдашкина Ю.А* \_\_\_\_\_  
*Пров. Сапрыкина Н.А* \_\_\_\_\_  
*Н. контр. Сапрыкина Н.А.* \_\_\_\_\_



Р	Содержание перехода	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
Р 01		10	95	298	1,5	1	0,9	200	79,7
02									
О 03	4. Расточить отверстие $\varnothing 157$ Н14 на длину $32 \pm 1,5$								
Т 04	РИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 05		10	95	298	1,5	1	0,9	200	80
06									
О 07	5. Расточить отверстие $\varnothing 127$ Н14								
Т 08	РИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 09		10	95	298	1,5	1	0,9	200	79,8
10									
О 11	6. Расточить 2 отверстия $\varnothing 147$ Н14 на длину $32 \pm 1,5$								
Т 12	РИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 13		10	95	298	1,5	1	0,9	200	80
14									
О 15									
Т 16									
Р 17									
18									
OK	Операционная карта								



Р	Содержание перехода	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
Р 01		2	10,2	101	5,25	1	0,42	2965	95
02									
О 03	4. Нарезать резьбу М12-7Н на длину 20 <sup>+2</sup>								
Т 04	РИ Метчик ТРГ М-12Х1.75-М ; СИ Пробка 12-7Н								
Р 05		3	М12	110	0,94	1	1,75	125	7,8
06									
О 07	5. Сверлить 4 отверстия $\varnothing 6.7$ на длину 17 <sup>+2</sup>								
Т 08	РИ Сверло SCD 067-024-080 АСРЗН ; СИ Пробка 6,7Н7 СТП 406-4307-82								
Р 09		4	6,7	79	3,23	1	0,33	2957	63
10									
О 11	6. Нарезать резьбу М8-7Н на длину 12 <sup>+2</sup> .								
Т 12	РИ Метчик ТРГ М-8Х1.25-М ; СИ Пробка 8-7Н								
Р 13		5	М8	90	0,75	1	1,5	250	7,8
14									
О 15	7. Сверлить 8 отверстий $\varnothing 14$ на проход.								
Т 16	РИ Сверло SCD 140-043-140 АРЗ; СИ Пробка14 Н7 СТП 406-4307-82								
Р 17		6	14	107	7,2	1	0,48	2160	95
18									
ОК	Операционная карта								

Р	Содержание перехода	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
О 01	8. Нарезать резьбу М16-7Н на длину 24 <sup>+2</sup>								
Т 02	РИ Метчик TPG M-16X1.85-M ; СИ Пробка 16-7Н								
Р 03		3	M16	110	0,94	1	1,75	125	7,8
04									
О 05	9. Сверлить 4 отверстия $\varnothing 17.5$ на длину проход								
Т 06	РИ Сверло SCD 175-051-180 AP3; СИ Пробка 17,5H7 СТП 406-4307-82								
Р 07		25	17,5	123	7,2	1	0,48	2160	95
08									
О 09	10. Нарезать резьбу М20-7Н на проход								
Т 10	РИ Метчик TPG M-20X2.5-M ; СИ Пробка 20-7Н								
Р 11		26	M20	140	2,5	1	2,5	125	7,85
12									
О 13	11. Зенковать фаски 1,6x45 отверстия М12-7Н и М8-7Н								
Т 14	РИ Зенковка ECF D-4/45-4C10; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 15		7	10	72	1,6	1	1,3	550	53
16									
О 17	12. Зенковать фаску 2x45 отверстия М16-7Н								
Т 18	РИ Зенковка T245 ELN D12-4-C16-05; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								

Р	Содержание перехода	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
Р 01		8	12	90	2	1	0,9	450	26,2
02									
О 03	13. Зенковать фаску 2,5x45 отверстия М20-7Н								
Т 04	РИ Зенковка Т245 ELN D12-4-С16-05; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 05		9	12	90	2,5	1	0,75	385	25,1
06									
О 07	14. Расточить отверстие $\varnothing 159,7$ Н9 на длину $32 \pm 1,5$								
Т 08	РИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 09		10	95	298	1,2	1	0,9	200	80
10									
О 11	15. Расточить отверстие $\varnothing 160$ Н8 на длину $32 \pm 1,5$								
Т 12	РИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 13		11	95	298	0,3	1	0,33	450	180
14									
О 15	16. Расточить 2 отверстия $\varnothing 99,7$ Н9								
Т 16	РИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 17		12	95	298	1,2	1	0,9	200	30
ОК	Операционная карта								

Р	Содержание перехода	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
О 01	17. Расточить 2отверстия $\varnothing 100 H8$								
Т 02	ПИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 03		13	95	298	0,3	1	0,33	450	180
04									
О 05	18. Расточить отверстие $\varnothing 129,7H9$								
Т 06	ПИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 07		14	95	298	1,2	0,9	200		79,7
08									
О 09	19. Расточить отверстие $\varnothing 130 H7$ на длину $32\pm 1,5$								
Т 10	ПИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 11		16	95	298	1,2	1	0,9	450	180
12									
О 13	20. Расточить отверстие $\varnothing 150 H7$ на длину $32\pm 1,5$								
Т 14	ПИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 15		17	95	298	0,3	1	0,33	450	180
16									
О 17	21. Расточить отверстие $\varnothing 124,7 H9$ на длину $32\pm 1,5$								
Т 18	ПИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
ОК	Операционная карта								

Р	Содержание перехода	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
Р 01		18	95	298	1,9	1	0,18	353	588
О 03	22. Расточить отверстие $\varnothing 125$ Н8 на длину $32 \pm 1,5$								
Т 04	РИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 05		19	95	298	0,3	1	0,33	450	180
06									
О 07	23. Центровать 23 отверстия								
Т 08	РИ Центровочное сверло $\varnothing 8$ Р6М5; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
Р 09		20	8	2	2	1		2500	69
10									
О 11	24. Сверлить 12 отверстия $\varnothing 10,2$ на глубину $26^{+2}$								
Т 12	РИ Сверло SCD 102-040-120 АСРЗН; СИ Пробка 10,2Н7 СТП 406-4307-82								
Р 13		21	10,2	101	5,25	1	0,42	2965	95
14									
О 15	25. Нарезать резьбу М12-7Н на длину $20^{+2}$								
Т 16	РИ Метчик ТРГ М-12Х1.75-М ; СИ Пробка12-7 Н								
Р 17		22	М12	110	0,94	1	1,75	125	7,8
18									
ОК	Операционная карта								

Р	Содержание перехода	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
О 01	26. Сверлить 6 отверстия $\varnothing 6.7$ на длину $17^{+2}$								
Т 02	ПИ Сверло SCD 067-024-080 АСРЗН ; СИ Пробка 6,7 Н7 СТП 406-4307-82								
Р 03		23	5,5	19	2,75	1	0,3	4000	140
04									
О 05	27. Нарезать резьбу М8-7Н на длину $12^{+2}$ .								
Т 06	ПИ Метчик ТРГ М-8Х1.25-М ; СИ Пробка 8-7Н								
Р 07		24	М8	90	0,75	1	1,5	250	7,8
08									
О 09	28. Сверлить 4 отверстия $\varnothing 17.5$ на длину проход								
Т 10	ПИ Сверло SCD 175-051-180 АРЗ; СИ Пробка 17,5Н7 СТП 406-4307-82								
Р 11		25	17,5	123	7,2	1	0,48	2160	95
12									
О 13	29. Нарезать резьбу М20-7Н на проход								
Т 14	ПИ Метчик ТРГ М-20Х2.5-М ; СИ Пробка 20-7Н								
Р 15		26	М20	140	2,5	1	2,5	125	7,85
16									
О 17	30. Зенковать фаски 1,6х45 отверстия М12-7Н и М8-7Н								
Т 18	ПИ Зенковка ECF D-4/45-4С10; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
ОК	Операционная карта								

Р	Содержание перехода	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
О 01		27	10	72	1,6	1	1,3	550	53
Т 02									
Р 03	31. Зенковать фаску 2,5x45 отверстия М20-7Н								
04	РИ Зенковка Т245 ELN D12-4-С16-05; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
О 05		28	12	90	2,5	1	0,75	385	25,1
Т 06									
Р 07	32. Расточить 2 отверстия $\varnothing 149,7H9$ на длину $32\pm 1,5$								
08	РИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
О 09		29	95	298	1,2	1	0,9	450	180
Т 10									
Р 11	33. Расточить 2 отверстия $\varnothing 150H7$ на длину $32\pm 1,5$								
12	РИ Оправка расточная ГОСТ25827 6300-4013-02; СИ ШЦ-I-125-0,1 Гост 166-80								
О 13		30	95	298	0,3	1	0,33	450	180
Т 14									
Р 15									
16									
17									
ОК									