

Министерство образования и науки 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»**

Направление подготовки 15.03.01 «Технология машиностроения»
Кафедра «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации «бакалавр»

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА РСМ-100.01.00.101

Индекс УДК 621.81-214.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А41	Ёрматов Абдусайд Абдусаматович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.кафедрой ТМС	А.А. Моховиков	к.т.н, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Д.Н. Нестерук			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.кафедрой БЖЛЭиФВ	С.А. Солодский	к.т.н, доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМС	А.А. Моховиков	к.т.н, доцент.		

Юрга – 2018 г.

Запланированные результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	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.
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
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
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.
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.

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
Р5	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.
Р6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
Р14	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 образования и науки 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»**

Направление подготовки 15.03.01 «Технология машиностроения»
Кафедра «Технология машиностроения»

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Группа	ФИО
10А41	Ёрматов Абдусаид Абдусамадович

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА РСМ-100.01.00.101А	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	31 января 2018 №13/с
Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2018 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <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">1. Чертеж детали2. Производственная программа выпуска детали-1000 шт.
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объект и методы исследования 2. Расчеты и аналитика 3. Результаты проведенного исследования 4. Раздел «Социальная ответственность» 5. Раздел «Финансовый менеджмент ресурс эффективность и ресурсосбережение»
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертежи детали и заготовки-2 листа 2. Карты наладок-3 листа 3. Чертеж специального приспособления-1 4. Социальная ответственность-1 лист 5. Чертеж режущего инструмента-1 лист
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Нестерук Д.Н</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Солодский С.А</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Реферат</p>	

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

Задание выдал руководитель:

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Зав. кафедрой ТМС</p>	<p>Моховиков А.А</p>	<p>к.т.н, доцент</p>		

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>10А41</p>	<p>Ёрматов Абдусаид Абдусамадович</p>		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А41	Ёрматов Абдусаид Абдусамадович

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	ТМС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды; - опасных проявлений факторов производственной среды; - негативного воздействия на окружающую среду; - чрезвычайных ситуаций.
<p><i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>ГОСТ 12.3.020-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).</p> <p>Межотраслевые правила по охране труда (ПОТ РМ), межотраслевые типовые инструкции по охране труда (ТИ РМ). Правила безопасности (ПБ), правила устройства и безопасной эксплуатации (ПУБЭ), инструкции по безопасности (ИБ).</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>2. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты.
<p>3. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность.
<p>4. <i>Охрана окружающей среды:</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);

	<i>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</i>
<i>5. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
<i>6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	-

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.04.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой БЖДЭиФВ	Солодский С.А	К.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А41	Ёрматов А.А		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А41	Ёрматов Абдусаид Абдусамадович

Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	ТМС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

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

<i>1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР) / научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Годовая программа выпуска 1000 штук. Масса детали 23,3кг. Материал СЧ18.</i>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ</i>
<i>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР / НИ; составление бюджета ИР / НИ; краткое описание основных рисков проекта</i>
<i>3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды</i>
<i>4. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы)</i>
<i>5. Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию</i>
<i>6. Расчет прибыли, технико-экономическое обоснование и экономическая оценка проекта</i>
<i>7. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

<i>1. График разработки и внедрения ИР / НИ</i>
<i>2. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.04.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Нестерук Д.Н	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А41	Ёрматов Абдусаид Абдусамадович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 85 страниц, 8 листов графической части.

Целью работы является разработка технологического процесса, в котором используется высокоэффективное оборудование, инструменты, что позволяет сократить время на подготовку производства, снизить трудоёмкость, затраты на изготовление, следовательно, снизить технологическую себестоимость корпуса не ухудшая его качества.

Выпускная квалификационная работа на тему: проектирование технологического процесса корпуса РСМ-100.01.00.101 в условиях мелкосерийного производства.

ВКР содержит следующие главы: введение, технологическая, конструкторская, организационная, экономическая части, а также охрана труда и безопасность жизнедеятельности.

В технологической части изложено описание последовательности технологического процесса, расчетов припусков, расчетов режимов резания и норм времени.

В конструкторской части приведены описания и расчет приспособлений, режущего и мерительного инструмента.

В организационной части приведены расчеты количества оборудования, числа рабочих.

В экономической части рассчитаны технико-экономические показатели, а также экономический годовой эффект.

В разделе охраны труда освещены вопросы безопасности работы на участке и меры предупреждения опасных производственных факторов.

В графической части изображены чертеж детали и заготовкой, чертежи приспособлений, карты наладок, режущий инструменты и схема пылеулавливающего агрегата.

THE ABSTRACT

Final qualifying work on a theme: designing of technological process of the case PCM-100.01.00.101

Final qualifying work contains the following chapters: introduction, technological, design, organizational, economic parts, and also a labor safety and health and safety.

In a technological part the description of sequence of technological process, calculations of allowances, calculations of modes of cutting and norms of time is stated.

In a design part descriptions and calculation of the adaptations cutting and the measuring tool are resulted.

In an organizational part calculation of quantity of the equipment, number of workers are resulted.

In an economic part technical and economic indicators, and also economic annual effect are calculated.

In labor safety section work safety issues on a site and measures of the prevention of dangerous production factors are shined.

In a graphic part drawings of adaptations, cards of the adjustments, the cutting and measuring tool are represented the detail drawing together and scheme of the dust collection unit

Оглавление

1 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	16
1.1 Аналитическая часть	16
1.2 Служебное назначение детали	16
1.3 Производственная программа выпуска изделий. Определение типа производства	16
1.4 Анализ действующего технологического процесса	18
1.5 Технологическая часть	24
1.5.1 Анализ технологичности объекта производства	24
1.5.2 Качественная оценка технологичности изделия	24
1.5.3 Количественная оценка технологичности изделия	25
2. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА.....	27
2.1 Выбор заготовки и метода ее получения.....	27
2.2 Составление технологического маршрута обработки	32
2.3. Выбор баз.....	35
2.4 Выбор оборудования и средств технологического оснащения	39
2.4.1 Выбор оборудования	41
2.5 Выбор средств технологического оснащения.....	42
2.6 Расчет припусков на механическую обработку	45
2.7 Расчет режимов резания.....	58
2.8 Нормирование технологического процесса	61
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	61
3.1 Конструкторская часть	61
3.1.1 Обоснование и описание конструкции.....	61

					ФЮРА. РСМ-100.01.00.101.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Ёрмагов			Разработка технологического процесса изготовления корпуса РСМ-100.01.00.101	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Моховиков					6	87
Реценз.						ЮТИ ТПУ гр.10А41		
Н. Контр.		Моховиков						
Утверд.		Моховиков						

3.1.2	Расчёт приспособления на точность	61
3.1.3	Силовой расчёт механизма	62
3.1.4	Расчет на пальцах.....	63
3.2.	Организационная часть	64
3.2.1	Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки	64
3.2.2	Определение численности рабочих	65
4.	Социальная ответственность	67
4.1.	Характеристика объекта исследования	67
4.2	Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов	68
4.3.	Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	69
4.4	Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места.....	70
4.5	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	71
4.6.	Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте.....	75
4.7.	Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	75
4.8.	Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	77
4.9	Заключение	77
5	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	79
5.1	Расчет объема капитальных вложений.....	79
5.1.1	Стоимость технологического оборудования	79
5.1.2	Стоимость вспомогательного оборудования	79
5.1.3	Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря.....	79
5.1.4	Стоимость эксплуатируемых помещений.....	80
5.1.5	Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	80

5.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве.....	80
5.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции	81
5.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности.....	81
5.1.9	Денежные оборотные средства	81
5.2	Расчет сметы затрат на производство и реализацию продукции	82
5.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	82
5.2.2	Расчет заработной платы производственных работников.....	82
5.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих.....	83,
5.2.4	Расчет амортизации основных фондов.....	83
5.2.4.1	Расчет амортизации оборудования	83
5.3	Расчет амортизационных отчислений зданий	84
5.3.1	Отчисления в ремонтный фонд	84
5.3.2	Затраты на СОЖ.....	84
5.3.3	Затраты на силовую электроэнергию.....	84
5.3.4.	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	85
5.3.5	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	85
5.3.6	Заработная плата административно-управленческого персонала	85
5.3.7	Прочие расходы	86
5.3.8	Заключение	87

Приложение А Спецификация на сборочный чертёж приспособления
ФЮРА.РСМ-100.01.00.101СБ

Приложение Б Комплект документов на технологический процесс
ФЮРА.РСМ-100.01.00.101

Диск CD-R В конверте на обороте обложки

ФЮРА.054.000 001 Корпус. Файл Корпус.cdw в формате

Компас 3D-V16

ФЮРА.054.000.002 чертёж заготовки . Файл Корпус.cdw в формате

Компас 3D-V16

ФЮРА.054.000.004 Карта наладки. Файл 015.cdw в формате

Компас 3D-V16

ФЮРА.054.000.003 СБ Приспособление . Файл приспособление.cdw

Компас 3D-V16

					ФЮРА. РСМ-100.01.00.101 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ФЮРА.054.000.005. Схема пылеулавливающего агрегата.cdw Компас 3D-V16

Графический материал

На отдельных листах

ФЮРА.054.000.001 Корпус

ФЮРА.054.000.002 чертеж заготовки

ФЮРА.054.000.003 СБ приспособление

ФЮРА.054.000.004 Карта наладки

ФЮРА.054.000.005 Карта наладки

ФЮРА.054.000.006 Карта наладки

ФЮРА.054.000.007 СБ БЖД

ФЮРА.054.000.008 Инструмент

					ФЮРА. РСМ-100.01.00.101 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Введение

Машиностроение определяет состояние производственного потенциала Российской Федерации, обеспечивает устойчивое функционирование жизненно важных комплексов отраслей промышленности и секторов экономики, а также строительной индустрии и наполнения потребительского рынка. От уровня развития машиностроения напрямую зависят важнейшие удельные показатели валового внутреннего продукта страны, уровень экологической безопасности промышленного производства, производительность труда.

Развитый машиностроительный комплекс, высокий уровень его технологий, конкурентоспособность выпускаемых машин и механизмов являются непременным условием динамического развития экономики.

Задача машиностроения заключается в создании совершенных конструкций машин и передовой технологии её изготовления. Основное направление в развитии технологического процесса - это создание принципиально новых технологических процессов и замена существующих процессов более точными и экономичными.

Главное внимание уделяется вопросам сокращения сроков подготовки производства и повышению качества продукции машиностроения. В значительной степени качество и технико-экономические показатели выпускаемой продукции зависят от подготовки производства, важной составной частью которой является проектирование технологического процесса.

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается проектирование технологического процесса механической обработки детали «Корпуса», с заводским номером РСМ-100.01.00.101 выпускаемого на предприятии ООО «РОСТЕЛЬМАШ».

Целью разработки ВКР является сокращение сроков технологической подготовки производства, снижение трудоемкости изготовления детали, рост производительности труда, разработки оптимального технологического процесса для данного типа производства.

Проектируемый технологический процесс должен являться оптимальным вариантом решения проектной задачи. Предлагается применить технологический процесс, который даёт возможность использовать высокопроизводительное оборудование и инструмент, обеспечивающие стабильность качества, применить приспособления, спроектированные для данной детали. Проектирование технологического процесса позволит повысить коэффициент загрузки оборудования без его переналадки, повысить производительность и снизить себестоимость изделия.

1 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Студент гр. 10А41

(Подпись)

А.А. Ёрматов

(Дата)

Руководитель
к.т.н., доцент. кафедры
ТМС

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент. кафедры
ТМС

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

1 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Аналитическая часть

1.2 Служебное назначение детали

Изделие «Корпус» с заводским номером РСМ-100.01.00.101 входит в сборку РСМ-100.01.00.100 СБ «Редуктор» и является ее основной частью.

Корпус изготавливаются из серого чугуна марки СЧ18 ГОСТ 1412-85.

Чугун СЧ18 применяется: для изготовления отливок блоков цилиндров в автомобилестроении; оснований станков, салазок, столов в станкостроении; зубчатых колес, рам редукторов, муфт сцепления, паровых цилиндров и других средненагруженных деталей в химическом машиностроении; отливок деталей трубопроводной арматуры и приводных устройств к ней; отливок деталей горно-металлургического оборудования; частей литых соединительных для трубопроводов.

Примечание: Ферритно-перлитный чугун с пластинчатым графитом.

Химический состав данной чугуна приведен в таблице 1.1, а ее физические свойства в таблице 1.2.

Таблица 1.1

Химический состав, %						
C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr
3,1...3,6	0,5...1,1	1,4...2,4	≤0,12	≤0,45	≤0,35	≤0,35

Таблица 1.2

Плотность ρ , кг /м ³	Линейная усадка, ϵ , %	Модуль упругости при растяжении, $E \cdot 10^{-2}$, МПа	Удельная теплоемкость при температуре от 20 до 200°С, С, Дж(кг·К)	Коэффициент линейного расширения при температуре от 20 до 200°С, 1/°С	Теплопроводимость при 20°С, λ , Вт(кг·К)
$7,05 \cdot 10^3$	1,2	750...1100	470	$9,3 \cdot 10^{-6}$	56

Механическая характеристика:

Временное сопротивление при растяжении σ_b , не менее 180 МПа.

1.3 Производственная программа выпуска изделий. Определение типа производства.

Исходя из массы детали и годовой программы выпуска, находим тип производства.

Масса детали и годовая программа выпуска приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3 –Годовая программа выпуска изделий

Наименование	Характеристика,	Число	Масса, т
--------------	-----------------	-------	----------

изделия	модель	изделий на программу	изделия	на годовую программу
Корпус	РСМ-100.01.00.101	1000	0,0233	23,3

Тип производства при изготовлении деталей - мелкосерийное

Тип производства определён приближённо. В дальнейшем после разработки технологических процессов сборки и изготовления детали серийность производства будет уточняться. Уточнение производится по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004-83.

Тип производства зависит от двух факторов, а именно: заданной программы и трудоемкости изготовления изделия. На основании заданной программы рассчитывается такт выпуска изделия t_b , а трудоемкость определяется средним штучным временем $T_{шт}$ по операциям действующего на производстве или аналогичного технологического процесса. Отношение этих величин принято называть коэффициентом серийности:

$$k_c = \frac{t_b}{T_{шт}}, \quad (1)$$

Обычно считают, что коэффициент серийности определяет количество различных операций по обработке одной или нескольких деталей, закрепленных за одним станком в течение года. Приняты следующие значения коэффициента серийности:

для массового производства $k_c = 1$;

для крупносерийного $k_c = 2 - 10$;

для среднесерийного $k_c = 10 - 20$;

для мелкосерийного $k_c > 20$.

По заводской технологии $T_{шт}=5,2$ ч/см.

Величина такта выпуска рассчитывается по формуле:

$$t_b = \frac{60 \cdot F_d}{N}, \quad (2)$$

где $F_d = 2000$ ч/см – действительный годовой фонд времени и работы оборудования;

N – годовая программа выпуска деталей, шт.

Программа в штуках вычисляется по формуле:

$$N = N_1 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \quad (3)$$

где $N_1 = 960$ шт. – годовая программа выпуска изделий;

$m=1$ – количество деталей данного наименования на изделие;

$\beta=4\%$ – количество деталей, которое необходимо изготовить дополнительно в качестве запасных частей, заданное в процентах от годовой программы.

$$N = 960 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{4}{100}\right) = 1000 \text{ шт.},$$

$$t_{\text{в}} = \frac{60 \cdot 2000}{1000} = 120 \text{ мин/шт,}$$

$$k_{\text{с}} = \frac{120}{5,2} = 23,1.$$

По коэффициенту серийности тип производства мелкосерийное.

В производстве количество деталей в партии для одновременного запуска, согласно рекомендациям, допускается определять упрощенным способом:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (4)$$

где $F=250$ —число рабочих дней в году;

$a = 3, 6, 12, 24$ - периодичность запуска в днях.

$$n = \frac{1000 \cdot 3}{250} = 12 \text{ шт. Принимаем } n=12 \text{ шт.}$$

1. 4 Анализ действующего технологического процесса.

Базовый технологический процесс изготовления корпуса разработан для мелкосерийного производства и имеет структуру, представленную в таблице 1.4.

.Таблица 1.4 – Базовый технологический процесс

Операция	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент
1	2	3
005	Транспортирование	Кран мостовой Q=3,2 т Тара
010	Наладка	
015	Комплексная	2204ВМФ4-08 Приспособление 7460-6166 Фреза 2214-0153 ВК8 ГОСТ 9473-80 Фреза 710.2216-6004А Фреза 2223-6003А Сверло 2301-6066 Сверло 2301-0189 ГОСТ10903-77 Сверло 2301-0048 ГОСТ10903-77 Сверло 2301-0058 ГОСТ10903-77 Нож 2021-0013 ВК ГОСТ 9473-80 Метчик 2620-2531.3 ГОСТ 3266-81 Метчик 2620-1609.2 ГОСТ 3266-81 Зенкер 710.2320-6356 Развертка 710.2363-6280

Продолжение таблицы 1.4.

1	2	3
		Патрон 710.6169-6232 Патрон 710.6169-6233 Вставка 710.6169-6229.01 Вставка 710.6169-6231 Втулка 6103-6006 Втулка 6100-0141 ГОСТ 13598-85 Втулка 6103-6006 Оправка 6222-6099 Оправка 6222-6098.02 Оправка 6222-6098.01 Винт натяжной 6000-6020
	1	ШЦ-I -125-0,1-2 ГОСТ 166-80 ШЦ-II -250-0,05 ГОСТ 166-80 ШЦ-II -400-0,1-1 ГОСТ 166-80 Калибр скоба 8102-4346 h4 СТП2078-2000 Шаблон на расположение 6-ти отв. 8364-8461 Пробка 8221-0036 7Н ГОСТ 17756-72 Пробка 8221-1036 7Н ГОСТ 17757-72 Пробка 8221-0068 7Н ГОСТ 17757-72 Пробка 8221-1068 7Н ГОСТ 17757-72 Калибр-пробка 8133-4068 7Н Калибр-пробка 8133-0931 Н9 ГОСТ 14810-69 Шаблон на расположение 4-х отв. 8364-8462 Шаблон 8151-7398 СТП5785914.2029-91 Тара Очки
020	Транспортирование	Кран мостовой Q=3,2 т Тара
025	Наладка	
030	Агрегатная	14А604 Фреза 2214-0171 ВК8 ГОСТ9473-80 Фреза 2214-0172 ВК8 ГОСТ9473-80 Нож 2021-0018/002 ВК-3М

Продолжение таблицы 1.4.

1	2	3
		ГОСТ9473-80 Нож 2021-0017/002 ВК-3М ГОСТ9473-80 Нож 2020-6068А ВК8 8 Резец 710.2136-6070А ВК8 ШЦ-I -125-0,1-2 ГОСТ 166-80 ШЦ-II -250-0,05 ГОСТ 166-80 Оправка 6232-6108 Оправка 6232-6109 Зенкер 710.2389-6060А Зенкер 710.2389-6061А Тара Очки
035	Транспортирование	Кран мостовой Q=3,2 т Тара
040	Наладка	
045	Агрегатная	14А604 Фреза 2214-0171 ВК8 ГОСТ9473-80 Фреза 2214-0172 ВК8 ГОСТ9473-80
		Нож 2021-0018/002 ВК-3М ГОСТ9473-80 Нож 2021-0017/002 ВК-3М ГОСТ9473-80 ШЦ-II -250-0,05 ГОСТ 166-80 Образец шероховатости 3,2 ФЫТ ГОСТ 9378-93 Тара Очки
050	Транспортирование	Кран мостовой Q=3,2 т Тара
055	Наладка	
060	Горизонтально-фрезерная	6Н81 Приспособление 7220-6122 Фреза 710.2216-6004А Втулка 6103-0005 ГОСТ 13790-68 ШЦ-I -125-0,1-2 ГОСТ 166-80 Тара Очки
065	Транспортирование	Кран мостовой Q=3,2 т Тара
070	Наладка	

1	2	3
075	Вертикально сверлильная -	2Н135 Головка 6-ти шп. для сверления 7930-6650 Сверло 2301-0189 ГОСТ 10903-77 Калибр-пробка 8133-4036 7Н СТП 5785914.2026-91 Шаблон на расположение 6-ти отв. 8364-8461 ШЦ-I -125-0,1-2 ГОСТ 166-80 Тара Очки
080	Транспортирование	Кран мостовой Q=3,2 т Тара
085	Наладка	
090	Вертикально сверлильная -	2Н135 Головка 4-ти шп. для сверления 7939-6135 Сверло 2301-0189 ГОСТ 10903-77 Калибр-пробка 8133-4036 7Н СТП 5785914.2026-91 Шаблон на расположение 4-ти отв. 8364-8462 ШЦ-I -125-0,1-2 ГОСТ 166-80 Тара, Очки
091	Наладка	
092	Комплексная	2204ВМФ4-08 Фреза 2223-6003А Сверло 2301-6066 Сверло 2301-0189 ГОСТ10903-77 Сверло 2301-0048 ГОСТ10903-77 Метчик 2620-2531.3 ГОСТ 3266-81 Метчик 2620-1609.2 ГОСТ 3266-81 Патрон 710.6169-6232 Патрон 710.6169-6233 Вставка 710.6169-6229.01 Вставка 710.6169-6231 Втулка 6100-0141 ГОСТ 13598-85 Втулка 6103-6006 Оправка 6222-6099 Винт натяжной 6000-6020 Калибр-пробка 8133-4036 7Н Калибр-пробка 8133-4068 7Н

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3
		Шаблон на расположение 4-х отв. 8364-8462 Пробка 8221-0036 7Н ГОСТ 17756-72 Пробка 8221-1036 7Н ГОСТ 17757-72 Пробка 8221-0068 7Н ГОСТ 17757-72 Пробка 8221-1068 7Н ГОСТ 17757-72 ШЦ-I -125-0,1-2 ГОСТ 166-80 Тара Очки
095	Наладка	
100	Вертикально сверлильная	- 2Н135 Приспособление 7374-6264 Сверло 2301-0189 ГОСТ10903-77 Калибр-пробка 8133-4036 7Н Шаблон на расположение 4-х отв. 8364-8462 ШЦ-I -125-0,1-2 ГОСТ 166-80 Тара Очки
105	Наладка	
110	Вертикально сверлильная	- 2Н135 Приспособление 7919-6146 Зенковка 2353-0134 ГОСТ 14953-80 Фаскомер 8379-7835
		Втулка 6100-0144 ГОСТ13598-85 Тара Очки
115	Наладка	
120	Гайка нарезная	2056 Приспособление 7376-6104 Метчик 2620-2531.1 ГОСТ 3266-81 Патрон 710.6169-6191 Втулка 710.6169-619-0.03 Пробка 8221-0036 7Н ГОСТ 17756-72 Пробка 8221-1036 7Н ГОСТ 17757-72 Шаблон 8151-7398

1	2	3
		Тара Очки
125	Наладка	
130	Вертикально сверлильная	- 2Н135 Приспособление 7919-6104 Зенковка 2353-0134 ГОСТ 14953-80 Фаскомер 8379-7835 Втулка 6100-0144 ГОСТ13598-85 Тара Очки
135	Наладка	
140	Гайка нарезная	2056 Приспособление 7376-6104 Метчик 2620-2531.1 ГОСТ 3266-81 Патрон 710.6169-6191 Втулка 710.6169-619-0.03 Пробка 8221-0036 7Н ГОСТ 17756-72 Пробка 8221-1036 7Н ГОСТ 17757-72 Тара Очки
145	Наладка	
150	Вертикально сверлильная	- 2204ВМФ4-08 Приспособление 7376-6125 Сверло 2301-0048 ГОСТ10903-77 Метчик 2620-1609.1 ГОСТ 3266-81 Зенковка 710.2353-4027 СТП710.1056-85 Цековка 710.2350-6155.02 Фаскомер 8379-7835 Патрон 710.6169-6125А
		Втулка 6100-0231 ГОСТ 13599-88 Втулка 710.6105-6031.01 Втулка 710.6105-6031.05 Пробка 8221-0068 7Н ГОСТ17756-72 Пробка 8221-1068 7Н ГОСТ17757-72 ШЦ-I -125-0,1-2 ГОСТ 166-80 Тара Очки

1	2	3
155	Транспортирование	Кран мостовой Q=3,2 т Тара
160	Наладка	
165	Обдувка	C15412 Очки
170	Контрольная	
175	Транспортирование	Кран мостовой Q=3,2 т Тара
180	Транспортирование	Кран мостовой Q=3,2 т Тара

1.5 Технологическая часть

1.5.1 Анализ технологичности объекта производства

Технологичность конструкции изделия определена ГОСТ 14.205–83 как совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Технологичность конструкции обуславливается рациональным выбором исходных заготовок, технологичностью формы детали, рациональной постановкой размеров, назначением оптимальной точности размеров, форм и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологичность конструкции оценивается качественно и количественно.

1.5.2 Качественная оценка технологичности изделия

В качестве заготовки принята заготовка полученная литьем. Этот вид заготовки является оптимальным для данной конструкции деталей и серийности производства – мелкосерийного.

В основной надписи указаны все необходимые сведения (название детали, масса детали, масштаб, марка материала). На чертеже количество видов, сечений и разрезов достаточно для чтения чертежа и понимания конструкции детали

Из чертежа видно, небольшое количество сквозных точных поверхностей диаметром 100H7 и 130H7, самая точная шероховатость Ra2,5.

Обрабатываемые поверхности детали являются достаточно открытыми для свободного доступа инструмента для обработки поверхностей.

Шероховатость на чертеже часть указана по Ra, а часть по Rz.

Имеются 3 сквозных отверстия под метрическую резьбу M16x1,5–7H. Ось отверстия перпендикулярна поверхности обработки.

Имеются 4 сквозных отверстия диаметром 17H14. Ось отверстия перпендикулярна поверхности обработки.

Все эти поверхности являются технологичными.

Не технологичными являются 18 глухих отверстий под метрическую резьбу М8–7Н. Ось отверстия перпендикулярна поверхности обработки.

Проведя анализ технологичности конструкции детали можно сделать вывод, что деталь является технологичной, так как имеет небольшое количество поверхностей с высокой точностью и шероховатостью. Имеет развитые поверхности для базирования и закрепления при обработке. Конструкция детали позволяет применять для механической обработки на станках с ЧПУ.

1.5.3 Количественная оценка технологичности изделия

Количественную оценку технологичности изделия производим по следующим показателям:

По коэффициенту унификации конструктивных элементов детали:

$$K_{уэ} = \frac{Q_{уэ}}{Q_э}, \quad (5)$$

где $Q_э$ – количество элементов детали, $Q_э = 82$;

$Q_{уэ}$ – количество унифицированных элементов детали, $Q_{уэ} = 73$;

$$K_{уэ} = \frac{73}{89} = 0,89. \quad (6)$$

По этому показателю деталь технологична, так как $K_{уэ} > 0,6$.

По коэффициенту использования материала:

$$K_{им} = \frac{m_{дет}}{m_{заг}}, \quad (7)$$

где $m_{дет}$ – масса готовой детали;

$m_{заг}$ – масса заготовки;

$$K_{им} = 23,1/32,6 = 0,715.$$

$K_{им} > 0,7$, что свидетельствует об удовлетворительном использовании материала. По этому показателю деталь технологична.

Таким образом, делаем вывод что, деталь является технологичной.

Для улучшения технологичности необходимо провести следующие мероприятия:

1. Изменить способ получения заготовки с целью уменьшения припусков на механическую обработку;

2. Применение специализированных инструментов и приспособлений;

3. Рассмотреть возможность снижения точности поверхности и шероховатости.

2 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10А41

(Подпись)

А.А. Ёрматов

(Дата)

Руководитель
к.т.н., доцент. кафедры
ТМС

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент. кафедры
ТМС

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

2. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

2.1 Выбор заготовки и метода ее получения

Наиболее целесообразным методом получения заготовки, исходя из конфигурации, размеров и массы детали, является литье.

К металлам и сплавам, используемых при изготовлении отливок предъявляются следующие требования:

1 Состав их должен обеспечивать получение отливок заданных физико-механических и физико-химических свойств; свойства и структура должны быть стабильными в течении всего срока эксплуатации.

2 Должны обладать хорошими литейными свойствами (высокой жидеотекучностью, небольшой усадкой, низкой склонностью к образованию трещин и поглощению газов), хорошо свариваться.

3 Должны хорошо обрабатываться режущим инструментом.

4 Не должны быть токсичными и вредными для производства.

5 Необходимо, чтобы они обеспечивали технологичность в условиях производства и были экономичными, содержали дешевые, недефицитные материалы.

Серый чугун марки СЧ18 ГОСТ 1412-85 удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к детали.

В общем производстве литых заготовок значительный объём занимает литье в песчано–глинистые формы. Этот способ литья экономически целесообразен при любом характере производства, для деталей любой массы, конфигурации, габаритов.

Литьем в песчано–глинистые формы можно получить отливку с шероховатостью поверхности Rz равно 320...40 мкм и с точностью, соответствующей 14-17 качеству.

Рассмотрим два альтернативных варианта получения заготовки:

- литье в песчано-глиняные формы по деревянным моделям с ручной формовкой;

- литье в песчано-глиняные формы по металлическим моделям с машинной формовкой.

Сравниваем их преимущества и недостатки. По ГОСТ Р 53464-2009 «Отливки из металлов и сплавов» определяем параметры заготовок.

Литьё в песчано – глинистые формы по деревянным моделям с ручной формовкой принимаем класс размерной точности– 10.

Ряд припусков принимаем – 6.

Минимальный литейный припуск принимаем – 1,6 мм.

Степень коробления отливок принимаем – 4.

Степень шероховатости принимаем – Ra 16.

Допуск линейных размеров отливок приведены в табл.1.6.

Таблица 1.7 – Допуск линейных размеров отливок

Диапазон размеров, мм	Допуск размеров, мм
Св. 25÷40	2,2
Св. 100÷160	3,2
Св. 250÷400	4

Степень коробления элементов отливки с учетом разовых форм и нетеплообрабатываемых отливок, степень коробления принимаем равной 7.

Определяем допуск формы и расположения элементов отливки и записываем в таблице 1.7.

Таблица 1.7 - Допуск формы поверхностей отливок

Номинальный размер нормируемого участка, мм	Допуск формы и расположения элементов, мм
До 125	1,0
Св. 125÷160	1,2
Св. 160÷200	1,6
Св. 250÷315	2,0
Св. 315÷400	2,4

Допуск неровностей поверхности отливок – 0,4 мм.

При номинальной массе заготовки свыше 10 до 40 кг и 10 классе точности, допуск массы отливки равен 10% .

Общий припуск назначаем для устранения погрешностей размеров, формы и расположения неровностей обрабатываемой поверхности, в целях повышения точности обрабатываемого элемента отливки. Общие припуски назначают по полным значениям общих допусков и записываем в таблицах 1.8 и 1.9.

Таблица 1.8 - Общий допуск элемента отливки

Размер детали, мм	Вид окончательной обработки	Общий допуск элемента отливки, мм
30	черновая	2,2
148	черновая	4,2
Ø100H7	чистовая	4,4
Ø130H7	чистовая	4,8
315	черновая	6

Таблица 1.9 – Общий припуск поверхности отливки

Размер детали, мм	Вид окончательной обработки	Общий припуск на сторону, мм
30	черновая	3,4
148	черновая	3,8
Ø100H7	чистовая	6,7
Ø130H7	чистовая	7,3
315	черновая	4,8

С учетом допуска размеров и допуска формы и расположения элементов отливки получаем итоговые размеры заготовки, изготавливаемой литьем в землю и записываем в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Размеры заготовки

Размер детали, мм	Припуск, мм	Размер заготовки, мм
30	3,5	33,5±1,1
148	8	156±1,9
Ø100H7	12,5	87,5±2,1
Ø130H7	15	115±2,4
315	10	325±3

Примечание: Размеры округлены в большую сторону.

Литье в песчано глинистые формы по металлическим моделям с машинной формовкой принимаем класс размерной точности – 8.

Ряд припусков принимаем – 5.

Минимальный литейный припуск принимаем – 1,0 мм.

Степень коробления отливок принимаем – 4.

Степень шероховатости принимаем – Ra 10.

Допуск линейных размеров отливок записываем в таблице 11.

Таблица 1.11 – Допуск линейных размеров отливок

Диапазон размеров, мм	Допуск размеров, мм
Св. 25÷40	1,1
Св. 100÷160	1,6
Св. 250÷400	2

Степень коробления элементов отливки с учетом разовых форм и нетеплообработываемых отливок, степень коробления принимаем равной 7.

Определяем допуск формы и расположения элементов отливки записываем в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Допуск формы поверхностей отливок

Номинальный размер нормируемого участка, мм	Допуск формы и расположения элементов, мм
До 125	0,64
Св. 125÷160	0,8
Св. 160÷200	1,0
Св. 250÷315	1,2
Св. 315÷400	1,6

Допуск неровностей поверхности отливок – 0,24 мм.

При номинальной массе заготовки свыше 10 до 40 кг и 8 классе точности, допуск массы отливки равен 5% .

Общий припуск назначаем для устранения погрешностей размеров, формы и расположения неровностей обрабатываемой поверхности, в целях повышения точности обрабатываемого элемента отливки. Общие припуски назначают по полным значениям общих допусков записываем в таблицах 1.13 и 1.14.

Таблица 1.13 - Общий допуск элемента отливки

Размер детали, мм	Вид окончательной обработки	Общий допуск элемента отливки, мм
30	черновая	1,74
148	черновая	2,4
Ø100Н7	чистовая	2,24
Ø130Н7	чистовая	2,4
315	черновая	3,2

Таблица 1.14 – Общий припуск поверхности отливки

Размер детали, мм	Вид окончательной обработки	Общий припуск на сторону, мм
30	черновая	2,1
148	черновая	2,2
Ø100Н7	чистовая	4,0
Ø130Н7	чистовая	4,4
315	черновая	2,9

С учетом допуска размеров и допуска формы и расположения элементов отливки получаем итоговые размеры заготовки, изготавливаемой литьем в землю. Размеры и допуски элементов записываем в таблице 1.15.

Таблица 1.15 – Размеры и допуски элементов

Размер детали, мм	Припуск, мм	Размер заготовки, мм
30	2,5	32,5±0,85
148	4,5	152,5±1,2
Ø100H7	8,0	92±1,12
Ø130H7	9	121±1,2
315	6	321±1,45

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

Рассчитаем массу заготовки получаемой – Литье в песчано-глинястые формы по деревянным моделям с ручной формовкой.

Определяем массу заготовки

$$m_{\text{заг}} = m_{\text{д}} + m_{\text{с}}, \quad (7)$$

где $m_{\text{д}}$, $m_{\text{с}}$ – масса детали и стружки.

$$m_{\text{с}} = V \cdot \rho, \quad (8)$$

где V – объем заготовки;

$\rho = 7,84 \text{ г/см}^3$ – плотность материала.

$$V_{\text{I}} = (3,14 \cdot 1,7^2 \cdot 3 \cdot 4/4 + 3,14 \cdot 0,68^2 \cdot 2,5 \cdot 22/4 + 3,14 \cdot 1,4^2 \cdot 1,5 \cdot 3/4 + 3,14 \cdot 17^2 \cdot 0,4 \cdot 1/4 + 3,14 \cdot 14^2 \cdot 0,4 \cdot 3/4 + 3,14 \cdot 1,4^2 \cdot 0,3 \cdot 3/4 - 3,14 \cdot 8,75^2 \cdot 4,1 \cdot 3/4 - 3,14 \cdot 11,5^2 \cdot 4,1 \cdot 1/4 + 3,14 \cdot 10^2 \cdot 4,1 \cdot 3/4 + 3,14 \cdot 13^2 \cdot 4,1 \cdot 1/4 + 23,4 \cdot 10,8 \cdot 0,5 + 6,3 \cdot 6,3 \cdot 0,5 \cdot 4) = 881,2 \text{ см}^3.$$

$$m_{\text{с}} = 881,2 \cdot 7,84 \cdot 10^{-3} = 6,9 \text{ кг.}$$

$$m_{\text{заг}} = 23,3 + 6,9 = 30,2 \text{ кг.}$$

Рассчитаем массу заготовки получаемой – Литье в песчано-глинястые формы по металлическим моделям с машинной формовкой.

Определяем массу заготовки

$$m_{\text{заг}} = m_{\text{д}} + m_{\text{с}}$$

$$m_{\text{с}} = V \cdot \rho,$$

$$V_{\text{II}} = (3,14 \cdot 1,7^2 \cdot 3 \cdot 4/4 + 3,14 \cdot 0,68^2 \cdot 2,5 \cdot 22/4 + 3,14 \cdot 1,4^2 \cdot 1,5 \cdot 3/4 + 3,14 \cdot 17^2 \cdot 0,3 \cdot 1/4 + 3,14 \cdot 14^2 \cdot 0,3 \cdot 3/4 + 3,14 \cdot 1,4^2 \cdot 0,25 \cdot 3/4 - 3,14 \cdot 9,2^2 \cdot 4 \cdot 3/4 - 3,14 \cdot 12,1^2 \cdot 4 \cdot 1/4 + 3,14 \cdot 10^2 \cdot 4 \cdot 3/4 + 3,14 \cdot 13^2 \cdot 4 \cdot 1/4 + 23,4 \cdot 10,8 \cdot 0,3 + 6,3 \cdot 6,3 \cdot 0,3 \cdot 4) = 601 \text{ см}^3.$$

$$m_{\text{с}} = 601 \cdot 7,84 = 4,7 \text{ кг.}$$

$$m_{\text{заг}} = 23,3 + 4,7 = 28 \text{ кг.}$$

Себестоимость изготовления детали определяется суммой затрат на исходную заготовку и её механическую обработку, поэтому в конечном счёте важно обеспечить снижение всей суммы, а не одной её составляющих. Метод получения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, серийностью производства, а также экономичностью изготовления.

Произведём сравнение вариантов выбора заготовки на основе экономического расчёта по формуле технологической себестоимости детали.

$$S_T^I = (C_{\text{заг}} \cdot Q \cdot k_t \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_M \cdot k_{\Pi}) - (Q - q) \cdot S_{\text{отх}}, \quad (9)$$

где $C_{\text{заг}}$ – стоимость 1 кг материала заготовки, руб;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса готовой детали, кг;

$k_t, k_c, k_b, k_M, k_{\Pi}$ – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства;

$S_{\text{отх}} = 1,5$ руб/кг – цена 1 кг отходов, руб.

Рассчитываем отливку получаемую литьем первым способом.

Для данной отливки $Q=30,2$ кг, $q=23,3$ кг, $C_{\text{заг}}=162$ руб, $k_t=1$, $k_c=1$, $k_b=0,8$, $k_M=1$, $k_{\Pi}=1$.

$$S_T^I = (162 \cdot 30,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1) - (30,2 - 23,3) \cdot 1,5 = 3904,7 \text{ руб.}$$

Рассчитываем отливку получаемую литье вторым способом:

Для данной отливки $m_{\text{заг}}=28$ кг, $C_{\text{заг}}=196$ руб, $k_t=1$, $k_c=0,83$, $k_b=0,8$, $k_M=1$, $k_{\Pi}=1$.

$$S_T^{II} = (196 \cdot 28 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1) - (28 - 23,3) \cdot 1,5 = 3637 \text{ руб.}$$

Примерную экономическую прибыль определяем по формуле:

$$S = (S_T^I - S_T^{II}) \cdot N, \quad (10)$$

где $N=1000$ – годовая программа выпуска, шт.

$$S = (3904,7 - 3637) \cdot 1000 = 267700 \text{ руб.}$$

Сравнивая два метода получения заготовок делаем вывод. Литье в песчано-глиняные формы по деревянным моделям с ручной формовкой более прост в изготовлении по сравнению с литьем в песчано-глиняные формы по металлическим моделям с машинной формовкой, но конфигурация заготовки, получаемая вторым способом позволяет уменьшить затраты на механическую обработку.

Окончательно принимаем метод получения заготовки как литье в песчано-глиняные формы по металлическим моделям с машинной формовкой.

2.2 Составление технологического маршрута обработки

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров относительного положения поверхностей, получаемых в процессе обработки.

В основе выбора технологических баз лежат следующие принципы:

- При обработке заготовок, полученных литьем, необработанные поверхности можно использовать в качестве баз только на первой операции. Это обеспечивает наименьшее смещение обработанных поверхностей относительно необработанных.

- При обработке у заготовок всех поверхностей в качестве технологических баз для первой операции целесообразно использовать поверхность с наименьшими припусками, тем самым снижется вероятность появления «чернот» при дальнейшей обработке.

- При прочих равных условиях наибольшая точность обработки достигается при использовании на всех операциях одних и тех же баз поверхностей, т.е. при соблюдении единства баз.

- Желательно совмещать технологические базы с конструкторскими.

Проектируемый маршрут обработки детали приведен в таблице 1.16.

Таблица 1.16 – Маршрут обработки детали

Номер операции	Содержание операции	Оборудование
1	2	3
005	<p>Сверлильно – фрезерная операция</p> <p>А установить заготовку</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать поверхности в размер $30 \pm 0,5$ за два прохода 2. Центровать 4 отверстия 3. Сверлить 2 отверстия $\varnothing 17H14$ на проход 4. Сверлить 2 отверстия $\varnothing 15H14$ на проход 5. Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 16,5H9$ на проход 6. Черновое и чистовое развертывание 2 отверстий $\varnothing 17H7$ на проход <p>Б Снять заготовку</p>	Вертикальный обрабатывающий центр модель ММ 1000
010	<p>Слесарная</p> <p>Снять заусенцы, притупить острые кромки $R 0.3 \dots 1.5$ мм в отверстиях 17</p>	
015	<p>Сверлильно – фрезерная операция</p> <p>А установить заготовку</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать поверхности в размер 315 за два прохода 2. Центровать 6 отверстия 3. Сверлить 6 отверстий $\varnothing 6,8H14$ глубиной 25 max 4. Нарезать 6 резьбовых отверстий М8 глубиной 20 min <p>Б Снять заготовку</p>	Вертикальный обрабатывающий центр модель ММ 1000
020	<p>Слесарная</p> <p>Снять заусенцы, притупить острые кромки $R 0.3 \dots 1.5$ мм в 6 отверстиях М8</p>	

025	<p>Сверлильно – фрезерно - расточная операция А установить заготовку Позиция 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать поверхность диаметром 120 и 150 в размер $4\pm 0,15$ 2. Расточить отверстие $\varnothing 126H13$ 3. Расточить отверстие $\varnothing 97H13$, 4. Расточить отверстие $\varnothing 129H10$ 5. Расточить отверстие $\varnothing 99H10$, 6. Расточить отверстие $\varnothing 130H7$ 7. Расточить отверстие $\varnothing 100H7$, 8. Расточить 2 отверстия $\varnothing 97H13$, 9. Расточить 2 отверстия $\varnothing 99H10$, 10. Расточить 2 отверстия $\varnothing 100H7$, 11. Фрезеровать 2 фаски в размер 2,5 мм под углом 30 12. Центровать 8 отверстия 13. Сверлить 8 отверстий $\varnothing 6,8H14$ глубиной 25 max 14. Нарезать 8 резьбовых отверстий М8 глубиной 20 min <p>Позиция 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать поверхность в размер $148\pm 0,5$ 2. Фрезеровать 2 фаски в размер 2,5 мм под углом 30° 3. Фрезеровать 2 бабышки в размер 5 мм 4. Центровать 10 отверстия 5. Сверлить 8 отверстий $\varnothing 6,8H14$ глубиной 25 max 6. Нарезать 8 резьбовых отверстий М8 глубиной 20 min 7. Сверлить 2 отверстий $\varnothing 14,5H14$ на проход 11. Нарезать 2 резьбовых отверстий М16 на проход <p>Позиция 3</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать бабышку в размер 2 мм 2. Центровать отверстие 3. Сверлить отверстие $\varnothing 14,5H14$ на проход 4. Нарезать резьбовое отверстие М16 на проход <p>Б Снять заготовку</p>	Горизонтальн о-расточной станок с ЧПУ ТК6111
030	Контрольная операция	

2.3. Выбор баз

005 Сверлильно-фрезерная операция:

Базирование осуществляется по необработанной поверхности на пальцы и в упор в специальном приспособлении.

Погрешность базирования для размера 30 $\epsilon_6=0$.

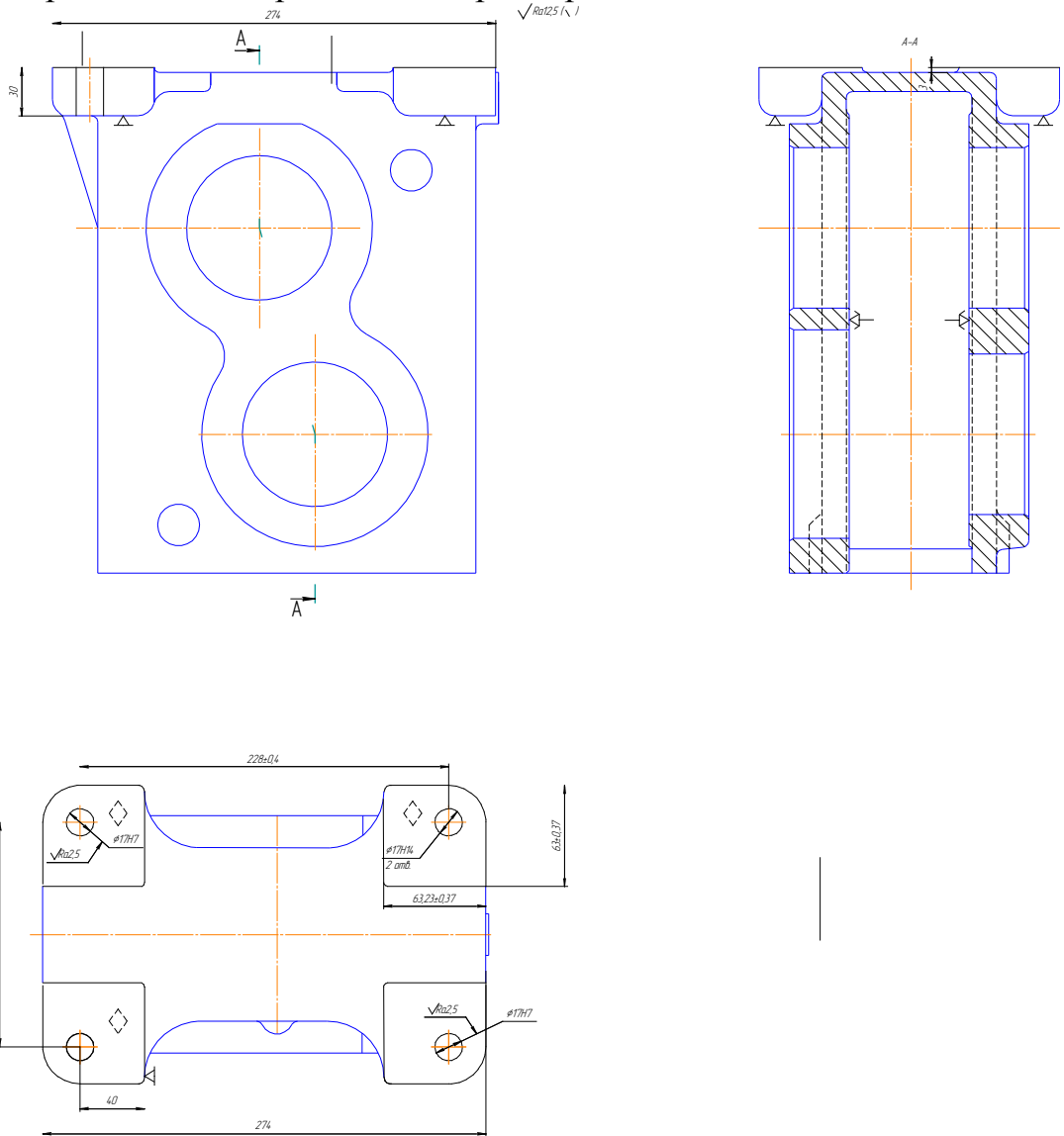


Рисунок 1.1

010 Сверлильно-фрезерная операция:

Базирование осуществляется по обработанной поверхности и н 2 пальцам в специальном приспособлении.

Погрешность базирования для размера 315 $\epsilon_6=0$, а размера 25 $\epsilon_6=1$ мм

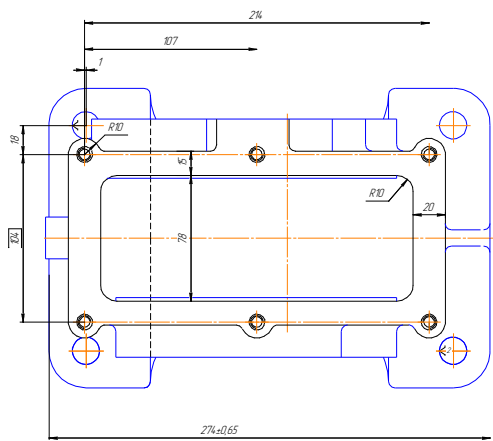
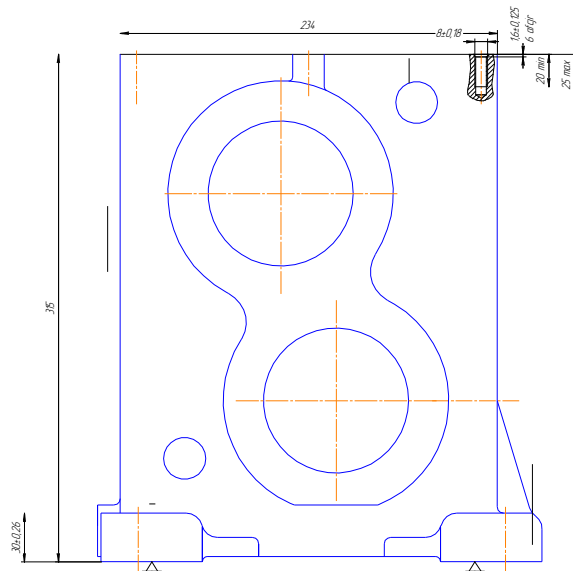


Рисунок 1.2

015 Сверлильно-расточная операция:
 Базирование осуществляется по обработанной поверхности и н 2 пальцам в специальном приспособлении.

Позиция I

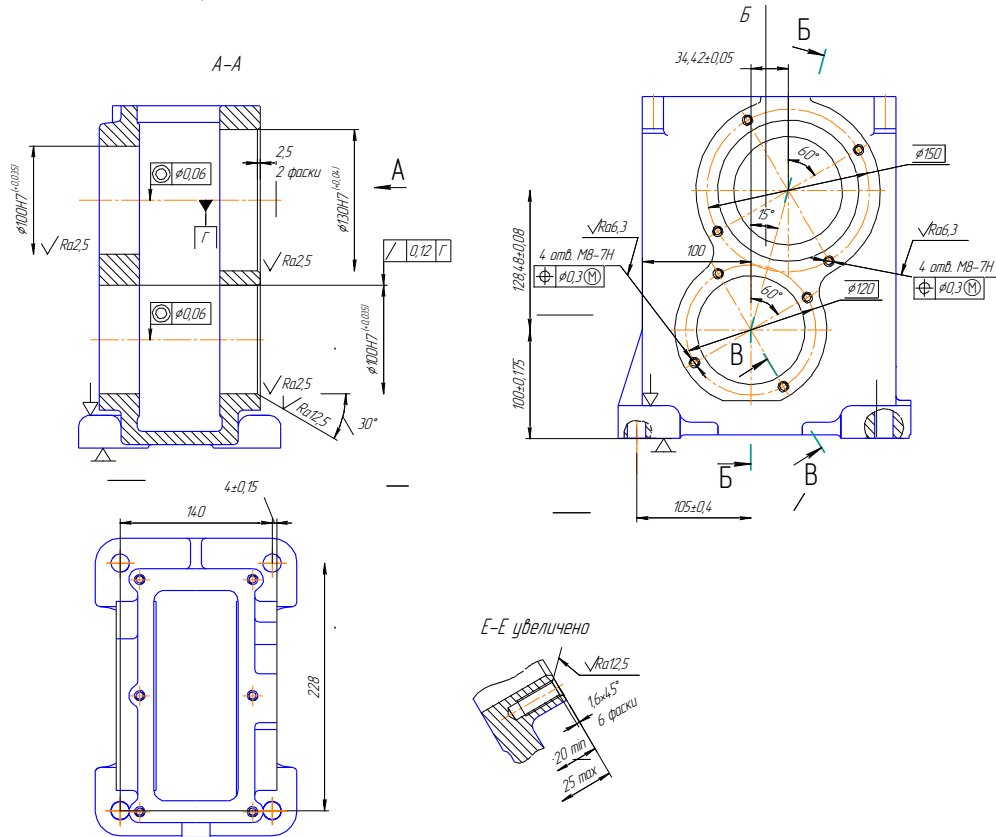


Рисунок 1.3

Позиция II

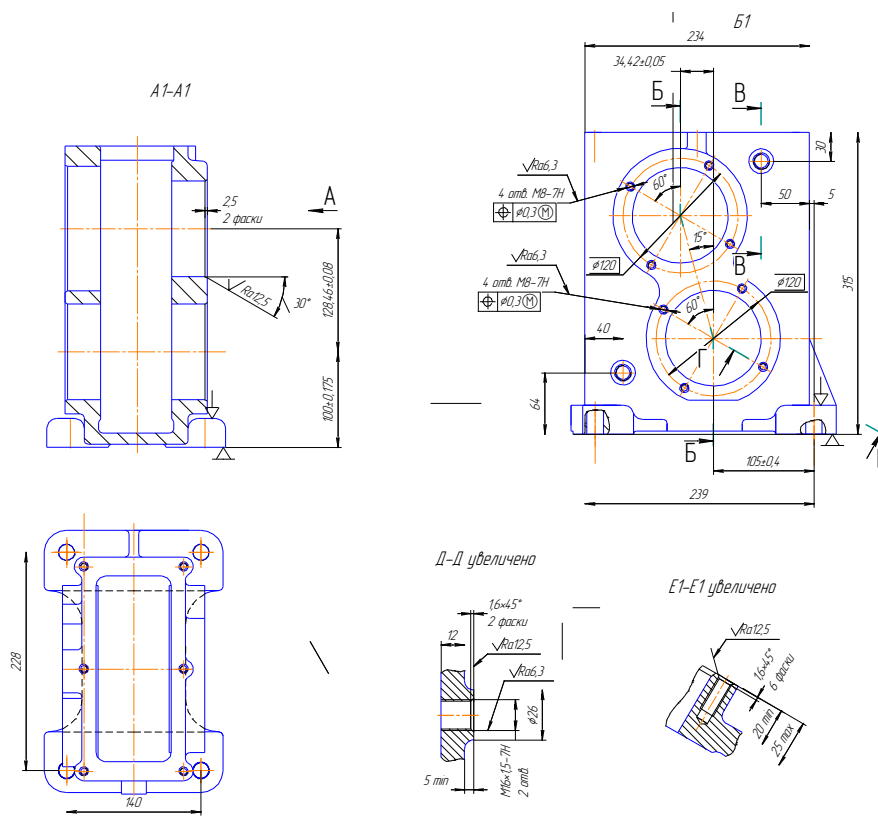


Рисунок 1.4.
Позиция III

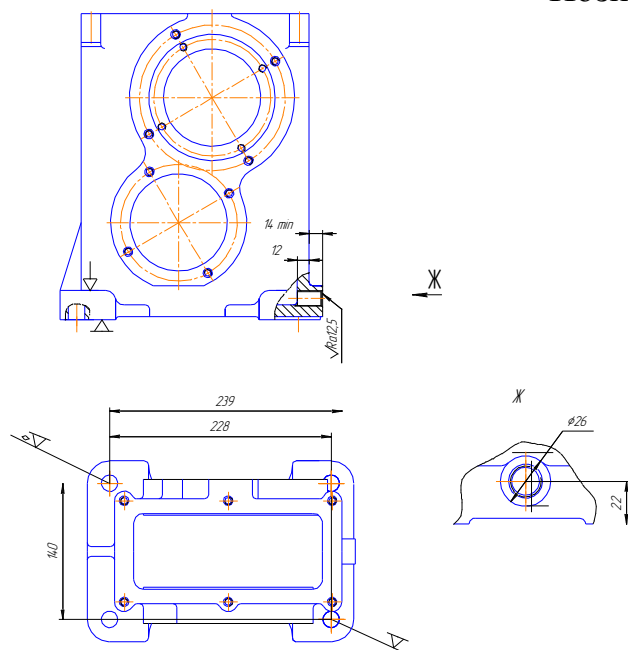


Рисунок 1.5.

2.4 Выбор оборудования и средств технологического оснащения

2.4.1 Выбор оборудования

Вертикальный обрабатывающий центр модель MM 1000

Стол	
Размер стола, мм	1200x520
Максимальная допустимая нагрузка на стол, кг	800
T-образные пазы, шт./мм/мм	5/16/80
Шпиндель	
Диапазоны вращения шпинделя, об/мин	10000 (12000)
Конус шпинделя	ISO40 7:24
Мощность главного двигателя, кВт	11/15
Перемещения	
Перемещение по оси X, мм	1000
Перемещение по оси Y, мм	560
Перемещение по оси Z, мм	550
Расстояние от конуса шпинделя до стола, мм	100-650
Подачи	
Рабочие подачи X, Y, Z, мм/мин	10/10/10
Ускоренные перемещения X, Y, Z, м/мин	30/30/24
Магазин инструмента	
Количество мест, шт.	20
Тип магазина	«диск»
Максимальная длина инструмента, мм	350
Хвостовик инструмента	BT40
Максимальный вес инструмента	8
Максимальный диаметр инструмента при полном магазине, мм	125
при пустом соседнем гнезде, мм	130
Точность	
Точность позиционирования X, Y, Z, мм	±0,005
Повторяемость X, Y, Z, мм	±0,003
Габариты и масса	
Габариты (ДхШхВ), мм	3266x2206x2730
Масса, кг	5720

Горизонтально-расточной станок с ЧПУ ТК6111

Стол	
Размер стола, мм	1250x1400
Максимальная допустимая нагрузка на стол, кг	5000
T-образные пазы, шт./мм	7/28
Шпиндель	
Диаметр шпинделя, мм	110
Диапазоны вращения шпинделя, об/мин	10-1500

Конус шпинделя	ISO50 7:24
Мощность главного двигателя, кВт	17/22,5
Максимальный крутящий момент, Н·м	1600
Планшайба	
Диаметр планшайбы, мм	670
Максимальные обороты планшайбы, об/мин	165
Перемещения	
Перемещение по оси X, мм	1700
Перемещение по оси Y, мм	1400
Перемещение по оси Z, мм	1400
Выдвижение шпинделя W, мм	500
Перемещение ползуна U, мм	200
Поворот стола, град	360°/0,001
Расстояние между осью вращения шпинделя и поверхностью стола, мм	0-1400
Подачи	
Рабочие подачи X, Y, Z, мм/мин	1-5000
Рабочие подачи W/U, мм/мин	1-2500
Рабочие подачи B, об/мин	0,003-2
Ускоренные перемещения	
Ускоренные перемещения X, Y, Z, W, мм/мин	10000
Ускоренные перемещения W/U, мм/мин	5000/2500
Ускоренные перемещения B, об/мин	2
Магазин инструмента	
Количество мест, шт.	40
Тип магазина	ISO50
Хвостовик инструмента	BT50
Точность	
Точность позиционирования X, Y, Z, мм	±0,008
Точность позиционирования W/U, мм	±0,0015/±0,003
Точность позиционирования B (4×90°), угл. сек.	±4
Повторяемость X, Y, Z, мм	±0,006
Повторяемость W/U, мм	±0,0010/±0,0015
Повторяемость B (4x90°), угл. сек.	±2
Габариты и масса	
Габариты (ДхШхВ), мм	6360x3920x3600
Масса, кг	28000

2.5 Выбор средств технологического оснащения

005 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ

Приспособление;

Фреза 345-65Q32-13Н

Державка А280540-065

Центровочное сверло Ø4 Р6М5 ГОСТ 14952-75;

Сверло Ø15 Р6М5 ГОСТ 14952-75;

Сверло Ø17 Р6М5 ГОСТ 14952-75;

Зенкер Ø16,5 Р5М6 ГОСТ 12489-71;

Развертка Ø17Н9 Р6М5 ГОСТ 12489-71

Пробка Ø17Н9 ПР ГОСТ 14807-69;

Пробка Ø17Н9 НЕ ГОСТ 14807-69

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80;

Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85

Тара 505-190.

015 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ

Приспособление

Фреза 345-65Q32-13Н

Державка А280540-065

Центровочное сверло Ø4 Р6М5 ГОСТ 14952-75;

Сверло Ø6,8/12 Р6М5 ГОСТ 14952-75;

Метчик М8-2621-1223 ГОСТ 3266-81

Пробка 8261-3036 7Н ГОСТ 17756-72

Пробка 8221-1036 7Н ГОСТ 17757-72

Штангенциркуль ШЦ – I – 125 – 0,1 ГОСТ 166 – 89

Штангенциркуль ШЦ – II– 400 – 0,1 ГОСТ 166 – 89

Штангенглубомер ШГ — 400 – 0,1 ГОСТ 162 – 90

Тара 505–178;

Очки 0 ГОСТ 12.4.013–85.

025 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ

Приспособление

Фреза 345-65Q32-13Н

Державка А280540-065

державка MODULHARD'ANDREA PR80.80 резец SFTP 50,

державка MODULHARD'ANDREA PR63.160 резец SFTP 50,

двурезцовая головка MODULHARD'ANDREA MHD'63 с резцом SSCC 63,
пластина CCMT1204

двурезцовая головка MODULHARD'ANDREA MHD'80 с резцом SSCC
80, пластина CCMT1204

микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREA
TRM80/80, державка PS12.30, резцом SFTP50, пластина PS12.30

микрометрическая расточная головка MODULHARD'ANDREA
 TRM80/80, державка PS13.30, резцом SFTP50, пластина PS13.30
 фреза 50×45° BK6 ТУ 2-035-526-76
 Сверло 6,5/10
 Сверло 14,5/18
 Метчик М8-7Н 2621-1223 ГОСТ 3266-81
 Метчик М16-7Н 2621-1617 ГОСТ 3266-81
 Пробка 8261-3036 7Н ГОСТ 17756-72
 Пробка 8221-1036 7Н ГОСТ 17757-72
 Пробка 8261-3038 7Н ГОСТ 17756-72
 Пробка 8221-1038 7Н ГОСТ 17757-72
 Калибр-пробка 8136-0021 Н7 ГОСТ 14815-69
 Калибр-пробка 8136-0121 Н7 ГОСТ 14816-69
 Калибр-пробка 8140-0059 Н7 ГОСТ 14821-69
 Калибр-пробка 8140-0109 Н7 ГОСТ 14822-69
 Шаблон 2,5×30°
 Штангенциркуль ШЦ – I – 125 – 0,1 ГОСТ 166 – 89
 Штангенциркуль ШЦ – II – 250 – 0,05 ГОСТ 166 – 89
 Нутромер 75-175 ГОСТ 10-88
 Тара 505–178;
 Очки 0 ГОСТ 12.4.013–85.

2.6 Расчет припусков на механическую обработку

Расчёт припусков на механическую обработку поверхности $\varnothing 130\text{H}7$
 Выбираем следующие технологические переходы:

- растачивание черновое
- растачивание чистовое
- растачивание тонкое

Заготовка литье

Шероховатость поверхности - $R_z = 40$ мкм

Глубина дефектного слоя - $h = 260$ мкм

Суммарное отклонение расположения при обработке отверстий в отливке при базировании на плоскость

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2}, \quad (11)$$

где $\rho_{\text{кор}}$ – отклонение плоской поверхности отливки от плоскостности;

$\rho_{\text{см}}$ – смещение стержня в плоскости.

$$\rho_{\text{см}} = 1,0 \text{ мм}, \quad \rho_{\text{кор}} = \Delta_r \cdot l = 1,2 \cdot 0,015 = 0,018 \text{ мм}.$$

$$\rho_3 = \sqrt{1^2 + 0,018^2} = 1 \text{ мм} \quad (12)$$

Растачивание черновое выполняем по 11-му качеству.

Шероховатость поверхности – $R_z = 25$ мкм

Глубина дефектного слоя – $h = 30$ мкм

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей:

$$\Delta_{\Sigma i} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma i-1}, \quad (13)$$

где $\Delta_{\Sigma i-1}$ мкм – суммарные отклонения формы и расположения поверхностей на предыдущем переходе;

$K_y = 0,06$ – коэффициент уточнения.

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,06 \cdot 1000 = 60 \text{ мкм.}$$

Растачивание чистовое выполняем по 9-му качеству.

Шероховатость поверхности – $Rz = 20$ мкм

Глубина дефектного слоя – $h = 40$ мкм

$$\Delta_{\Sigma i} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma i-1}, \quad (14)$$

$$K_y = 0,04$$

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,04 \cdot 1000 = 40 \text{ мкм.}$$

Растачивание тонкое выполняем по 7-му качеству.

Шероховатость поверхности – $Rz = 10$ мкм

Глубина дефектного слоя – $h = 10$ мкм

$$K_y = 0,02$$

$$\Delta_{\Sigma i} = 0,02 \cdot 1000 = 20 \text{ мкм.}$$

Таблица 1.17

Маршрут	Элементы припуска, мкм			Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Минимальный размер, мкм	на допуск изготовления, мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	Rz	h	ρ				D_{\max}	D_{\min}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка Н14	40	260	100	0	125,75	1000	126,85	125,85		
Растачивание черновое Н11	25	30	60	2·140	129,55	250	129,65	129,4	2800	3550
Растачивание чистовое Н9	20	20	40	2·115	129,78	100	129,88	129,78	230	380
Растачивание тонкое Н7	10	10	20	2·80	130	40	130,04	130	160	220

Находим минимальны припуск :

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left[(R_z + h) + \sqrt{\Delta_{\Sigma i}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (15)$$

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot [40 + 260 + 1000] = 2 \cdot 1400 \text{ мкм} - \text{ для растачивания черногового,}$$

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot [25 + 30 + 60] = 2 \cdot 115 \text{ мкм} - \text{ для растачивания чистового,}$$

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot [20 + 20 + 40] = 2 \cdot 80 \text{ мкм} - \text{ для растачивания тонкого.}$$

За расчетный размер принимаем минимальный предельный размер обрабатываемой поверхности: $130 + 0,04 = 130,04$ мм.

Определяем максимальный предельный размер для каждого перехода:

$$d_{\max-1} = d_{\max i} - 2 \cdot Z_{\min i}, \quad (16)$$

$d_{\max} = 130,04 - 0,160 = 129,88$ мм – максимальный предельный размер для растачивания чистового.

$d_{\max} = 129,88 - 0,230 = 129,65$ мм – максимальный предельный размер для растачивания черногового.

$d_{\max} = 129,65 - 2,8 = 126,85$ мм – максимальный предельный размер для заготовки.

Определяем минимальный предельный размер для каждого перехода:

$$d_{\min-1} = d_{i \max i} - Td_{i-1}, \quad (17)$$

$d_{\min} = 129,88 - 0,1 = 129,78$ мм – минимальный предельный размер для растачивания чистового.

$d_{\min} = 129,65 - 0,25 = 129,4$ мм – минимальный предельный размер для растачивания черногового.

$d_{\min} = 126,85 - 1 = 125,85$ мм – минимальный предельный размер для заготовки.

Определяем предельные значения припусков:

Растачивание тонкое

$$2 \cdot Z_{\min} = 130,04 - 129,88 = 0,16 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 130 - 129,78 = 0,22 \text{ мм.}$$

Растачивание чистовое

$$2 \cdot Z_{\min} = 129,88 - 129,65 = 0,23 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 129,78 - 129,4 = 0,38 \text{ мм.}$$

Растачивание черноговое

$$2 \cdot Z_{\min} = 129,65 - 126,85 = 2,8 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot Z_{\max} = 129,4 - 125,85 = 3,55 \text{ мм.}$$

Определяем общий минимальный и максимальный припуски:

$$2Z_{\min} = 2,8 + 0,23 + 0,16 = 3,19 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max} = 3,55 + 0,48 + 0,22 = 4,15 \text{ мм}$$

Проверка правильности расчета:

$$2 \cdot Z_{\max} - 2 \cdot Z_{\min} = Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}},$$

$$4,15 - 3,19 = 1,0 - 0,04.$$

$$0,96 = 0,96.$$

Условие выполняется.

2.7 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания производим и назначение режимов обработки производим по [5,7,8].

Операция 005 Сверлильно-фрезерная с ЧПУ

Переход 1 Фрезеровать поверхность выдерживая размеры $30 \pm 0,5$.

Инструмент: фреза 63 ГОСТ 22085-85, $D=63$, $z=5$.

Материал режущей части ВК6

1 Глубина фрезерования: $t=3$ мм;

Ширина фрезерования: $B=31$ мм;

Диаметр фрезы: $D=63$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z=0,1$ мм/зуб.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (18)$$

где K_v – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (19)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = (190 / HB)^{nv}, \quad (20)$$

где HB – параметр, характеризующий обрабатываемый материал;

nv – показатель степени при обработке.

$C_v = 994$; $q = 0,22$; $x = 0,17$; $y = 0,1$; $u = 0,22$; $p = 0$; $m = 0,33$;

$T = 180$ мин. - период стойкости инструмента;

Принимаем $n_v = 1,25$, $K_{nv} = 0,8$, $K_{iv} = 1$.

$$K_{mv} = (190 / 200)^1 = 0,94.$$

$$K_v = 0,94 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,75.$$

$$V = \frac{994 \cdot 63^{0,2}}{180^{0,33} \cdot 3^{0,17} \cdot 0,05^{0,1} \cdot 31^{0,22} \cdot 5^0} \cdot 0,75 = 149,7 \text{ м/мин.}$$

$$n_{фр} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 149,7 / (3,14 \cdot 63) = 757 \text{ об/мин;}$$

Принимаем $n_{ст} = 500$ об/мин.

$$V = \pi \cdot n_{фр} \cdot D / 1000 = 3,14 \cdot 500 \cdot 63 / 1000 = 98,9 \text{ м/мин.}$$

4 Сила резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \quad (21)$$

Принимаем по табл.41 $C_p = 54,5$; $q = 1,0$; $x = 0,9$; $y = 0,74$; $u = 1,0$; $w = 0$.

$z=5$ – число зубьев фрезы.

$$K_{mp} = (HB / 190)^{nv}, \quad (22)$$

где $n_V=0,75$.

$$K_{MP} = (200 / 190)^{0,4} = 1,02.$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 3^{0,9} \cdot 0,05^{0,74} \cdot 31^1 \cdot 5}{63^1 \cdot 500^0} \cdot 1,02 = 1319 \text{ Н.}$$

5 Крутящий момент

$$M_{KP} = P_Z \cdot D / 2000, \quad (23)$$

$$M_{KP} = 1319 \cdot 63 / 2000 = 41,5 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (3.31)$$

$$N_e = \frac{1319 \cdot 98,9}{1020 \cdot 60} = 2,13 \text{ кВт.}$$

Проверка на достаточность привода станка: $N_{рез} \leq N_{шп}$,

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

$$N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta, \quad (24)$$

$$N_{ст} = 22 \text{ кВт}, \quad \eta = 0,8.$$

$$N_{шп} = 22 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ кВт.}$$

$$2,13 \text{ кВт} < 16,5 \text{ кВт.}$$

7 Подача на оборот фрезы:

$$S = S_z \cdot z = 0,05 \cdot 5 = 0,25 \text{ мм/об}, \quad (25)$$

8 Минутная подача:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{ст} = 0,05 \cdot 5 \cdot 500 = 125 \text{ мм/мин} \quad (3.33)$$

9 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M \quad (3.34)$$

$$L_{рх} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер} \quad (26)$$

где $L_{рез}$ – длина резания;

$L_{вр} + L_{пер}$ – длина врезания и перебега;

$$L_{вр} + L_{пер} = 34 \text{ мм.}$$

$$L_{рх} = 91 + 34 = 125 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 2 \cdot 125 / 125 = 2 \text{ мин.}$$

Переход 2 Центровать отверстие $\varnothing 4$

1. Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=2$ мм.

2 Подача: $S=0,12$ мм/об.

3 Скорость резания:

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

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV}, \quad (28)$$

где K_{LV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$$C_v = 14, 7; \quad q = 1; \quad y = 0,55; \quad m = 0,125.$$

$T = 20$ мин. - период стойкости инструмента;

$$K_{MV} = (190 / HB)^{n_V}, \quad (29)$$

Принимаем $n_V=1,25$, $K_{IV}=1$, $K_{иV}=1,0$.

$$K_{MV} = (190 / 200)^{1,25} = 0,94.$$

$$K_V=0,94 \cdot 1,0 \cdot 1,0=0,94.$$

$$V = \frac{14,7 \cdot 4^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,12^{0,55}} \cdot 0,94 = 43 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 43 / (3,14 \cdot 4) = 3426 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\text{ст}}=800$ об/мин.

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 4 \cdot 800 / 1000 = 10 \text{ м/мин.}$$

5 Крутящий момент и осевая сила

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (30)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

где $K_p=K_{\text{мр}}$ – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки

$$K_{\text{мр}} = (HB / 190)^{n_V}, \quad (31)$$

где $n_V=0,4$

$$K_{\text{мр}} = (200 / 190)^{0,4} = 1,02.$$

$$C_M=0,021, q=2, y=0,8,$$

$$C_p=42,7, q=1, y=0,8.$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,021 \cdot 4^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1,02 = 0,6 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$P_o = 10 \cdot 42,7 \cdot 4^1 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1,02 = 320 \text{ Н.}$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}, \quad (32)$$

$$N_e = \frac{0,6 \cdot 800}{9750} = 0,05 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

$$N_{\text{шп}} = 22 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ кВт} > N_e = 0,05 \text{ кВт.}$$

7 Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{\text{ст}} = 0,12 \cdot 800 = 96 \text{ мм/мин}, \quad (33)$$

8 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{\text{рх}} / S_M,$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}}, \quad (34)$$

$$L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{рх}} = 4 + 5 = 9 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 4 \cdot 9 / 96 = 0,38 \text{ мин.}$$

Переход 3 Сверлить отверстие $\varnothing 17$ на проход

1. Сверло $\varnothing 17$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=8,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.2

$S=0,42$ мм/об, $n_{ст}=315$ об/мин., $V_{факт}=16,8$ м/мин., $M_{кр} = 30,9$ Н·м,

$P_o = 3702$ Н, $N_e = 1$ кВт, $S_M = 132,3$ мм/мин., $t_0=0,53$ мин.

Переход 4 Сверлить отверстие $\varnothing 15$ на проход

Сверло $\varnothing 15$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=7,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.2

$S=0,4$ мм/об, $n_{ст}=315$ об/мин., $V_{факт}=14,8$ м/мин., $M_{кр} = 23,2$ Н·м,

$P_o = 3141$ Н, $N_e = 0,75$ кВт, $S_M = 126$ мм/мин., $t_0=0,56$ мин.

Переход 5 Зенкеровать отверстие $\varnothing 16,5$ Н9

1. Зенкер $\varnothing 16,5$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=0,75$ мм.

2 Подача: $S=0,6$ мм/об.

3 Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (35)$$

$C_v=18,8$; $q=0,2$; $y=0,4$; $m=0,125$, $x=0,1$.

$T=30$ мин., $K_v=0,94$.

$$V = \frac{18,8 \cdot 16,5^{0,2}}{30^{0,125} \cdot 0,75^{0,1} \cdot 0,6^{0,4}} \cdot 0,94 = 25,5 \text{ м/мин};$$

4 Частота вращения шпинделя:

$$n_{фр} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 25,5 / (3,14 \cdot 16,5) = 492 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{ст}=315$ об/мин.

$V_{факт} = \pi \cdot d \cdot n_{ст} / 1000 = 3,14 \cdot 16,5 \cdot 315 / 1000 = 16,3$ м/мин.

5 Крутящий момент и осевая сила

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.23)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p,$$

$K_p = 1,02$.

$C_M=0,085$, $q=0$, $y=0,8$, $x=0,75$.

$C_p=23,5$, $y=0,4$, $x=1,2$.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,085 \cdot 16,5^0 \cdot 0,75^{0,75} \cdot 0,6^{0,8} \cdot 1,02 = 0,5 \text{ Н·м};$$

$$P_o = 10 \cdot 23,5 \cdot 0,75^{1,2} \cdot 0,6^{0,8} \cdot 1,02 = 138 \text{ Н}.$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (36)$$

$$N_e = \frac{0,5 \cdot 315}{9750} = 0,02 \text{ кВт.}$$

7 Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{ст} = 0,6 \cdot 315 = 189 \text{ мм/мин}$$

8 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M,$$

$$L_{рх} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

$$L_{вр} + L_{пер} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{рх} = 30 + 5 = 35 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 2 \cdot 35 / 189 = 0,37 \text{ мин.}$$

Переход 6 Развертывание

6.1 Черновое развертывание отверстие $\varnothing 16,9$

1. Развертка черновая $\varnothing 16,9$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t = 0,2$ мм.

2 Подача: $S = 2$ мм/об.

3 Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (37)$$

$$C_v = 15,6; q = 0,2; y = 0,5; m = 0,3, x = 0,1.$$

$$T = 60 \text{ мин.}, K_v = 0,94.$$

$$V = \frac{15,6 \cdot 16,9^{0,2}}{60^{0,3} \cdot 0,75^{0,1} \cdot 2^{0,5}} \cdot 0,94 = 6,3 \text{ м/мин.}$$

4 Частота вращения шпинделя:

$$n_{фр} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 6,3 / (3,14 \cdot 16,9) = 118 \text{ об/мин.}$$

Принимаем $n_{ст} = 118$ об/мин.

$$V_{факт} = \pi \cdot d \cdot n_{ст} / 1000 = 3,14 \cdot 16,9 \cdot 118 / 1000 = 6,3 \text{ м/мин.}$$

5 Крутящий момент и осевая сила

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot D \cdot z}{200}, \quad (38)$$

$$C_p = 23,5, y = 0,4, x = 1,2, K_p = 1,02.$$

$$M_{кр} = \frac{23,5 \cdot 16,9^{1,2} \cdot 0,33^{0,4} \cdot 16,9 \cdot 6}{200} = 1,1 \text{ Н·м.}$$

6. Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{ст} = 2 \cdot 118 = 236 \text{ мм/мин.}$$

7 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M,$$

$$L_{рх} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

$$L_{вр} + L_{пер} = 5 \text{ мм.}$$

$L_{px}=30+5=35$ мм.

$t_0=2 \cdot 35/236=0,3$ мин.

6.2 Чистовое развертывание отверстие $\varnothing 17H9$

1. Развертка черновая $\varnothing 17$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=0,05$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 перехода 1.6.1

$S=2$ мм/об., $n_{ст}=135$ об/мин., $V_{факт}=7,2$ м/мин., $M_{кр} = 0,2$ Н·м,

$S_m=270$ мм/мин., $t_0=0,26$ мин.

Операция 010: Сверлильно-фрезерная

Переход 1 Фрезеровать поверхность выдерживая размеры 315.

Инструмент: фреза 63 ГОСТ 22085-85, $D=63$, $z=5$.

Материал режущей части ВК6

1 Глубина фрезерования: $t = 2$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 20$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 63$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,1$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.1

$S_z=0,1$ мм/зуб., $n_{ст}=500$ об/мин., $V=98,9$ м/мин, $P_z = 1929$ Н., $M_{кр} = 58$ Н·м, $N_e = 3,12$ кВт, $S = 0,5$ мм/об, $S_m = 250$ мм/мин, $t_0=0,79$ мин.

Переход 2 Центровать отверстие $\varnothing 4$

1 Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=2$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 2

$S=0,12$ мм/об., $n_{ст}=800$ об/мин., $V_{факт}=10$ м/мин., $M_{кр} = 0,6$ Н·м, $P_o = 320$

Н, $N_e=0,05$ кВт, $S_m=96$ мм/мин., $t_0=0,6$ мин.

Переход 3 Сверлить отверстие $\varnothing 6,8/12$ глубиной 25 max

1 Сверло $\varnothing 6,8/12$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=3,4/5$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.2

$S=0,18$ мм/об, $n_{ст}=400$ об/мин, $V_{факт}=12,8$ м/мин, $M_{кр}=5,4$ Н·м, $P_o=1105$

Н, $N_e=0,22$ кВт, $S_m=72$ мм/мин., $t_0=2,5$ мин.

Переход 4: Нарезать резьбу М8-7Н глубиной 20 min

Инструмент: Метчик М8 ГОСТ 3266-81

Материал режущей части Р6М5

2. Глубина резания: $t = 0,63$ мм;

3. Подача: $S = 1,25$ мм/зуб.

4. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (39)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv},$$

$$K_{MV} = (190 / HB)^{nv},$$

Принимаем $n_V=1,25$, $K_{nv}=1$, $K_{iv}=1,0$.

$$K_{MV} = (190 / 200)^{1,25} = 0,94.$$

$$K_V=0,94 \cdot 1,0 \cdot 1,0=0,94.$$

$C_v = 64,8$; $q=1,2$; $y = 0,5$; $m = 0,9$; $T = 90$ мин.

$$V = \frac{64,8 \cdot 8^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1,25^{0,5}} \cdot 0,94 = 11,5 \text{ м/мин.}$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 11,5 / (3,14 \cdot 8) = 458 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\text{ст}}=400$ об/мин.

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot d \cdot n_{\text{ст}} / 1000 = 3,14 \cdot 8 \cdot 400 / 1000 = 10 \text{ м/мин.}$$

5. Крутящий момент

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p, \quad (40)$$

$C_m=0,013$, $y=1,5$, $q=1,4$, $K_p=1,5$.

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,013 \cdot 8^{1,4} \cdot 1,25^{1,5} \cdot 1,5 = 5 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

6. Мощность резания

$$N_e = \frac{M \cdot n}{9750},$$

$$N_e = \frac{5 \cdot 400}{9750} = 0,21 \text{ кВт.}$$

0,21 кВт < 16,5 кВт.

7. Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n_{\text{ст}} = 1,25 \cdot 400 = 500 \text{ мм/мин.}$$

8. Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{\text{рх}} / S_m,$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}},$$

$$L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{рх}} = 20 + 5 = 30 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 6 \cdot 30 / 500 = 0,3 \text{ мин.}$$

Операция 015: Сверлильно-фрезерно-расточная

Позиция I

Переход 1 Фрезеровать поверхность диаметром 120 и 150 в размер $4 \pm 0,15$.

Инструмент: фреза 63 ГОСТ 22085-85, $D=63$, $z=5$.

Материал режущей части ВК6

1 Глубина фрезерования: $t = 2$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 20$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 63$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,1$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.1

$S_z = 0,1$ мм/зуб., $n_{\text{ст}} = 500$ об/мин., $V = 98,9$ м/мин, $P_z = 1929$ Н., $M_{\text{кр}} = 58$

Н·м, $N_e = 3,12$ кВт, $S = 0,5$ мм/об, $S_m = 250$ мм/мин, $t_0 = 3,4$ мин.

Переход 2: Расточить отверстие Ø126Н13

Материал режущей части ВК6

1 Глубина резания: $t=2,5$ мм.

2 Подача: $S=0,6$ мм/об

3 Скорость резания:

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

Принимаем по табл.17 $C_v = 340$; $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,2$.

$$K_{MV} = (190 / \text{HB})^{n_v},$$

Принимаем $n_v=1,25$, $K_{nv}=0,8$, $K_{nv}=0,65$.

$$K_{MV} = (190 / 200)^{1,25} = 0,94.$$

$$K_v = 0,94 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,49.$$

$$V = \frac{243}{45^{0,2} \cdot 2,5^{0,4} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,49 = 59,2 \text{ м/мин.}$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 59,2 / (3,14 \cdot 126) = 150 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\text{ст}}=150$ об/мин.

4 Сила резания:

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

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\text{гр}},$$

Принимаем по [12] $C_p = 92$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = 0$.

$$K_{mp} = (\text{HB} / 190)^n,$$

Принимаем по [12] $n_v=0,75$.

$$K_{\text{фр}}=0,89, K_{\lambda p}=1, K_{\gamma p}=1,1, K_{\text{гр}}=0,93.$$

$$K_{mp} = (200 / 190)^{0,4} = 0,59.$$

$$K_p = 0,59 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,54.$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 2,5^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 59,2^0 \cdot 0,54 = 841 \text{ Н.}$$

5 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_e = \frac{841 \cdot 59,2}{1020 \cdot 60} = 0,82 \text{ кВт} < N_{\text{шт}} = 12,8 \text{ кВт.}$$

6 Основное время:

$$t_0 = L_{\text{рх}} / S_M;$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,6 \cdot 150 = 90 \text{ мм/мин.}$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}},$$

$$L_{\text{рх}} = 40 + 6 + 4 = 50 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 50 / 90 = 0,56 \text{ мин.}$$

Переход 3: Расточить отверстие Ø97Н13,

Материал режущей части ВК6

1 Глубина резания: $t=2,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 015 переход 2

$S=0,6$ мм/об, $n_{ст}=190$ об/мин., $V=58$ м/мин, $P_z = 841$ Н, $N_e = 0,8$ кВт,

$S_M = 114$ мм/мин, $t_0=0,44$ мин.

Переход 4: Расточить отверстие $\varnothing 129$ H10

Материал режущей части ВК3

1 Глубина резания: $t=1$ мм.

Расчет аналогичен операции 015 переход 2

$S=0,5$ мм/об, $n_{ст}=347$ об/мин., $V=140,6$ м/мин, $P_z = 294$ Н, $N_e = 0,67$ кВт,

$S_M = 173,5$ мм/мин, $t_0=0,29$ мин.

Переход 5: Расточить отверстие $\varnothing 99$ H10

Материал режущей части ВК3

1 Глубина резания: $t=1$ мм.

Расчет аналогичен операции 015 переход 2

$S=0,5$ мм/об, $n_{ст}=452$ об/мин., $V=135,5$ м/мин, $P_z = 294$ Н, $N_e = 0,67$ кВт,

$S_M = 226$ мм/мин, $t_0=0,22$ мин.

Переход 6: Расточить отверстие $\varnothing 130$ H7

Материал режущей части ВК3

1 Глубина резания: $t=0,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 015 переход 2

$S=0,2$ мм/об, $n_{ст}=630$ об/мин., $V=197,8$ м/мин, $P_z = 74$ Н, $N_e = 0,24$ кВт,

$S_M = 226$ мм/мин, $t_0=0,22$ мин.

Переход 7: Расточить отверстие $\varnothing 100$ H7

Материал режущей части ВК3

1 Глубина резания: $t=0,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 015 переход 2

$S=0,2$ мм/об, $n_{ст}=450$ об/мин., $V=183,7$ м/мин, $P_z = 74$ Н, $N_e = 0,22$ кВт,

$S_M = 90$ мм/мин, $t_0=0,55$ мин.

Переход 8: Расточить отверстие $\varnothing 97$ H13,

Материал режущей части ВК6

1 Глубина резания: $t=2,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 015 переход 2

$S=0,6$ мм/об, $n_{ст}=190$ об/мин., $V=58$ м/мин, $P_z = 841$ Н, $N_e = 0,8$ кВт,

$S_M = 114$ мм/мин, $t_0=1,39$ мин.

Переход 9: Расточить отверстие $\varnothing 99$ H10

Материал режущей части ВК3

1 Глубина резания: $t=1$ мм.

Расчет аналогичен операции 015 переход 2

$S=0,5$ мм/об, $n_{ст}=452$ об/мин., $V=135,5$ м/мин, $P_z = 294$ Н, $N_e = 0,67$ кВт,

$S_M = 226$ мм/мин, $t_0=0,7$ мин.

Переход 10: Расточить отверстие $\varnothing 100$ H7

Материал режущей части ВК3

1 Глубина резания: $t=0,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 015 переход 2

$S=0,2$ мм/об, $n_{ст}=450$ об/мин., $V=183,7$ м/мин, $P_z = 74$ Н, $N_e = 0,22$ кВт,
 $S_m=90$ мм/мин, $t_0=1,76$ мин.

Переход 11: Фрезеровать 2 фаски в размер 2,5 мм под углом 30°

Инструмент: фреза $50 \times 45^\circ$ ТУ 2-035-526-76, $D=63$, $z=5$.

Материал режущей части ВК6

1 Глубина фрезерования: $t = 2,5$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 2,5$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 50$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,1$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1

$S_z=0,1$ мм/зуб., $n_{ст}=500$ об/мин., $V=78,5$ м/мин, $P_z = 58$ Н., $M_{кр} = 1,4$ Н·м,

$N_e = 0,1$ кВт, $S = 0,5$ мм/об, $S_m = 250$ мм/мин, $t_0=3,95$ мин.

Переход 12: Центровать отверстие $\varnothing 4$

1. Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=2$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 2

$S=0,12$ мм/об., $n_{ст}=800$ об/мин., $V_{факт}=10$ м/мин., $M_{кр} = 0,6$ Н·м, $P_o = 320$

Н, $N_e = 0,05$ кВт, $S_m=96$ мм/мин., $t_0=0,75$ мин.

Переход 13: Сверлить отверстие $\varnothing 6,8/12$ глубиной 25 мм

1 Сверло $\varnothing 6,8/12$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=3,4/5$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 2

$S=0,18$ мм/об, $n_{ст}=400$ об/мин, $V_{факт}=12,8$ м/мин, $M_{кр}=5,4$ Н·м, $P_o=1105$ Н,

$N_e=0,22$ кВт, $S_m = 72$ мм/мин., $t_0=3,33$ мин.

Переход 14: Нарезать резьбу М8-7Н глубиной 20 мм

1. Метчик М8 ГОСТ 3266-81

Материал режущей части Р6М5

7. Глубина резания: $t = 0,63$ мм;

Расчет аналогичен операции 010 переход 4

$S = 1,25$ мм/зуб, $n_{ст}=400$ об/мин, $V_{факт} = 10$ м/мин, $M_{кр}=5$ Н·м, $N_e = 0,21$

кВт, $S_m = 500$ мм/мин, $t_0=0,48$ мин.

Позиция II

Переход 1 Фрезеровать поверхность диаметром 120 в размер $148 \pm 0,5$.

Инструмент: фреза 63 ГОСТ 22085-85, $D=63$, $z=5$.

Материал режущей части ВК6

1 Глубина фрезерования: $t = 2$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 20$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 63$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,1$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.1

$S_z=0,1$ мм/зуб., $n_{ст}=500$ об/мин., $V=98,9$ м/мин, $P_z = 1929$ Н., $M_{кр} = 58$ Н·м, $N_e = 3,12$ кВт, $S= 0,5$ мм/об, $S_m= 250$ мм/мин, $t_0=3,4$ мин.

Переход 2: Фрезеровать 2 фаски в размер 2,5 мм под углом 30°

Инструмент: фреза 50×45° ТУ 2-035-526-76, $D=63$, $z=5$.

Материал режущей части ВК6

1 Глубина фрезерования: $t=2,5$ мм;

Ширина фрезерования: $B=2,5$ мм;

Диаметр фрезы: $D=50$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z= 0,1$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1

$S_z=0,1$ мм/зуб., $n_{ст}=500$ об/мин., $V=78,5$ м/мин, $P_z=58$ Н., $M_{кр} = 1,4$ Н·м, $N_e = 0,1$ кВт, $S= 0,5$ мм/об, $S_m= 250$ мм/мин, $t_0=3,95$ мин.

Переход 3: Фрезеровать 2 бабышки в размер 5 мм

Инструмент: фреза 63 ГОСТ 22085-85, $D=63$, $z=5$.

Материал режущей части ВК6

1 Глубина фрезерования: $t=2$ мм;

Ширина фрезерования: $B=20$ мм;

Диаметр фрезы: $D=63$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z= 0,1$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.1

$S_z=0,1$ мм/зуб., $n_{ст}=500$ об/мин., $V=98,9$ м/мин, $P_z = 1929$ Н., $M_{кр} = 58$ Н·м, $N_e = 3,12$ кВт, $S= 0,5$ мм/об, $S_m= 250$ мм/мин, $t_0=0,48$ мин.

Переход 4: Центровать отверстие $\varnothing 4$

1.Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части Р6М5

2.Глубина сверления: $t=2$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 2

$S=0,12$ мм/об., $n_{ст}=800$ об/мин., $V_{факт}=10$ м/мин., $M_{кр} = 0,6$ Н·м, $P_o = 320$ Н, $N_e = 0,05$ кВт, $S_m=96$ мм/мин., $t_0=0,94$ мин.

Переход 5: Сверлить отверстие $\varnothing 6,8/12$ глубиной 25 мм

1 Сверло $\varnothing 6,8/12$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=3,4/5$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 2

$S=0,18$ мм/об, $n_{ст}=400$ об/мин, $V_{факт}=12,8$ м/мин, $M_{кр}=5,4$ Н·м, $P_o=1105$ Н, $N_e=0,22$ кВт, $S_m= 72$ мм/мин., $t_0=3,33$ мин.

Переход 6: Нарезать резьбу М8-7Н глубиной 20 мм

1. Метчик М8 ГОСТ 3266-81

Материал режущей части Р6М5

1.Глубина резания: $t=0,63$ мм;

Расчет аналогичен операции 010 переход 4

$S= 1,25$ мм/зуб, $n_{ст}=400$ об/мин, $V_{факт}= 10$ м/мин, $M_{кр}=5$ Н·м, $N_e = 0,21$ кВт, $S_m= 500$ мм/мин, $t_0=0,48$ мин.

Переход 7: Сверлить отверстие $\varnothing 14,5/18$ на проход

1 Сверло $\varnothing 14,5/18$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=7,25/9$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 2

$S=0,4$ мм/об, $n_{ст}=400$ об/мин, $V_{факт}=14,7$ м/мин, $M_{кр}=33,4$ Н·м, $P_o=3769$

Н, $N_e=1,37$ кВт, $S_m=160$ мм/мин., $t_0=0,28$ мин.

Переход 6: Нарезать резьбу М16-7Н на проход

1. Метчик М16 ГОСТ 3266-81

Материал режущей части Р6М5

1. Глубина резания: $t=0,75$ мм;

Расчет аналогичен операции 010 переход 4

$S=1,5$ мм/зуб, $n_{ст}=400$ об/мин, $V_{факт}=10$ м/мин, $M_{кр}=6,6$ Н·м, $N_e=0,27$

кВт, $S_m=600$ мм/мин, $t_0=0,08$ мин.

Позиция III

Переход 1: Фрезеровать бабышку в размер 2 мм

Инструмент: фреза 63 ГОСТ 22085-85, $D=63$, $z=5$.

Материал режущей части ВК6

1 Глубина фрезерования: $t=2$ мм;

Ширина фрезерования: $B=20$ мм;

Диаметр фрезы: $D=63$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z=0,1$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.1

$S_z=0,1$ мм/зуб., $n_{ст}=500$ об/мин., $V=98,9$ м/мин, $P_z=1929$ Н., $M_{кр}=58$

Н·м, $N_e=3,12$ кВт, $S=0,5$ мм/об, $S_m=250$ мм/мин, $t_0=0,24$ мин.

Переход 2: Центровать отверстие $\varnothing 4$

1. Сверло $\varnothing 4$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=2$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 2

$S=0,12$ мм/об., $n_{ст}=800$ об/мин., $V_{факт}=10$ м/мин., $M_{кр}=0,6$ Н·м, $P_o=320$

Н, $N_e=0,05$ кВт, $S_m=96$ мм/мин., $t_0=0,09$ мин.

Переход 3: Сверлить отверстие $\varnothing 14,5/18$ на проход

1 Сверло $\varnothing 14,5/18$

Материал режущей части Р6М5

2 Глубина сверления: $t=7,25/9$ мм.

Расчет аналогичен операции 005 переход 2

$S=0,4$ мм/об, $n_{ст}=400$ об/мин, $V_{факт}=14,7$ м/мин, $M_{кр}=33,4$ Н·м, $P_o=3769$

Н, $N_e=1,37$ кВт, $S_m=160$ мм/мин., $t_0=0,14$ мин.

Переход 4: Нарезать резьбу М16-7Н на проход

1. Метчик М16 ГОСТ 3266-81

Материал режущей части Р6М5

1. Глубина резания: $t=0,75$ мм;

Расчет аналогичен операции 010 переход 4

$S = 1,5$ мм/зуб, $n_{ст} = 400$ об/мин, $V_{факт} = 10$ м/мин, $M_{кр} = 6,6$ Н·м, $N_e = 0,27$ кВт, $S_M = 600$ мм/мин, $t_0 = 0,04$ мин.

Таблица 1.17

№Опер./ перех.		t, мин	S, мм/об/ S _z , мм/зуб	V, м/мин	n, об/мин	T _о , мин
005	1	3	0,5/ 0,1	98,9	500	2
	2	2	0,12	10	800	0,38
	3	8,5	0,42	16,8	315	0,53
	4	7,5	0,4	14,8	315	0,56
	5	0,75	0,6	16,3	315	0,37
	6.1	0,2	2	6,3	118	0,3
	6.2	0,05	2	7,2	135	0,26
010	1	2	0,5/0,1	98,9	500	0,79
	2	2	0,12	10	800	0,6
	3	3,4/5	0,18	12,8	400	2,5
	4	0,63	1,25	10	40	0,3
015 Поз. I	1	2	0,5/0,1	98,9	500	3,4
	2	2,5	0,6	59,2	150	0,56
	3	2,5	0,6	58	190	0,44
	4	1	0,5	140,6	173,5	0,29
	5	1	0,5	135,5	226	0,22
	6	0,5	0,2	197,8	630	0,22
	7	0,5	0,2	183,7	450	0,55
	8	2,5	0,6	58	190	1,39
	9	1	0,5	135,5	452	0,7
	10	0,5	0,2	183,7	450	1,76
	11	2,5	0,5/0,1	78,5	500	3,95
	12	2	0,12	10	800	0,75
	13	3,4/5	0,18	12,8	400	3,33
	14	0,63	1,25	10	400	0,48
Поз. II	1	2	0,5/0,1	98,9	500	3,4
	2	2,5	0,5/0,1	78,5	500	3,95
	3	2	0,5/0,1	98,9	500	0,48
	4	2	0,12	10	800	0,94
	5	3,4/5	0,18	12,8	400	3,33
	6	0,63	1,25	10	400	0,48
	7	7,25/9	0,4	14,7	400	0,28
	8	0,75	1,5	10	400	0,08
	1	2	0,5	98,9	500	0,24
			0,1			

Поз.Ш	2	2	0,12	10	800	0,09
	3	7,25/9	0,4	14,7	400	0,14
	3	0,75	1,5	10	400	0,04

2.8 Нормирование технологического процесса

Норма времени [7,8]:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (41)$$

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

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

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

Для станков с ЧПУ:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{ив}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (42)$$

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

$T_{\text{о}}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{мв}}$ – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз.), мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;

$K_{\text{ив}}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

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

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

$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{опер}} + T_{\text{изм}}$, мин, где

$T_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{опер}}$ – время, связанное с операцией, мин;

$T_{\text{изм}}$ – время на измерение, мин.

$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-з1}} + T_{\text{п-з2}} + T_{\text{п-з.обр}}$, мин, где

$T_{\text{п-з1}}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{п-з2}}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{\text{п-з.обр}}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы [7,8] и приведены в таблице 1.18.

Таблица 1.18

№ оп	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
005	<p>Сверлильно-фрезерная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией</p> <p>время на установку и снятие изделия</p> <p>машинно-вспомогательное время по программе Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 14, поз.1-6</p> <p>Карта 13, поз. 3</p> <p>Карта 16 Поз.39</p> <p>Карта 26,</p>	<p>2,4</p> <p>1,0</p> <p>0,4</p> <p>1,5</p> <p>1,0</p> <p>2,9</p> <p>14%</p> <p>28,6</p> <p>6,04</p> <p>8,43</p>
015	<p>Сверлильно-фрезерная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией</p> <p>время на установку и снятие изделия</p> <p>машинно-вспомогательное время по программе Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 14, поз.1-6</p> <p>Карта 13, поз. 3</p> <p>Карта 16 Поз.39</p> <p>Карта 26,</p>	<p>31,49</p> <p>2,4</p> <p>0,4</p> <p>1,5</p> <p>1,0</p> <p>4,3</p> <p>14%</p> <p>28,6</p> <p>40,8</p> <p>43,18</p>

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Студент гр. 10А41

(Подпись)

А.А. Ёрматов

(Дата)

Руководитель
к.т.н., доцент. кафедры
ТМС

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент. кафедры
ТМС

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Конструкторская часть

3.1.1 Обоснование и описание конструкции

Приспособление разрабатываем для операции 025 в соответствии с принятой схемой базирования. Установку заготовки в приспособление для сверлильно - фрезерной обработки обеспечивает постоянство закрепления в определенном положении заготовок относительно режущего инструмента и позволяет вести обработку с достаточной высокой точностью и меньшими затратами времени, т.к. исключает время на выверку заготовки.

Приспособление состоит из плиты позиция 1. К плите крепятся пластины позиция 12 винтами позиция 7 и стойка позиция 3 винтами позиция 6. К стойке крепится шпилька позиция 16. Шпилька кон трогается гайкой позиция 8. На шпильку надевается шайба позиция 15, пружина позиция 2, Г-образный прихват позиция 13 и крепится гайкой позиция 9. Два Г – образных прихвата используется для крепления заготовки. Крепление осуществляется гайкой позиция 9. Для снятия детали гайка ослабляется, и прижимы поворачиваются на 90°.

Для ориентации заготовки на приспособление установлены два пальца. Один палец цилиндрический позиция 10, а второй срезанный позиция 11. Для ориентации приспособления на столе применяются шпонки позиция 5, которые крепятся к корпусу винтами позиция 6. Для крепления приспособления к столу станка в корпусе имеются 4 паза. Для выставки приспособления на столе относительно режущего применяется установ позиция 4. Для перемещения приспособления предусмотрены 4 рым-болта позиция 14.

3.1.2 Расчёт приспособления на точность

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

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_{3.0}^2 + \varepsilon_{пр}^2}, \quad (43)$$

где ε_6 – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_{3.0}$ – основная погрешность закрепления, мм;

$\varepsilon_{пр}$ – погрешность приспособления, мм.

Определяем погрешности базирования.

1. Для размеров на выполняемое отверстие $\varnothing 24D10$ и длину $15^{+0.43}$, $\varnothing 17H9$ и длину 28^{+2} , $95_{-0.87}$:

Все размеры выполняются за одну установку. Технологическая база не совпадает с измерительной $\varepsilon_6 = 0,2$ мм.

Погрешность закрепления действует не на продолжительный участок заготовки, следовательно упругими деформациями можно пренебречь $\varepsilon_{3.0}=0$.

Погрешность приспособления не связана с установкой заготовки в приспособление, поэтому ею пренебрегаем $\varepsilon_{пр}=0$

$$\varepsilon_y = \sqrt{200^2 + 0 + 0} = 200 \text{ мкм.}$$

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

3.1.3 Силовой расчёт механизма

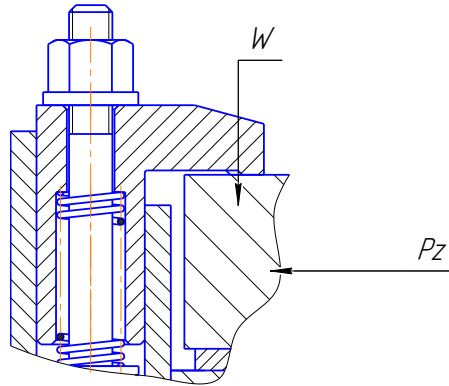


Рисунок 1.6

Зажим производится винтовым механизмом с помощью Г – образным прихвата. Непосредственно зажим осуществляется гайкой и неподвижной шпилькой. Необходимо рассчитать диаметр резьбы.

Усилие зажима

$$W = 5 \cdot K \cdot P, \quad (44)$$

где K – коэффициент запаса, $K = 1,5 - 2$;

P – максимальная сила резания на данной операции, $P = 1929 \text{ Н}$.

$$W = 5 \cdot 2 \cdot 1929 = 19290 \text{ Н,}$$

Допустимое усилие зажима по условию прочности для основной метрической резьбы

$$W = 0,5 \cdot d^3 \cdot [\sigma]_p, \quad (45)$$

где d – номинальный диаметр резьбы, мм;

$[\sigma]_p = 60 \text{ Мпа}$ – допустимое напряжение при растяжении;

$$d = \sqrt[3]{\frac{W}{0,5 \cdot [\sigma]_p}} = \sqrt[3]{\frac{19290}{0,5 \cdot 60}} = 8,6 \text{ мм.} \quad (46)$$

Принимаем по конструктивным размерам $d = 24 \text{ мм}$.

Определяем усилие затягивания

$$M = \frac{Q + q}{2} \cdot \left[d_{cp} \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi) + \frac{1}{3} \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \cdot f \right], \quad (47)$$

$$\text{где } Q = \frac{W / 2}{1 - 3 \cdot \frac{l}{H} \cdot f} - \text{осевая сила;} \quad (48)$$

$l = 60 \text{ мм}$ – длина прихвата;

$H = 68 \text{ мм}$ – высота посадки;

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

$d_{cp} = 22,051 \text{ мм}$ – средний диаметр болта;

$\alpha = 60^\circ$ – угол наклона метрической резьбы;
 $\varphi = 5-6^\circ$ – угол трения в резьбе;
 $q=0,5$ кН – усилие пружины;
 $D=45$ мм – диаметр посадки гайки;
 $D=28$ мм – диаметр отверстия в прихвате.

$$Q = \frac{19290 / 2}{1 - 3 \cdot \frac{60}{68} \cdot 0,15} = 21755 \text{ Н.}$$

$$M = \frac{21755 + 500}{0,5 \cdot 2} \cdot \left[22,051 \cdot \text{tg}(60 + 5) + \frac{1}{3} \cdot \frac{45^3 - 28^3}{45^2 - 28^2} \cdot 0,15 \right] \cdot 10^{-4} = 55,7 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Максимальное усилие затягивания для резьбы М24 равно 224 Н·м.

3.1.4 Расчет на пальцах

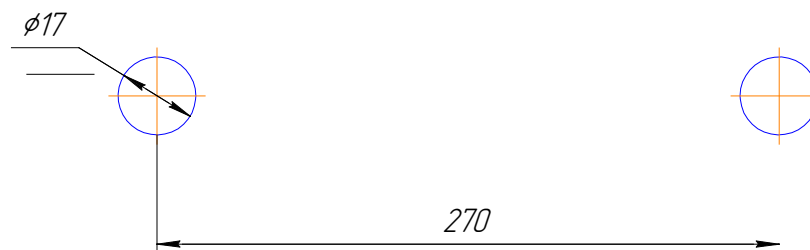


Рисунок 5.1

Допуск – 72 мкм, $\alpha=0,03$.

Цилиндр Н7/g6

$D=17$ мм

$S_{\min}=7$ мкм.

$S_{\max}=41$ мкм.

Цилиндр Н8/f9

$D=17$ мм

$S_{\min}=20$ мкм.

$S_{\max}=105$ мкм.

$$\delta_n \leq S^{\min} + S^{\max} \cdot \frac{D}{b} - \delta_o,$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{S_1^{\max} + S_2^{\max}}{2A_o}.$$

Срезанный палец 7030-0929 17f9 ГОСТ 12210-66.

Цилиндрический палец 7030-0209 ГОСТ 12209-66.

$$\delta_n \leq 7 + 20 \cdot \frac{17}{3} - 72 = 101,67 \text{ мкм.}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{105 + 41}{2 \cdot 270 \cdot 10^3} = 0,27 \cdot 10^{-3}; \quad \alpha = 0,0155.$$

3.2. Организационная часть

3.2.1 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле 48

$$C_p = \frac{T_{\text{шт-к}} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (49)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;
 F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:
 $F_d = F_n \cdot K_n,$ (50)

где F_n – номинальный годовой фонд времени работы оборудования, час;

$K_n = 0,97$ – коэффициент, учитывающий потери времени при ремонте оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{zo} = \frac{C_p}{C_{\text{п}}} \cdot 100, \quad (51)$$

где $C_{\text{п}}$ – принятое число станков.

Таблица 1.19- Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	$T_{\text{шт-к}}$, мин	C_p	$C_{\text{п}}$	K_{zo} , %
005, 010	18,9	0,179	1	17,9
015	43,18	0,408	1	40,8

Средний коэффициент загрузки $K_{zo, \text{ср.}} = 29,35\%$.

Коэффициент загрузки оборудования получился небольшим, поэтому следует произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры. На Рис 5.1 приведён график загрузки оборудования:

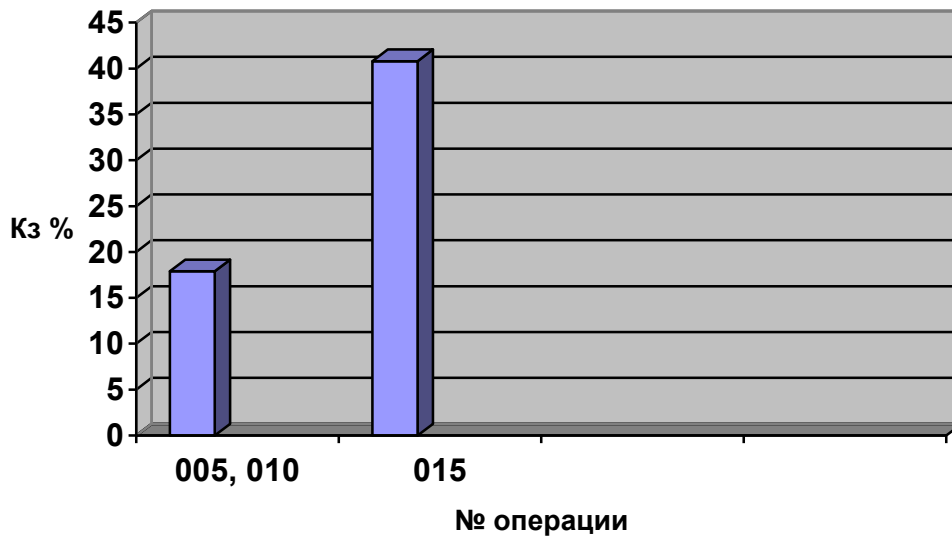


Рисунок 1.6 График загрузки оборудования

3.2.2 Определение численности рабочих

Число основных производственных рабочих в серийном производстве можем определить как по общей трудоемкости, так и по станкоемкости оборудования:

$$P = C_{п.общ.},$$

где C - количество станков.

Принимаем число станочников. На фрезерных операциях 005 и 020 принимаем многостаночное обслуживание т.к. коэффициент загрузки оборудования является небольшим:

На операции 005, 010 $P_1 = 1$ чел.;

На операции 015 $P_4 = 1$ чел.;

Число основных рабочих, работающих а одну смену $P = 2$ чел.

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10А41

(Подпись)

А.А. Ёрматов

(Дата)

Руководитель
к.т.н., доцент. кафедры
БЖД

(Подпись)

С.А. Солодский

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент. кафедры
ТМС

(Подпись)

А.А. Моховиков

(Дата)

4. Социальная ответственность

4.1. Характеристика объекта исследования

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

В ходе технологического процесса обрабатывается «Корпус» РСМ-100.01.00.100СБ.

Материалом «Корпус» является чугун СЧ18 ГОСТ 1412-85, масса заготовки – 28 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно - транспортных устройств или средств механизации. Для женщин введены нормы предельно допустимых масс грузов при подъёме и перемещении тяжестей или вручную: при подъёме и перемещении тяжестей постоянно в течении смены – 10 кг. Т. о. женщин для обработки данных деталей не привлекаем. Следовательно для установки заготовки на станок требуются подъёмно-транспортные устройства.

Корпуса изготавливается на сверлильно-фрезерном и токарном оборудовании. Данные операции характеризуются большим выделением:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- тепла особенно на операциях с большим числом оборотов шпинделя станка, поэтому возникает необходимость применения СОЖ, во избежании перегрева и преждевременного износа инструмента.

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 50 м² максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки. Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если не механизирована уборка стружки, то применяют крючки, щетки. Все движущиеся 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 такие движения как подвод - отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

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 100 мм. На территории участка проходы, проезды, люки

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

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

Основой для разработки комплекса мероприятий по охране труда на рабочем месте на участке, являются данные, характеризующие состояние условий труда. К ним относятся данные о соответствии требованиям норм уровней вредных производственных факторов на рабочих местах, данные о выполнении требований СН 245-71 к производственным помещениям, особенно по размерам площади и объёма, приходящимся на одного работающего, данные об обеспечении работающих, санитарно - бытовыми помещениями и устройствами в соответствии со СНИП II - 92 -76, данные о контингенте работающих, в том числе обслуживающих технологические процессы с вредными и неблагоприятными условиями труда, а также занятых тяжёлым физическим трудом.

4.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов

В процессе обработки водила на рабочего действуют следующие вредные и опасные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

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

- электрический ток поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;

- движущиеся органы станков могут нанести травму, работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор. Кроме того, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ, существует вероятность получения травмы при смене инструмента, т. к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной;

- шум ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате повышается вероятность несчастных случаев.

Шум - любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 Дб.

Вибрация — механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего).

Источником шума и вибрации является металлорежущее оборудование, электродвигатели, краны и т.д.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную. Стружка может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка.

Стружка скалывания образуется при операциях фрезерования. Защитой от такого вида стружки являются экраны и щитки, предохраняющие работающего.

СОТС может привести к развитию кожных заболеваний, так как в зоне резания, при высокой температуре образуются вредные вещества.

4.3. Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения на естественное (источником является солнце), искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные) и смешанное (естественное + искусственное).

Различают виды искусственного освещения:

- общее (равномерное или локализованное);
- местное (стационарное или переносное);
- комбинированное (общее + местное).

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23-05-95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1... 12%,

$$KEO = \frac{E}{E_0} \cdot 100\%, \quad (52)$$

где E - освещённость на рабочем месте, лк;

E_0 - освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Качество выпускаемой продукции в значительной степени зависят от качества освещения помещений и рабочих мест. Кроме того, недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

В цехе 41, где происходит технологический процесс изготовления детали, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы - фонари. Так как освещённость, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещённости применяется комбинированное

освещение - естественное и искусственное. Искусственное общее освещение — лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

На участке предусмотрено искусственное освещение при помощи светильников типа "Универсаль" с лампами накаливания.

Рассчитываем требуемое количество светильников.

Световой поток лампы ФЛ (лм) определяется по формуле:

$$F_{\text{л}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (53)$$

где E – заданная минимальная освещенность, лк;

K_3 – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, м²;

z – коэффициент минимальной освещенности, $z=(1,1-1,5)$;

N – количество светильников, шт;

η – коэффициент использования светового потока.

Из вышеприведенной формулы рассчитаем необходимое количество светильников.

Для механических цехов $E=150$ лк, $K_3=1,6$ согласно СНиП 11-4-79.

Принимаем $S=50$ м², $z=1,3$, $\eta = 50\%$.

По ГОСТ 2239-70 световой поток для ламп накаливания В-15, при напряжении 220 В равно 105 лк.

$$N = \frac{150 \cdot 1,6 \cdot 50 \cdot 1,3}{105 \cdot 50} = 2,98 \text{ шт.}$$

(54)

Принимаем количество светильников "Универсаль" с лампой накаливания В-15 3 шт.

Для нормальной освещенности необходимо: регулярная замена вышедших из строя ламп, периодическая очистка от пыли. СП и П 23-06-95 «Естественное и искусственное освещение».

4.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места

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

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

Вентиляция - это организованный воздухообмен в помещениях. По способу перемещения воздуха подразделяются на естественную (аэрация, проветривание), механическую (приточная, приточно-вытяжная).

По характеру охвата помещений различают на общеобменную и местную.

По времени действия на постоянно действующая и аварийная.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096.

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

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

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

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

Основные параметры микроклимата приведены в табл.1.19.

Таблица 1.19 – Параметры микроклимата

Параметр	Величина параметра	
	оптимальная	допустимая
Температура воздуха, С°	16. ..18	13. ..19
Относительная влажность воздуха, %	40. ..60	Не более 75
Скорость движения воздуха, м/с	Не более 0,3	Не более 0,5

Предельно допустимый уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела:

50% и более	- 35 Вт/м ²
от 25 до 50%	- 70 Вт/м ²
не более 25%	- 100 Вт/м ²

Фактические значения параметров микроклимата устанавливаются в результате замеров на участке и равны:

- температура - от 14 С° зимой до 24 С°летом;
- относительная влажность - от 50% зимой до 80% летом;
- скорость движения воздуха -0,15м/с;

Уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела от 25 до 50% - 65Вт/м

Вывод: параметры микроклимата участка механической обработки не превышают или близки к основным допустимым параметрам микроклимата. Следовательно, со стороны микроклимата производственного помещения, на участников технологического процесса, вредное воздействие не оказывается.

4.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

При работе станков создаётся опасность поражения человека электрическим током. Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены. Все электрошкафы снабжены концевыми выключателями для исключения случайного попадания человека в зону действия электрического тока.

Расчёт заземления

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right), \quad (55)$$

где d – диаметр трубы-заземлителя, см;

ρ_3 – удельное сопротивление грунта, Ом-см;

l_m – длина трубы, см;

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

$d = 4$ см; $\rho_3 = 10^4$ Ом·см; $l_m = 250$ см; $h_m = 205$ см.

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

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

Определяем требуемое число заземлителей Π , шт. по формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}, \quad (56)$$

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

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

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l=1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1), \quad (56)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

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

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b} \right) \quad (57)$$

где b – ширина полосы, см;

l_n – длина полосы, см;

ρ_n – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

h_n – глубина погружения трубы в землю, см.

$b = 1,2$ см; $\rho_n = 10^4$ Ом·см; $l_n = 4200$ см; $h_n = 80$ см.

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 4200} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2} \right) = 4,8 \text{ Ом.}$$

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

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi}, \quad (58)$$

где η_3 – коэффициент использования труб контура, $\eta_3 = 0,8$;

η_n – коэффициент использования полосы, $\eta_n = 0,7$.

Подставив значения в формулу получим:

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

Сопротивление заземляющего устройства для установок мощностью до 1кВт должно быть не более 10 Ом.

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

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

В борьбе с производственным шумом применяются следующие методы:

- уменьшение шума (совершенствование технологических операций и применяемого оборудования);
- ослабление на пути следования шума (проводится акустическая обработка помещений, основанная на явлении поглощения звука волокнисто-пористыми материалами);

Шум большинства металлорежущих станков лежит в средне- и высокочастотной областях – 500.. .8000Гц с допустимыми уровнями звукового давления 74... 83 дБ соответственно, что не превышает предельно допустимого

уровня. Для защиты от шума разработано ограждение на станки, основным защитным элементом которых является минеральная вата.

Вибрация по характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего).

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы или виброизолирующие опоры, применяемые при монтаже металлорежущих станков. Они состоят из резинового элемента, переходного болта, регулировочной гайки, пружины, демпфера жидкостного трения, фрикционного кольца, нижнего основания. Опоры могут быть равночастотными или разночастотными, они специально разработаны для того, чтобы в значительных пределах изменения нагрузки на каждую опору от монтируемого станка собственная частота системы «опора-станок» оставалась постоянной. Принцип работы опоры основан на некоторых особенностях деформации резины: при сжатии она происходит за счёт изменения формы, а не объёма. С ростом нагрузки увеличивается и коэффициент жёсткости опоры. Поэтому частота собственных колебаний станка на этих опорах мало зависит от нагрузки на опору. Металлообрабатывающие станки, имеющие достаточно большую частоту вращения по сравнению с собственными частотами номинально нагруженных опор устанавливают на данных опорах. При этом станина станка должна быть достаточно жёсткой: отношение длины и ширины к высоте сечения должно быть меньше 5 по ГОСТ 17712-72.

Предельно допустимая норма вибраций (уровень виброскорости) по СН2.2.4/2.1.8.566-96 или ГОСТ12.1.012-78:

- общая - 92 дБ, для средней частоты октавных полос - 16; 31,5; 63 Гц;
- общая - 93 дБ, для средней частоты октавной полосы - 8 Гц;
- общая - 99 дБ, для средней частоты октавной полосы - 4 Гц;
- общая - 108 дБ, для средней частоты октавной полосы - 2 Гц;
- местная - 124 дБ.

По паспортным данным уровень вибрации на оборудовании, применяемом в проектируемом технологическом процессе, не превышает 87 дБ, что не превышает предельно допустимого уровня.

Также необходимо отметить, что особо опасной является вибрация с частотой 6...9 Гц, которая близка к собственной частоте колебаний внутренних органов человека; при её воздействии возникает резонанс, который увеличивает колебания внутренних органов, расширяя их или сужая, что весьма вредно. Чем больше амплитуда колебаний, устанавливается по результатам контроля не реже одного раза в месяц, эмульсий - одного раза в неделю, полусинтетических жидкостей - одного раза в две недели.

Не реже одного раза в неделю должен производиться анализ СОТС на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания. Дополнительно контроль может проводиться при появлении запаха или раздражении кожи.

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

4.6. Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте

Правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы трудовых движений, использование оборудования отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают опасность получения травм и возникновения профессиональных заболеваний. Неправильное положение тела на рабочем месте приводит к возникновению статической усталости, снижению качества и скорости работы, а так же снижению реакции на опасность.

Таким образом, для обеспечения эффективной и безопасной трудовой деятельности работника нужно учитывать все выше перечисленные факторы. Их несоблюдение ведёт к психической нестабильности, а именно, раздражительности, нервозности и утомляемости работника, что негативно сказывается на здоровье работающего и на производстве.

Для рабочих участвующих в технологическом процессе обработки резанием, должны быть обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время выполнения работы. На рабочих местах должна быть предусмотрена площадь, на которой размещаются стеллажи, тара, столы и другие устройства для размещения оснастки материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей и отходов производства. На каждом рабочем месте около станка на полу должны быть деревянные решётки на всю длину рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6 м от выступающих частей станка. При разработке технологических процессов необходимо предусматривать рациональную организацию рабочих мест. Удобное расположение инструмента и приспособлений в тумбочках и на стеллажах, заготовок в специализированной таре, применение планшетов для чертежей позволяет снизить утомление и производственный травматизм рабочего.

4.7. Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или в следствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Одной из чрезвычайных ситуаций 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 осуществляется обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНиП II-2-80, СНиП II-89-80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП П-92-76. Участок должен быть оборудован 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 м³;
- кран внутреннего пожарного водопровода - 1 шт;
- огнетушитель углекислотный ОУ-8 - 2 шт.

При проектировании и строительстве производственных зданий (электромашинных помещений, трансформаторных подстанций) необходимо учитывать категорию пожароопасности производства. Согласно СНиП 2-90-81 в зависимости от характеристики обрабатываемых в производстве веществ и их количества производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д и Е. Производства категорий А, Б, В характеризуется обращением горючих газов, жидкостей, пылей с различными показателями пожароопасности от более опасных (категория А - склады бензина, аккумуляторные) до менее опасных (категория Б - размольные отделения мельниц, мазутное хозяйство, категория В - применение и хранение масел, узлы пересыпки угля); Г - наличие веществ, материалов в горячем, раскаленном, расплавленном состоянии - котельные, РУ с масляными выключателями, литейные, кузнечные; Д - наличием негорючих веществ в холодном состоянии (электроремонтные мастерские, щитовые); Е - взрывоопасные производства - наличие газов и взрывоопасной пыли, но в таком количестве, что возможен только взрыв без последующего горения (зарядные станции). Согласно СНиП 2-90-81 рассматриваемый участок принадлежит категории В.

Рабочие должны быть проинструктированы о действиях, которые они должны будут выполнить в случае возникновения чрезвычайной ситуации. В рабочем коллективе необходимо назначить ответственных за пожаробезопасность. На каждом участке должны быть оборудованы места для курения. На рабочих местах курить строго запрещается.

4.8. Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

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

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, нет значительных выбросов вредных

веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302-78, поэтому их очистка не предусмотрена.

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

4.9 Заключение

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

1. От поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства.

2. Для обеспечения допускаемых параметров микроклимата разработана вытяжная вентиляция и тепловая завеса.

3. Для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль».

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, издаваемый движущимися органами станков, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. отсутствует система кондиционирования воздуха, поэтому в летний период возможно возникновение отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

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

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студент гр. _____ А.А. Ёрматов
10А41 (Подпись)

(Дата)

Консультант _____ Д.Н.Нестерук
кафедры ЭиАСУ (Подпись)

(Дата)

Нормоконтроль, _____ А.А. Моховиков
к.т.н., доцент. (Подпись)

кафедры ТМС _____
(Дата)

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Рассчитать себестоимость изделия «Корпуса» РСМ-100.01.00.101 при годовом объеме выпуска 1000 шт.

5.1 Расчет объема капитальных вложений

5.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{ТО} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \quad (58)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

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

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

Стоимость технологического оборудования приведена в табл.23

Таблица 23 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	$K_{ТОi}$, руб.
005, 010	ММ 1000	3775000	1	3775000
015	ТК 6111	4478500	1	4478500
Всего:				8253500

5.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.3.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

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

$$K_{ВО} = K_{ТО} \cdot 0,30, \quad (59)$$

$$K_{ВО} = 8253500 \cdot 0,3 = 2476050 \text{ руб.}$$

5.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ин}$) по предприятию устанавливаем приближенно в размере 10-15% от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

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

- производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов;

- хозяйственного инвентаря;

$$K_{\text{ИИ}} = K_{\text{ТО}} \cdot 0,15. \quad (60)$$

$$K_{\text{ИИ}} = 8253500 \cdot 0,15 = 1238025 \text{ руб.}$$

5.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений рассчитываем при арендованной форме владения, по формуле:

$$C_{\text{II}}^{\text{II}} = (S_{\text{III}} \cdot A_{\text{III}} + S_{\text{СП}} \cdot A_{\text{III}}) \cdot T, \quad (63)$$

где S_{III} , $S_{\text{СП}}$ – соответственно производственная и складская площадь, м^2 ;

A_{III} , $A_{\text{СП}}$ – арендная плата 1м^2 за месяц, руб/ м^2 ;

T – отчетный период ($T=12$ мес.)

$$C_{\text{II}}^{\text{II}} = (420 \cdot 52,5 + 21 \cdot 52,5) = 277830 \text{ руб.}$$

5.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{N_{\text{М}} \cdot N \cdot C_{\text{М}}}{360} \cdot T_{\text{ОБМ}}, \quad (61)$$

где $N_{\text{М}}$ – норма расхода материала, $N_{\text{М}} = 23,3$ кг/ед.;

N – годовой объем производства продукции, $N = 1000$ шт.;

$C_{\text{М}}$ – цена материала, $C_{\text{М}} = 196$ руб./кг (отливка из СЧ18 ГОСТ 1412-85);

$T_{\text{ОБМ}}$ – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях, $T_{\text{ОБМ}} = 10$ дней.

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{23,3 \cdot 1000 \cdot 196}{360} \cdot 10 = 126855,56 \text{ руб.}$$

5.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{\text{НЗП}}$) установлена из следующего выражения:

$$K_{\text{НЗП}} = \frac{N \cdot T_{\text{Ц}} \cdot C' \cdot k_{\text{Г}}}{360}, \quad (62)$$

где $T_{\text{Ц}}$ – длительность производственного цикла, $T_{\text{Ц}} = 77$ дней;

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

$k_{\text{Г}}$ – коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{N_{\text{М}} \cdot C_{\text{М}}}{k_{\text{М}}}, \quad (63)$$

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

$$C' = \frac{23,3 \cdot 196}{0,85} = 5372,71 \text{ руб.}$$

Коэффициент готовности:

$$k_{\text{Г}} = (k_{\text{М}} + 1) \cdot 0,5, \quad (67)$$

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

$$K_{\text{нзп}} = \frac{1000 \cdot 77 \cdot 5372,71 \cdot 0,925}{360} = 1062974,94 \text{ руб.}$$

5.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{гп}}, \quad (64)$$

где $T_{\text{гп}}$ – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях, принимаем $T_{\text{гп}}=7$ дней.

$$K_{\text{гп}} = \frac{5372,71 \cdot 1000}{360} \cdot 7 = 104469,28 \text{ руб.}$$

5.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{дз}} = \frac{B_{\text{рп}}}{360} \cdot T_{\text{дз}}, \quad (65)$$

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

$T_{\text{дз}}$ – продолжительность дебиторской задолженности ($T_{\text{дз}}=7 \div 40$), дней, принимаем $T_{\text{дз}}=20$ дней.

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

$$B_{\text{рп}} = C' \cdot N \left(1 + \frac{p}{100}\right), \quad (66)$$

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

$$B_{\text{рп}} = 5372,71 \cdot 1000 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 6447247,06 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{дз}} = \frac{6447247,06}{360} \cdot 20 = 358180,39 \text{ руб.}$$

5.1.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \cdot 0,1, \quad (67)$$

$$C_{\text{обс}} = 126855,56 \cdot 0,1 = 12685,56 \text{ руб.}$$

5.2 Расчет сметы затрат на производство и реализацию продукции

5.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_M) рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot H_M \cdot K_{\text{тзр}} - C_O \cdot H_O), \quad (68)$$

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

C_0 – цена возвратных отходов, руб./кг;

N_0 – норма возвратных отходов кг/шт.;

Норма возвратных отходов определяется:

$$N_0 = m_3 - m_0, \quad (69)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

$$N_0 = 28 - 23,3 = 4,7 \text{ кг/шт.}$$

Затраты на основные материалы записываем в таблицу 24.

Таблица 24 – Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_{mi} , руб.
PM-100.01.00.101A	196	1,50	4742,42
Всего:			4742422

5.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за проработанное время. Рассчитываем сдельно-премиальную оплату труда.

В соответствии с этой системой заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{30} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часi}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (70)$$

где m – количество операций технологического процесса;

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

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

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

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

Определение фонда заработной платы и численности рабочих приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{штi}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$, руб.	C_{30i} , руб
Оператор станков с ЧПУ	6,04+8,08	4	1	22,2	10187,58
Оператор расточных станков с ЧПУ	40,8	4	1	22,2	29437,2
Фонд заработной платы всех рабочих					39624,78

5.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{30} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (71)$$

где α_1 – обязательные социальные отчисления ($\alpha_1 = 0,3$),

α_2 – социально страхование по проф. заболеваниям и несчастным случаям

$$\alpha_2 \quad (\alpha_2=0,07),$$

$$\alpha_2 \quad C_{\text{осо}}=39624,78 \cdot (0,3+0,07)=14661,2 \text{ руб.}$$

5.2.4 Расчет амортизации основных фондов

5.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

В расчетах определяем годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$a_{ni} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\% , \quad (72)$$

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

$$a_{n005,010} = \frac{1}{10} \cdot 100\% = 10,0 .$$

$$a_{n015} = \frac{1}{10} \cdot 100\% = 10,0 .$$

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

При небольшом объеме производства и неполной загрузки оборудования необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на 1 час работы оборудования:

$$A_q = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F_d \cdot K_{Bpi}} , \quad (73)$$

где n – количество оборудования;

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

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования при односменной работе;

Стоимость амортизационных отчисления записаны в таблице 26.

Таблица 26 – Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	C_i , руб.	a_{ni} , %	F_{di} , ч	K_{Bpi}	A_{qi} , руб.
005, 010	3775000	10,0	1765	0,159	63139,78
015	4478500	10,0	1765	0,363	32786,7
Амортизационные отчисления для всех станков (A_q)					95926,48

5.3 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

5.3.1 Отчисления в ремонтный фонд

Эти затраты включают в себя затраты по всем видам ремонта (капитального, текущего и др.). Затраты на ремонт оборудования определяются по формуле:

$$C_p = (K_{TO} + K_{BO}) \cdot K_{PEM} + C_{II} \cdot K_{3,PEM} , \quad (74)$$

где K_{PEM} , $K_{3,PEM}$ – коэффициенты, учитывающие отчисления в ремонтный фонд, $K_{PEM}=10\%$, $K_{3,PEM}=10\%$.

$$C_p=(82535000+2476050) \cdot 0,1+277830 \cdot 0,1=1100738 \text{ руб.}$$

5.3.2 Затраты на СОЖ

СОЖ определяются по формуле:

$$C_{\text{СОТС}} = n \cdot N \cdot g_{\text{ОХ}} \cdot \text{Ц}_{\text{ОХ}}, \quad (75)$$

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

$\text{Ц}_{\text{ОХ}}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, ($\text{Ц}_{\text{ОХ}}=13\text{руб/кг}$);

n – количество станков.

$$C_{\text{СОТС}}=4 \cdot 1000 \cdot 0,03 \cdot 13=1560\text{руб.}$$

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \cdot \text{Ц}_{\text{возд}} \cdot N_{\Gamma}}{60} \cdot \sum t_{o_i}, \quad (76)$$

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

$\text{Ц}_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха, $\text{Ц}_{\text{возд}}=1,7\text{руб.}$

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 1,7 \cdot 1000}{60} \cdot 62,08 = 1231,25\text{руб.}$$

5.3.3 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m N_{y_i} \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{N}} \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot \text{Ц}_{\text{Э}}, \quad (77)$$

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

K_{N} , $K_{\text{вр}}$ – средние коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и времени, принимаем $K_{\text{N}} = 0,5$; $K_{\text{вр}} = 0,21$;

$K_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{\text{од}} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{\text{од}} = 0,8$;

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

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

$\text{Ц}_{\text{Э}}$ – средняя стоимость электроэнергии собственного производства $\text{Ц}_{\text{Э}}=4,2\text{руб./кВтч.}$

Расчет затрат на электроэнергию приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{y_i} , кВт	$C_{\text{чЭ}}$, руб.
005, 010	11	23283,25
015	17	16404,11
Затраты на электроэнергию для всех операций		50270,65

5.3.4. Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановый показатель $K_{\text{ин}}=1777500\text{руб.}$ и включим в себестоимость произведенной продукции.

5.3.5 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗВР} = \sum_{j=1}^k C_{ЗМj} \cdot Ч_{ВРj} \cdot 0,3 \cdot \kappa_{nj} \cdot \kappa_{pj}, \quad (78)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

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

$C_{ЗМj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда,
 $C_{ЗМj}=7642,1$;

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

κ_{pj} – районный коэффициент ($\kappa_{pj}=1,3$).

На участке три вспомогательный рабочий: наладчик станков с ЧПУ 6 разряда.

$$C_{ЗВР}=7642,1 \cdot 3 \cdot 0,3 \cdot 1,3 \cdot 1,3=11623,63 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{ОВР} = C_{ЗВР} \cdot 0,3 = 11623,63 \cdot 0,3 = 3487,09 \text{ руб.}$$

где $C_{ОВР}$ - сумма отчислений за год, руб./год

5.3.6 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{ЗАУП} = \sum_{j=1}^k C_{ЗАУПj} \cdot Ч_{ЗАУПj} \cdot 0,3 \cdot \kappa_{nj} \cdot \kappa_{ПДj}, \quad (79)$$

где $C_{зупj}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зупj}=12500$ руб.;

$Ч_{аупj}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $Ч_{аупj}=2$ чел.;

$\kappa_{пдj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала, $\kappa_{пдj}=1,58$.

$$C_{ЗАУП}=12500 \cdot 2 \cdot 0,3 \cdot 1,3 \cdot 1,58=15405 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{ОАУП} = C_{ЗАУП} \cdot 0,3 = 15405 \cdot 0,3 = 4621,5 \text{ руб.}$$

5.3.7 Прочие расходы

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

Прочие расходы рассчитаем как плановые условно:

$$C_{ПРОЧ} = ПЗ \cdot N \cdot 0,7, \quad (80)$$

где $ПЗ$ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{ПРОЧ}=4821,67 \cdot 1000 \cdot 0,07=337516,9 \text{ руб.}$$

Экономическое обоснование технологического проекта приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
1	2	3
Прямые затраты:		
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	4742,42	4742422
заработная плата производственных рабочих	39,62	39624,78
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	14,66	14661,2
Косвенные затраты:		
амортизация оборудования предприятия	373,340	373340,44
отчисления в ремонтный фонд	1100,74	1100738
вспомогательные материалы на содержание оборудования	2,7912	2791,25
затраты на силовую электроэнергию	33,76	33760,71
износ инструмента	1576,5	1576500
заработная плата вспомогательных рабочих	11,62	11623,63
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	3,49	3487,09
заработная плата административно-управленческого персонала	15,41	15405
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	4,62	4621,5
прочие расходы	337,52	337516,9
Итого:	11294,2 33	11294200

5.3.8 Заключение

Сравнивая, расчетную себестоимость изготовления изделия по разработанному технологическому процессу с себестоимостью изготовления изделия по базовому технологическому процессу находим величину годового экономического эффекта, полученную от внедрения разработанного технологического процесса:

$$\mathcal{E}=(C_1 - C_2) \cdot N, \quad (81)$$

где C_1 и C_2 – себестоимостью изготовления изделия по базовому и разработанному технологическому процессу соответственно, руб.

$$C_1=12765,6 \text{ (по данным ПЗУ ООО «Юргинский машзавод» на 01.03.18)}$$

$$\mathcal{E}=(12765,6 - 11294,2) \cdot 1000=1471400 \text{ руб.}$$

Заключение

В ходе выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления детали «Корпуса».

На основании действующего технологического процесса были рассмотрены два варианта изготовления заготовки. Методом литье в песчано-глиняные формы по деревянным моделям с ручной формовкой;

- литье в песчано-глиняные формы по металлическим моделям с машинной формовкой.

Составлен новый технологический процесс, который в значительной степени сократил время на изготовление изделия.

Выбранные средства технологического оснащения позволили повысить режимы резания, что значительно сократило время на изготовление и общую трудоемкость.

В конструкторской части проекта было разработано и спроектировано специальное приспособление. Произведены расчет приспособления на точность и силовой расчет.

Применённый Вертикальный обрабатывающий центр модель ММ 1000 и Горизонтально-расточной станок с ЧПУ ТК6111 в значительной степени снизили трудоемкость и повысили точность обрабатываемой детали

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ФЮРА.054.000.000 СБ	Сборочный чертеж	1	
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	ФЮРА.054.000.001	Плита	1	
				<u>Детали</u>		
		2	ФЮРА.054.000.002	Пружина	3	
		3	ФЮРА.054.000.003	Стойка	3	
		4	ФЮРА.054.000.004	Установ	1	
		5	ФЮРА.054.000.005	Шпонка	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		3		Винт М8-6д х 16 ГОСТ 11738-84	10	
		7		Винт с низкой цилиндрической головкой М6х14 ГОСТ Р ИСО 1207	8	
		8		Гайка М24х2-6Н ГОСТ 15522-70	3	
		9		Гайка 7011-0757 ГОСТ 14.733-69	3	
		10		Палец 7030-1241 f7 ГОСТ 17774-72	1	
		11		Палец 7030-1272-17 f7 ГОСТ 17775-72	1	
		12		Пластина 7034-0536 h6 ГОСТ 1776-72	4	
		13		Прихват 7011-0757 ГОСТ 14.753-69	2	
		14		Рым-болт М8 ГОСТ 4.751-73	3	
		15		Шайба С.24.37 ГОСТ 11371-78	3	
				ФЮРА.054.000.000 СБ		
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разраб.	Ерматов				
	Пров.	Маховиков				
	Н.контр.	Маховиков				
	Утв.					
				Приспособление		
					Лит.	Лист
						1
						2
				ЮТИ ТПУ гр. 10А41		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A2			ФЮРА.054.000.000СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
A2		1	ФЮРА.054.000.001	Резец	2	
				<u>Детали</u>		
A4		2	ФЮРА.054.000.002	Винт	4	
A4		3	ФЮРА.054.000.003	Винт ходовой	1	
A4		4	ФЮРА.054.000.004	Винт регулировочный	2	
A4		5	ФЮРА.054.000.005	Державка правая	1	
A4		6	ФЮРА.054.000.006	Державка левая	1	
A4		5	ФЮРА.054.000.007	Корпус	1	
A4		7	ФЮРА.054.000.008	Оправка	1	
A4		7	ФЮРА.054.000.009	Планка	2	
A4		8	ФЮРА.054.000.010	Планка	2	
A4		9	ФЮРА.054.000.011	Планка	2	
A4		10	ФЮРА.054.000.012	Пружина	2	
A4		11	ФЮРА.054.000.013	Указатель	1	
A4		12	ФЮРА.054.000.014	Упор	2	
A4		13	ФЮРА.054.000.015	Шайба	4	
			ФЮРА.054.000.000СБ			
			ФЮРА.054.000.000СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Ерматов				Лит.	Лист
Пров.	Маховиков				П	1
Н.контр.	Маховиков				Листов	
Утв.					2	
Блок расточной					ЮТИ ТПУ Гр.-10А41	

Дудл.

Взам.

Подл.

Приложение Б

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ
НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
"Корпус" ФЮРА.А4.1.054.001

*Студент:**А.А. Ёрматов**Проверил:**А.А. Моховиков**Нар.Контроль**А.А. Моховиков*

<i>Дubl.</i>																
<i>Взам.</i>																
<i>Подл.</i>																
										1	1					
<i>Разраб.</i>	<i>Ерматов А.А</i>				<i>010</i>		<i>ФЮРА.А4.1.054.001</i>									
<i>Пров.</i>	<i>Маховиков А.А</i>															
<i>Н. контр.</i>	<i>Маховиков А.А</i>												1			
<i>Наименование операции</i>			<i>Материал</i>			<i>Твердость</i>		<i>EB</i>	<i>МД</i>	<i>Профиль и размеры</i>			<i>МЗ</i>	<i>КОИД</i>		
<i>010 Сверлильно-фрезерная</i>			<i>Чугун СЧ18 ГОСТ14.12-85</i>			<i>180 HB</i>		<i>к2</i>	<i>23,3</i>	<i>Литье</i>			<i>28</i>	<i>010</i>		
<i>Оборудование</i>			<i>Обозначение программы</i>			<i>Т0</i>	<i>Тв</i>	<i>Тпз</i>	<i>Тшт</i>	<i>COЖ</i>						
<i>ММ 1000</i>						<i>4,19</i>	<i>2,9</i>	<i>28,6</i>	<i>8,08</i>							
<i>P</i>					<i>ПИ</i>	<i>D или B</i>		<i>L</i>		<i>t</i>	<i>i</i>	<i>S</i>	<i>n</i>	<i>V</i>		
<i>01</i>																
<i>02A</i>	<i>Установить деталь</i>															
<i>03</i>																
<i>04</i>	<i>Фрезеровать поверхности в размер</i>									<i>3</i>	<i>2</i>	<i>0,5</i>	<i>500</i>	<i>98,9</i>		
<i>05</i>	<i>315 за два прохода</i>															
<i>06</i>	<i>Центровать 6 отверстия</i>									<i>2</i>	<i>6</i>	<i>0,12</i>	<i>800</i>	<i>10</i>		
<i>07</i>	<i>Сверлить 6 отверстий φ6,8H14</i>									<i>3,4</i>	<i>6</i>	<i>0,18</i>	<i>400</i>	<i>12,8</i>		
<i>08</i>	<i>Нарезать 6 резьбовых отверстий М8</i>									<i>0,63</i>	<i>6</i>	<i>1,25</i>	<i>40</i>	<i>10</i>		
<i>09</i>	<i>глубиной 20 тп</i>															
<i>10</i>																
<i>11</i>																
<i>12</i>																
<i>13</i>																

