

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

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС – 4372.102.22.005

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Якупова Диана Ралифовна		

УДК: 621.873.1-21.002

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

Нормоконтроль

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

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ЮТИ	Лизунков Владислав Геннадьевич	К.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Юрга – 2020 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Сапрыкина Н.А.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Якупова Диана Ралифовна

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС – 4372.102.22.005	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 8/с от 31.01.2020г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none">1. Рабочий чертеж водила планетарной передачи.2. Служебное назначение.3. Программа выпуска 500 деталей в год.
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Разработка технологического процесса изготовления водила. 3. Конструирование приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 5. Социальная ответственность.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж детали и заготовки (2 листа А1). 2. Карты технологических наладок (4 листа А1). 3. Приспособление (1 лист А1). 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта (1 лист А2).
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Лизунков В.Г.</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:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Проскоков А.В.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Якупова. Д.Р.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Якуповой Диане Ралифовне

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	бакалавр		

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Объем капитальных вложений
2. Расчет прямых и косвенных затрат
4. Определение себестоимости продукции
5. Расчет прибыли, технико-экономическое обоснование

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Основные технико-экономические показатели

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
	Якупова Д.Р.		06.02.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Якупова Диана Ралифовна

Институт	Юргинский технологический институт		
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01. «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p>	<p><i>Технологический процесс механической обработки детали, выполняемый на фрезерных и токарных станках. Применяемые режущие инструменты – лезвийные. Также в технологическом процессе есть слесарные операции. Заготовки в цехе перемещаются в таре с помощью мостового крана.</i></p>
<p><i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>ГОСТ 12.1.005-88 Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.018-93 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.</i></p>

	ГОСТ 12.2.007.1-75 Система стандартов безопасности труда. Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	<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 (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)
3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	<ul style="list-style-type: none"> механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
4. Охрана окружающей среды:	<ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны; - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
5. Защита в чрезвычайных ситуациях:	<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
6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<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:	

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

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Якупова Диана Ралифовна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа (ВКР) состоит из 88 страниц пояснительной записки, 6 рисунков, 22 таблиц, 20 использованных источников, 8 листов графического материала.

Ключевые слова: ВОДИЛО, МАШИНОСТРОЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ, ЭКОНОМИЧНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ОБРАБОТКА, ДЕТАЛЬ.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка оптимального технологического процесса изготовления корпуса КС – 4372.102.22.05.

В процессе выполнения работы проектирование маршрута обработки и все расчеты осуществлялись по методикам, изложенным в справочной, учебной и технической литературе.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы произведены расчеты режимов резания для обработки, силовой расчет приспособления, расчет припусков на заготовку, также произведено описание разработанного вертикально-фрезерного приспособления, представленного в пояснительной записке. В разделе финансовый менеджмент, ресурсосбережение, ресурсоэффективность рассчитана себестоимость изготовления детали. В разделе социальная ответственность разработан комплекс мероприятий по профилактике опасных и вредных факторов на производстве. В графической части выпускной квалификационной работы представлены: исходный чертеж водила, чертеж заготовки, карты наладок на токарные, сверлильную и фрезерно-сверлильную операции, сборочный чертеж приспособления, лист с экономической частью ВКР.

Особенностью проекта является электронная форма выполнения проектировочных работ. Записка к курсовому проекту выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word, графическая часть и приложение к пояснительной записке выполнены в графическом редакторе Компас 3–D V16.1.

ABSTRACT

The graduation qualification thesis (GQT) consists of 88 pages of explanatory notes, 6 figures, 22 tables, 20 sources used, 8 sheets of graphic material.

Keywords: DRIVER, MECHANICAL ENGINEERING, MANUFACTURABILITY, ECO-ECONOMY, SAFETY, TECHNOLOGICAL PROCESS, TECHNOLOGICAL EQUIPMENT, ADAPTATION, PROCESSING, DETAIL.

The purpose of the final qualification work is to develop an optimal manufacturing process for the case KS – 4372.102.22.05.

In the course of the work, the design of the processing route and all calculations were carried out according to the methods set out in the reference, educational and technical literature.

As a result of the final qualification work, calculations of cutting modes for processing, power calculation of the device, calculation of allowances for the workpiece were made, as well as a description of the developed vertical milling device, presented in the explanatory note. In the section financial management, resource saving, resource efficiency, the cost of manufacturing a part is calculated. The social responsibility section has developed a set of measures to prevent dangerous and harmful factors at work. In the graphic part of the qualification work submitted by: original drawing led drawing blanks, cards of setup on lathes, drilling and milling and drilling operations, Assembly drawing of fixtures, sheet the economic part of the GQT.

A special feature of the project is the electronic form of design work. The note to the course project is made in the text editor Microsoft Word, the graphic part and the Appendix to the explanatory note are made in the graphic editor Compass 3-D V16.1.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	13
1 Объект и методы исследования.....	14
2 Расчеты и аналитика.....	16
2.1 Технологическая часть.....	16
2.1.1 Служебное назначение детали.....	16
2.1.2 Производственная программа выпуска.....	18
2.1.3 Анализ базового технологического процесса.....	19
2.1.4 Отработка конструкции изделия на технологичность.....	25
2.1.5 Выбор заготовки и метода ее изготовления.....	28
2.1.6 Составление технологического маршрута обработки.....	35
2.1.7 Выбор технологических баз.....	37
2.1.8 Выбор средств технологического оснащения.....	39
2.1.9 Расчет припусков на обработку.....	44
2.1.10 Расчет режимов резания.....	47
2.2 Конструкторская часть.....	57
2.2.1 Обоснование и описание конструкции приспособления.....	57
2.2.2 Силовой расчет приспособления.....	57
2.2.3 Расчет приспособления на точность.....	58
2.3 Организационная часть.....	59
2.3.1 Нормирование технологического процесса механической обработки.....	59
2.3.2 Расчет партии запуска.....	61
2.3.3 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов загрузки.....	61
2.3.4 Расчет состава рабочих.....	62
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	64
3.1 Расчет объема капитальных вложений.....	64
3.1.1 Стоимость технологического оборудования.....	64
3.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования.....	64
3.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря.....	65
3.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений.....	65
3.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах.....	65
3.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве.....	66
3.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции.....	66
3.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности.....	67
3.1.9 Денежные оборотные средства.....	67
3.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции.....	68
3.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов.....	68
3.2.2 Расчет заработной платы работников.....	68
3.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате работников.....	69
3.2.4 Расчет амортизации основных фондов.....	69

3.2.5 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования..	70
3.2.6 Затраты на силовую электроэнергию.....	71
3.2.7 Прочие расходы.....	72
3.2.8 Экономическое обоснование технологического проекта.....	72
Выводы.....	74
4 Социальная ответственность.....	75
4.1 Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования).....	75
4.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	76
4.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.....	80
4.4 Охрана окружающей среды.....	81
4.5 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	82
4.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	83
4.7 Выводы.....	84
Заключение.....	86
Список использованных источников.....	87

Введение

Машиностроение – комплекс отраслей промышленности, изготавливающих орудия труда, транспортные средства, а также предметы потребления и оборотную продукцию.

Качество изготовления продукции определяется сопряжением свойств процесса её изготовления, соотношением этого процесса и его результатов с установленными требованиями. Качество оборудования и инструмента, физико-химические, механические и другие свойства исходных материалов и заготовок, совершенство разработанного технологического процесса и качество выполнения механической обработки и контроля, являются основными производственными факторами.

В развитии технологии механической обработки за последние годы происходят кардинальные изменения, такие как: улучшение качества технологических процессов на базе применения режущих инструментов из новых инструментальных материалов, возрастание области применения оборудования с ЧПУ, проектирование роботизированных станочных комплексов и гибких производственных систем с управлением от ЭВМ, укрупнение размерной и геометрической точности, которая достигается при механической обработки.

Необходимой базой для создания новых технологических процессов, разработке наладок, внедрение прогрессивного металлорежущего оборудования, инструментов, контрольно-измерительных приборов, служит литература, содержащая сведения о технологических процессах с применением инструментов из сверхтвердых материалов и минералокерамики.

О технологических методах достижения высокой точности для прецизионных деталей, об особенностях внедрения гибких производственных систем, робототехнических станочных систем, комплексов, станков с ЧПУ, многооперационных станков, станочных приспособлений, вспомогательного инструмента, а также рекомендации по выбору режимов резания и технико-экономической эффективности совершенствование технологии механообрабатывающего производства.

Экономический эффект характеризуется величиной, достигнутой экономией материальных, трудовых, денежных ресурсов, которые позволяют улучшить качество, надежность, рост объема производства продукции, работ и услуг. Экономический эффект может быть выражен с помощью натуральных, трудовых, стоимостных и других количественных и качественных показателей.

1 Объект и методы исследования

Тема представленной выпускной квалификационной работы «Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.102.22.005».

Данная разработка может быть предложена предприятию ООО «Юргинский машзавод» при изготовлении водила, входящего в состав крана КС-4372.

Основанием для разработки, данной выпускной квалификационной работы послужило то обстоятельство, что в условиях рыночной экономики от внедрения технологических процессов требуется прогрессивность, повышенная производительность работы выпускаемого изделия, повышение качества выпускаемого изделия. Кроме того, требуется разработка технологических процессов в кратчайшие сроки, что не может быть достигнуто при ручном счёте.

Внедрение новых технологий, покупка нового оборудования приводят к значительным материальным затратам. Но повышение качества выпускаемого изделия приводят к увеличению конкурентоспособности предприятия на рынке сбыта продукции, что приводит к повышению прибыли в дальнейшем.

Целью разработки является проектирование технологического процесса механической обработки водила, с учетом рационального выбора оборудования, выбора или проектирование технологической оснастки, средств механизации, учитывая при этом сокращение времени, на технологическую подготовку производства, снижение технологической себестоимости детали.

Источником для разработки выпускной квалификационной работы являются рабочие чертежи детали и сборочной единицы, методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы, различные печатные издания по технологии машиностроения, проектированию технологической оснастки и металлорежущего инструмента, справочная литература и ГОСТы.

На стадии разработки технологического процесса машиностроительного производства перед технологом, всегда, возникает задача выбора из нескольких вариантов обработки. Один из вариантов обеспечивает наиболее экономичное решение, учитывая то, что современные способы металлообработки, большое количество всевозможных металлорежущих станков, новые методы обработки и получения заготовок помогают для расширения числа вариантов.

Разрабатывая технологический маршрут обработки детали, стоит придерживаться правил, для того, чтобы сэкономить количество труда и времени на технологическую подготовку производства, а также использовать типовые процессы обработки деталей и, по возможности, стандартный режущий и мерительный инструмент. Далее, нужно стремиться применять современные

формы организации труда, групповые технологические процессы и обрабатывать наибольшее количество поверхностей за одну установку детали.

2 Расчеты и аналитика

2.1 Технологическая часть

2.1.1 Служебное назначение детали

Деталь «Водило» КС-4372.102.22.005 входит в состав планетарного редуктора переднего и заднего моста механизма передвижения крана.

Передний мост КС- 4372.102 СБ предназначен для передачи крутящего момента от раздаточной коробки к колесам и управления краном при движении. Передний мост выполнен управляемым, ведущим при включении пониженного диапазона и для улучшения ходовых качеств балансирно закреплен на нижней раме крана.

Передний мост состоит из редуктора главной передачи и двух колесных редукторов. Редуктор главной передачи имеет коническую передачу со спиральными зубьями, прямозубую цилиндрическую передачу и конический дифференциал с четырьмя сателлитами. Колесный редуктор представляет собой планетарную передачу с цилиндрическими прямозубыми зубчатыми колесами.

Крутящий момент от раздаточной коробки через карданный вал передается к ведущей шестерне редуктора главной передачи моста. На выходе редуктора крутящий момент от дифференциала передается к полуосям и далее через шарнирные сочленения, состоящие из дисков и кулаков – к полуосям с шестернями. Зубчатые колеса приводят в движение шестерни, которые, обкатываясь по неподвижному зубчатому венцу, вращают водило, жестко соединенное со ступицей и ободом ведущего колеса шпильками и прижимами.

Уровень смазки в картере моста проверяется щупом, в колесных редукторах – по контрольным отверстиям под пробками, когда отверстия под пробками расположены в верхнем положении. Подшипникам скольжения вала, к подшипникам и трущимся поверхностям балансирного крепления моста смазка подается через масленки. Разворот ведущих колес производится гидравлическими цилиндрами, штоки которых соединены с рычагами поворотных кулаков. Вторая пара рычагов поворотных кулаков связана между собой тягой, образуя рулевую трапецию. При выполнении крановых операций передний мост жестко блокируется с нижней рамой крана цилиндрами механизма блокировки переднего моста.

Основное служебное назначение отдельных элементов детали. Три отверстия диаметром 35Н9, которые служат для крепления валов с промежуточными шестернями. Прямоугольный паз-вырезка шириной 50 миллиметров входит в зацепление с сухариком и служит для ориентации водила относительно зубчатого венца. Восемь отверстий диаметром 27Н14 и 8 отверстий диаметром 32 миллиметра конусностью один к трем предназначены для неподвижного закрепления водила к зубчатому венцу, ступице и ободу колеса. Восемь отверстий М6-7Н служат для крепления крышки к водилу. Отверстие М22×1,5-7Н и К¼ ГОСТ 6111-52 служат для

крепления крышки и для подвода и контроля масла, которым смазываются шестерни. Паз-вырезка радиусом 38 миллиметров служит для вывода штуцера камеры колеса. Три отверстия диаметром 6Н8 служат для посадки штифта, препятствующего повороту оси шестерни. Шесть отверстий М10-7Н служат для крепления фиксаторов, препятствующих отводу гаек, создающих натяг в подшипниках. Два отверстия М16-7Н служат для разъема водила со ступицей и для крепления рым – болтов. Основное значение имеют три отверстия диаметром 35Н9 и диаметром 450g6, а также шестнадцать отверстий, расположенных диаметром 490 миллиметров и завязанных позиционным допуском относительно центральной оси детали, и паз 825Н12. Остальные диаметральные и линейные размеры имеют вспомогательное значение. Характеристику стали 35 ГЛ подробнее рассмотрим в таблице 2.1.

Таблица 2.1.- Физические и химические свойства стали 35ГЛ

Параметры	Значение
Температура критических точек материала, °С	Ac ₁ =730, Ac ₃ (Ac _m)=800
Температура начала затвердевания, °С	1497-1508
Технологические свойства материала: свариваемость флокеночувствительность склонность к отпускной хрупкости	Ограниченно-свариваемая не чувствительна не склонна
Литейно-технологические свойства материала: линейная усадка, % показатель трещиностойкости, K _{тy} склонность к образованию усадочных раковин, K _{ур} жидкотекучесть, K _{жт} склонность к образованию усадочной пористости, K _{уп}	2,2 – 2,4 0,9 1,1 0,9. 1,0
Обрабатываемость резанием: в отожженном состоянии при НВ 202-207, K _{в тв.} спл, K _{в б.ст}	0,75 и 0,55
Химические свойства: углерод С,% кремний Si,% марганец Mn,% фосфор P,% сера S,%	0,3÷0,4 0,2÷0,4 1,2÷1,6 до 0,04 до 0,04
Механические свойства: нормализация , °С отпуск , °С закалка, °С	880-900 600-650 850-860

Параметры	Значение
отпуск, °С	600-650
сечение, мм	до 100
$\sigma_{0,2}$, (МПа)	300/350
σ_B , (МПа)	600/650
δ_5 , (%)	12/14
ψ , %	20/30
КСУ, (Дж/см ²)	30/50

В химическом составе стали присутствует марганец (Mn), который повышает конструкционную прочность, и предел текучести стали.

В целом же данная деталь – водило, представляет собой тело вращения. Наибольший диаметр водила 528.2 и высотой 128±0,5 мм.

2.1.2 Производственная программа выпуска

В соответствии с выданным заданием годовая программа выпуска водило КС-4372.102.22.005 составляет 500 штук.

Исходя из таблицы 4 [9], определен тип производства для механической обработки, который соответствует среднесерийному типу.

Размер партии запуска определяем по формуле [8]:

$$n = \frac{N \cdot a}{F} \quad (2.1)$$

где F - число рабочих дней в году;

N – годовая программа, шт;

a - периодичность запуска в днях.

F= 248 дней.

Периодичность запуска принимаем 12 дней.

$$n = \frac{500 \cdot 12}{248} \approx 24 \text{ шт.}$$

Таблица 2.2 – Поддетальная годовая производственная программа

Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, т	
				на основную программу	на запасные части	всего	детали	на программу с запасными частями
Водило КС-4372.102.22.005	Сталь 35 ГЛ ГОСТ 977-88	1	5	500	25	525	0,034	35,77

2.1.3 Анализ базового технологического процесса

Базовый технологический маршрут обработки водила КС-4372.102.22.005 имеет следующий вид, который представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Базовый технологический процесс

№ Операции	Модель станка	Содержание операции
005 Фрезерная	Вертикально-фрезерный 65А80ПМФ4	Фрезеровать поверхность 1 выдерживая размер $135 \pm 0,5$ Фрезеровать поверхность 2 выдерживая размер $130 \pm 0,5$
010 Слесарная		Притупить острые кромки, очистить от стружки
020 Токарная	Многорезцовый копировальный полуавтомат 1740РФ3	Обработать по программе КС-4372.102.22.005.020
025 Вертикально - фрезерная	Вертикально-фрезерный 65А80ПМФ4	

№ Операции	Модель станка	Содержание операции
030 Токарная	Многорезцовый копировальный полуавтомат 1740РФ3	<p>Установ А</p> <p>Центровать 1 отверстие согласно эскизу</p> <p>Сверлить 1 отверстие диаметром 14 мм согласно эскизу</p> <p>Рассверлить 1 отверстие диаметром 35 мм согласно эскизу</p> <p>Установ Б</p> <p>Центровать 1 отверстие согласно эскизу</p> <p>Сверлить 1 отверстие диаметром 14 мм согласно эскизу</p> <p>Рассверлить 1 отверстие диаметром 35 мм согласно эскизу</p> <p>Установ В</p> <p>Центровать 1 отверстие согласно эскизу</p> <p>Сверлить 1 отверстие диаметром 14 мм согласно эскизу</p> <p>Рассверлить 1 отверстие диаметром 35 мм согласно эскизу</p>
035, 040, 045Сверлильная	Радиально-сверлильный 2А554	<p>Сверлить отверстие диаметром 25 мм</p> <p>Сверлить отверстие диаметром 27 мм</p> <p>Сверлить отверстие диаметром 14 мм</p> <p>Сверлить отверстие диаметром 20,5 мм</p> <p>Сверлить отверстие диаметром 11,5 мм</p> <p>Сверлить 8 отверстий $\varnothing 4,95^{+0,26}$</p> <p>Сверлить 2 отверстия $\varnothing 8,43^{+0,3}$</p>

Продолжение таблицы 2.3

№ Операции	Модель станка	Содержание операции
		Снять фаску 1×45^0 согласно эскизу (см.вид I) Снять фаску выдержав размеры (см. разрез E-E) согласно эскизу Снять фаску 1×45^0 выдерживая размеры на поверхности 5 Зенковать отверстие $\varnothing 32H15$ на глубину $0,5^{+1}$ (см.разрез B-B) Снять фаску $1,6 \times 45^0$ на поверхности 3 Снять 6 фасок $1,6 \times 45^0$ на поверхности 6
050 Резьбонарезная	Радиально-сверлильный 2A554	Нарезать резьбу M10 на 6 отверстий Нарезать резьбу M22 на 2 отверстия Нарезать резьбу M6 на 8 отверстий Нарезать резьбу M16 на 2 отверстия
060 Контрольная		

Описание технологического оснащения представлены в таблице 2.4

Таблица 2.4 – Технологическое оснащение

№ Операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Вспомогательный инструмент
005	Фреза 125 0003 T5K10 75^0 ГОСТ 24359	Микрометр 104- 2930 Шц-Ш-400-0,1 ГОСТ-166	Очки О ГОСТ 12.4.013- 80

Продолжение таблицы 2.4

№ Операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Вспомогательный инструмент
010	Круг пп63x20x20 91А 40ст16К ГОСТ 2424	Шг160 ГОСТ 162 Шц-III-400-0,1 ГОСТ-166 Шц-II-250-0,1 ГОСТ-166	Очки О ГОСТ 12.4.013-80 Рукавицы ГОСТ 12.4.010 Наушники противошумные ТУ-01-06-36-80; Распиратор ШБ-1 «Лепесток 5» ГОСТ124028.
020	Резец стп-1173-78 Резец 000-471 Резец стп-1180-81 Резец 003-1761		ОчкиО ГОСТ 12.4.013-80
025	Фреза 200 052-1381 Резец 003-1703 Сверло 011-715	Пластина 82Н12 стп-4313 Клин 12,7x105-2 стп-2046 Шаблон Б 4,5±0,3 106-5342 Шаблон М 4,5±0,3 106-5344 Микрометр 104-2930 Шц-II-160-0,05 ГОСТ-166 Нутромер 75-175 ГОСТ 10-75	Оправка 220-330 Оправка 220-296 Оправка 222-203 Втулка 222-207-02 Втулка222-211-03 Втулка 222-207-01 Втулка 222-206-01 Втулка 222-207-02 Втулка 222-212-02 Тяга 222-204-02 Тяга 222-212-04 Тяга 222-204-07 Валик 153-337
030	Сверло ø5 2301-0013 ГОСТ 10903 Сверло ø14 2301-0046 ГОСТ 10903 Сверло ø35 2301-0054 ГОСТ 10903		Блок 201-948 Блок 201-965 Кулачки 303-3216 Рукавицы ГОСТ 12.4.010 Наушники противошумные ТУ-01-06-36-80

Продолжение таблицы 2.4

№ Операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Вспомогательный инструмент
			Распирагор ШБ-1 «Лепесток 5» ГОСТ 124028
035	Сверло25 2301-0084 ГОСТ 10903 Сверло27 2301-0094 ГОСТ 1090 Сверло14 2301-0046 ГОСТ 10903 Сверло20,5 2301-0077 ГОСТ 10903; Сверло11,5 2301-0035 ГОСТ 10903	Втулка5/6100-0234 ГОСТ 13599 Патрон 6251-0182 ГОСТ 14077 Втулка 6120-0355 ГОСТ 13409 Втулка 6120-0354 ГОСТ 13409 Втулка 6120-0353 ГОСТ 13409	Пробка п/р К1/4" 100-2496
040	Сверло5 2300-6173 ГОСТ 10902 Сверло 8,5 2301-0020 ГОСТ 10903	Патрон 8-В12 ГОСТ 8522 Оправка 6039-0006 ГОСТ 2682 Втулка 6120-0354	Пробка п/р М6-7Н стп-4307 Пробка п/р М10-7Н стп-4307 Шц I-125-0,1 ГОСТ 166;
045	Зенковка 023-396 Зенковка 31,5 2353-0136 ГОСТ 14953 Сверло 20стп-1234 Зенковка 32x10стп-1221	Шаблон 5 стп-4340 Фаскомер 101-1379 Штанген 101-1352 Шц I-125-0,1 ГОСТ 166	Цапфа 10x20,5 стп-2018 Клин 8-60-1 стп-2046
050	Метчик М10 2620-1433 ГОСТ 3266 Метчик М6 2620-1601 ГОСТ 326; Метчик М16 2626-1601 ГОСТ 3266 Метчик М22x1,5 ГОСТ 3266	Пробка ПР М10 8221-0044 6Н ГОСТ 17756 Пробка НЕ М10 8221-1044 7Н ГОСТ 17757 Пробка Двн М10-7Н стп-4307 Пробка ПР М16 8221-0067 6Н ГОСТ 17756	Патрон 25 стп-2014 Вставка 25x10 стп-2012 Вставка 25x12,5 стп-2012 Патрон 45 стп-2012 Вставка 45x16 стп-2012 Втулка 3/2 6100-0203 ГОСТ 13598

	Зенковка 20 2353-0134 ГОСТ 14953	Пробка HE M16 8221-1067 7H ГОСТ 17757 Пробка ДВН M16- 7H стп-4307 Пробка ПР M22x1,5 8221-0088 6H ГОСТ 17756 Пробка HE M22x1,5 8221-1088 7H ГОСТ 17757 Пробка ДВН M22x1,5 стп-4307	
060		Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Скоба 450 g6 стп- 4317 Пробка ПР 8221- 0044 6H ГОСТ 17756 Пробка HE 8221- 1044 7H ГОСТ 17757 Пробка ДВН M10- 7H стп-4307 Пробка ПР 8221- 0067 6H ГОСТ 17756 Пробка HE 8221- 1067 7H ГОСТ 17757 Пробка ДВН M16- 7H стп-4307 Пробка ПР 8221- 0088 6H ГОСТ	
		17756 Пробка HE 8221- 1088 7H ГОСТ 17757 Пробка ДВН M22x1,5 стп-4307	

№ Операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Вспомогательный инструмент
		Пробка ПР 8221-0030 6Н ГОСТ 17756 Пробка НЕ 8221-1030 7Н ГОСТ 17757 Пробка Двн М6-7Н стп-4307.	

Технологический процесс, представленный в таблице 2.3 состоит из десяти операций, среди которых есть операции механической обработки, слесарные и контрольные.

При изготовлении детали «Водило» КС-4372.102.22.005 применяются в основном специальные приспособления, большое количество режущих инструментов из быстрорежущей стали, специальные и универсальные мерительные инструменты. Обработка производится на универсальных металлорежущих станках, и станках полуавтоматах.

2.1.4 Отработка конструкции изделия на технологичность

Технологичность – важная часть и основа, которая обеспечивает использование технологических и конструктивных запасов на выполнение задач по повышению технико-экономических показателей качества и изготовления изделий.

Технологичность детали основывается на применении простых инструментов, методов обработки и измерений, удобства, и надежности базирования детали для обработки.

Оценка технологичности конструкции детали состоит из количественной и качественной оценки.

Рассмотрим качественную оценку технологичности. В качестве исходной заготовки принята отливка, полученная литьем в песчано-глинистые формы. Форму заливают металлом. После охлаждения производят выбивку при температуре от 400 до 500 °С. После отрезают летниковую систему, заготовку очищают в дробеструйной камере. Конструкция отливки обеспечивает одну плоскость разъема, имеет минимальные габариты и компактную конфигурацию. Отливка имеет литейные радиусы внутренних наружных углов 8 и 15 мм соответственно. Формовочные уклоны выполнены

по ГОСТ 3212 – 80. Точность размеров отливки в зависимости от номинальных размеров по ГОСТ 26645 – 85. В целом данная отливка удовлетворяет требованиям к отливке в песчано-глинистые формы.

Производя технологический контроль чертежа, делаем вывод, что чертеж содержит достаточно видов, проекций, размеров, сечений, дающих полное представление о конструкции детали. Обозначение допусков и шероховатостей выполнено по СТ СЭВ 1632 – 79 и ГОСТ2.309 – 73. Точность обработки и качество поверхностей оптимальны и соответствуют своему функциональному назначению. Технологические условия содержат необходимую информацию о заготовке, необходимые уточнения при механической обработке, покрытие и маркировки, количественную оценку технологичности определяем с помощью коэффициента использования материала.

Большинство поверхностей детали позволяют вести обработку на проход, к большинству поверхностей имеется свободный доступ со стороны инструмента.

Деталь не имеет плоскостей, расположенных под углами, все плоскости либо перпендикулярны, либо параллельны друг другу.

Детали не имеют отверстий, расположенных не под прямым углом к плоскости входа инструмента.

В детали имеются глухие резьбовые отверстия, что является нетехнологичным. В детали отсутствует внутренняя резьба большого диаметра.

Деталь базовые поверхности достаточных размеров для установки в приспособлениях.

Качественная оценка показала, что деталь является технологичной.

Далее выполняем количественную оценку технологичности изделия. Для оценки технологичности детали по количественным показателям необходимо составить таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Поверхности детали

Наименование поверхности	Количество поверхностей, Q_3	Количество унифицированных элементов, $Q_{у.э}$	Квалитет точности	Параметр шероховатости, мкм
Ø35H9	3	3	9	2,5
M6-7H	8	8	7	3,2
Ø27H14	8	8	14	6,3
Ø32H12	8	8	12	3,2
M22×1,5-7H	1	1	7	3,2
M16-7H	2	2	7	3,2
M10-7H	12	12	7	3,2
Ø6H8	3	3	8	3,2
Фаски 1,5×45°	21	-	7	12,5

Наименование поверхности	Количество поверхностей, Q_3	Количество унифицированных элементов, $Q_{y.э}$	Квалитет точности	Параметр шероховатости, мкм
Фаска $4 \times 15^\circ$	1	1	9	3,2
Фаски $0,5 \times 45^\circ$	3	3	8	3,2
Фаска $1,6 \times 45^\circ$	1	1	12	12,5
Резьбовое отверстие К1/4"	3	3	14	12,5
Углубление $\varnothing 32H15$	1	1	15	12,5
Паз R25max	1	1	12	12,5
$\varnothing 195H12$	1	1	12	12,5
Торец 246×128	1	1	12	12,5
Поверхность $288,5 \times 128$	1	1	12	12,5
Фаска $1 \times 45^\circ$	1	1	14	12,5
ИТОГО:	80	59		

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

$$K_y = Q_{y.э} / Q_3, \quad (2.2)$$

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

Q_3 – количество поверхностей.

$$K_y = 59/80 = 0,73$$

Полученное значение показывает, что деталь является технологичной.

Коэффициент точности обработки (значение должно быть не менее 0,8):

$$K_{т.ч} = 1 - (1/A_{ср}) \quad (2.3)$$

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

$$A_{ср} = (n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19}) / \sum_1^{19} n_i, \quad (2.4)$$

где n_i – число поверхностей детали точностью соответственно по 1...19-му квалитетам.

$$A_{ср} = \frac{(9 \times 4) + (7 \times 23) + (14 \times 12) + (12 \times 13) + (8 \times 6) + (15 \times 1)}{59} = 7,67$$

$$K_{т.ч} = 1 - (1/7,67) = 0,86.$$

Полученное значение показывает, что по критерию коэффициента точности размеров деталь является технологичной.

Коэффициент шероховатости поверхности (значение должно быть меньше 0,32):

$$K_{ш} = 1/B_{ср}, \quad (2.5)$$

где $B_{ср}$ – средняя шероховатость поверхности по Ra, мкм.

$$B_{ср} = (0,01n_1 + 0,02n_2 + 0,03n_3 + \dots + 0,8n_{14}) / \sum_1^{14} n_i, \quad (2.6)$$

где $n_1; n_2; \dots; n_{14}$ – количество поверхностей, имеющих шероховатость, соответствующую данному числовому значению параметра Ra.

$$B_{ср} = \frac{(2,5 \times 3) + (3,2 \times 38) + (6,3 \times 8) + (12,5 \times 31)}{80} = 7,44$$

$$K_{ш} = 1/7,44 = 0,13$$

Так как $K_{ш} < 0,32$, деталь является технологичной.

Результаты проведенного количественного анализа технологичности детали показали, что деталь является технологичной.

2.1.5 Выбор заготовки и метода ее изготовления

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

Требования к металлам и сплавам, которые используются при изготовлении отливок:

а) состав металлов и сплавов должен обеспечивать получение отливок, заданных физико-химических, а также и физико-механических свойств; свойства и структура должны быть стабильны в течении всего срока использования;

б) металлы и сплавы должны обладать хорошими литейными свойствами (высокой жидко текучестью, небольшой усадкой, низкой склонностью к образованию трещин и поглощению газов), хорошо свариваться;

в) металлы и сплавы должны хорошо обрабатываться режущим инструментом;

г) металлы и сплавы не должны быть вредными и токсичными для производства;

д) необходимо, чтобы металлы и сплавы обеспечивали технологичность в условиях производства и были экономичными, содержали дешевые, недефицитные материалы.

Сталь 35ГЛ ГОСТ 977-88 удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к детали.

Литье в песчано-глинистые формы занимает значительный объем в общем производстве литых заготовок. Так как данный способ литья

экономически целесообразен при любом типе производства, для деталей любой массы, конфигурации, габаритов.

Литьем в песчано-глинистые формы можно получить отливку с шероховатостью поверхности Rz равно 320 до 400 мкм и с точностью, соответствующей 14-17 качеству.

Рассмотрим два альтернативных варианта получения заготовки, литье в песчано-глинистые формы по деревянным моделям с ручной формовкой и литье в песчано-глинистые формы по металлическим моделям с машинной формовкой.

Литье в песчано-глинистые формы по деревянным моделям с ручной формовкой. Класс точности отливки 3, определяем припуски на поверхности и допуски на размеры и заготовки представлены в таблице 2.6.

Допуски литейных размеров отливок, изменяемых и неизменяемых обработкой, обработанных тремя и более частями литейной формы, устанавливаются на один – два класса грубее.

Таблица 2.6

Диапазон размеров, мм	Допуск размеров, мм
63÷100	5,6
100÷160	8,0
160÷210	9,0
400÷550	10,0

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

Определяем допуск формы и расположения элементов согласно таблице 2.7

Таблица 2.7

Номинальный размер нормируемого участка, мм	Допуск формы и расположения элементов, мм
63÷100	5,6
100÷160	8,0
160÷210	9,0
400÷550	10,0

За номинальный размер нормируемого участка следует принимать наибольший из размеров нормируемого участка отливки.

При номинальной массе отливки 60 кг, и 13 классе точности, допуск массы отливки равен 32 процента. Минимальный литейный припуск на обработку поверхности отливки служит для устранения неровностей и дефектов литой поверхности и изменения шероховатости поверхности, в повышении точности размеров, формы и расположения обрабатываемой поверхности, для размеров $128 \pm 0,5$; диаметром 450g6.

Общий припуск назначаем для устранения погрешностей размеров, формы и расположения неровностей обрабатываемой поверхности, в целях повышения точности обрабатываемого элемента отливки согласно таблице 2.8. Общие припуски назначают по полным значениям общих допусков. Для ряда припусков от 2 до 5. Минимальный литейный припуск на сторону не более 0,5 мм – для пятого ряда припусков.

Таблица 2.8 – Общие припуски на сторону

Размер детали, мм	Вид окончательной обработки	Общий припуск на сторону, мм
Ø450g6	чистовая	5
Ø528 ₋₂	получистовая	5
128±0,5	чистовая	5
16±0,3	чистовая	3,5
Ø202	чистовая	2,5

Степень коробления зависит от наименьшего и наибольшего размера отливки. Выбираем степень коробления равной 7. Поэтому допуски формы и расположения элементов отливки будут соответствовать.

Допуск массы отливок равен 8 процентов. При наибольшем размере отливки больше 100 мм, ряд припусков соответствует 2. Минимальный литейный припуск на сторону для 2-го ряда равен 0,2 мм. Определяем общий припуск на сторону и вносим данные в таблицу 2.9.

Таблица 2.9.

Размер детали, мм	Вид окончательной обработки	Общий припуск на сторону, мм
Ø450g6	чистовая	2,5
Ø528 ₋₂	получистовая	2,5
128±0,5	чистовая	2,5

Продолжение таблицы 2.9

Размер детали, мм	Вид окончательной обработки	Общий припуск на сторону, мм
16±0,3	чистовая	1,2
Ø202	чистовая	2

Окончательные размеры сводим в таблицу 2.10

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

Таблица 2.10

Размер детали, мм	Припуск, мм	Размер заготовки, мм
Ø450g6	10	Ø460
Ø528 ₂	10,4	Ø538±5
128±0,5	10	138
16±0,3	7	23
Ø202	5	Ø197

Наибольшая шероховатость при данном способе получения заготовки составляет Ra40, Rz160 мкм.

Литье в песчано-глинистые формы по металлическим моделям с машинной формовкой.

При наибольшем габаритном размере отливки 528 мм, класс размерной точности – 10. Для данного класса допуск размеров определяем по таблице 2.11.

Суммарный припуск выбираем согласно таблицы 2.12.

Таблица 2.11

Диапазон размеров, мм	Допуск размеров, мм
63÷100	2,5
100÷160	4,0
160÷210	5,5
400÷550	6,0

Таблица 2.12

Размер детали, мм	Суммарный припуск, мм	Размер заготовки, мм
Ø450g6	5	Ø455±2
Ø528-2	6	Ø534±3
128±0,5	4	132±1,5
16±0,3	5	21±1
Ø202	3	Ø199±1

Примечание: размеры округлять в большую сторону с точностью до 0,5 мм.

Для 9 – ой степени точности, наибольшая шероховатость при получении заготовки методом литья в песчано-глинистые формы Ra20, Rz80.

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

Рассчитаем массу заготовки, получаемой по базовому технологическому процессу.

$$m_3 = V_1 \cdot \rho, \quad (2.8)$$

где V_1 – объем заготовки;

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

$$V_1 = V_0 - V',$$

где V_0 – объем фигуры, включающей в себя все полости и пустоты, мм^3 ;

V' – объем пустот (отверстий), мм^3 .

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h}{4}, \quad (2.9)$$

где D – диаметр цилиндра, мм;

h – высота цилиндра, мм.

$$V_0 = V_{01} + V_{02} + V_{03} + V_{04} + V_5, \quad (2.10)$$

где $V_{01}, V_{02}, V_{03}, V_{04}$ – соответственно объемы цилиндров, составляющих объем заготовки;

V_5 – объем перемычек и приливов.

$$V_{01} = \frac{3,14 \cdot 460^2 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{4} = 1993,27 \text{ см}^3,$$

$$V_{02} = \frac{3,14 \cdot 538^2 \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{4} = 5453,12 \text{ см}^3,$$

$$V_{03} = \frac{3,14 \cdot 330^2 \cdot 23 \cdot 10^{-3}}{4} = 1966,19 \text{ см}^3,$$

$$V_{04} = 28 \cdot 110 \cdot 110 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 1016,4 \text{ см}^3,$$

$$V_1' = \frac{3,14 \cdot 197^2 \cdot 47 \cdot 10^{-3}}{4} = 1431,86 \text{ см}^3,$$

$$V_2' = 90 \cdot 133 \cdot 23 \cdot 10^{-3} \cdot 3 = 826 \text{ см}^3,$$

$$V_3' = \frac{3,14 \cdot 27^2 \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{4} \cdot 16 = 219,75 \text{ см}^3.$$

$$V_4' = \frac{3,14 \cdot 425^2 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{4} = 1701,49 \text{ см}^3.$$

$$V_5' = \frac{3,14 \cdot 33^2 \cdot 47 \cdot 10^{-3}}{4} \cdot 3 = 120,54$$

$$V_1 = (1993,27 + 5453,12 + 1966,19 + 1016,4) - (1431,86 + 826 + 219,75 + 1701,49 + 120,54) = 6129,34 \text{ см}^3.$$

$$m_3 = 6129,34 \cdot 7,84 = 48,3 \text{ кг}.$$

С учетом возможных неточностей принимаем m_3 равно 48,5 кг.

Аналогично предыдущему способу рассчитываем массу заготовки по песчанно – глинистым формам:

$$V_{01} = \frac{3,14 \cdot 455^2 \cdot 11 \cdot 10^{-3}}{4} = 1787,66 \text{ см}^3,$$

$$V_{02} = \frac{3,14 \cdot 534^2 \cdot 21 \cdot 10^{-3}}{4} = 4700,8 \text{ см}^3,$$

$$V_{03} = \frac{3,14 \cdot 330^2 \cdot 21 \cdot 10^{-3}}{4} = 1795,22 \text{ см}^3,$$

$$V_{04} = 28 \cdot 110 \cdot 110 \cdot 3 \cdot 10^{-3} = 1016,4 \text{ см}^3,$$

$$V_1' = \frac{3,14 \cdot 199^2 \cdot 44 \cdot 10^{-3}}{4} = 1367,82 \text{ см}^3,$$

$$V_2' = 90 \cdot 133 \cdot 23 \cdot 10^{-3} \cdot 3 = 826 \text{ см}^3,$$

$$V_3' = \frac{3,14 \cdot 27^2 \cdot 21 \cdot 10^{-3}}{4} \cdot 16 = 192,28 \text{ см}^3.$$

$$V_4' = \frac{3,14 \cdot 425^2 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{4} = 1701,49 \text{ см}^3.$$

$$V_5' = \frac{3,14 \cdot 33^2 \cdot 43 \cdot 10^{-3}}{4} \cdot 3 = 110,28$$

$$V_1 = (1787,66 + 4700,8 + 1795,22 + 1016,4) - (1367,82 + 826 + 192,28 + 1701,49 + 110,28) = 5428,21 \text{ см}^3.$$

$$m_3 = 5428,21 \cdot 7,84 = 42,56 \text{ кг}.$$

С учетом возможных неточностей принимаем m_3 равно 42,6 кг.

Себестоимость изготовления детали определяют суммой затрат на первоначальную заготовку и её обработку, поэтому в конечном счёте необходимо обеспечить уменьшение всей суммы, а не одной её составляющей.

Назначением и конструкцией детали, материалом, серийностью производства, а также экономичностью изготовления определяется метод получения заготовок для деталей машин.

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

$$S_T^I = \frac{m_{дет}}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + C_c \cdot (1 - K_{им})], \quad (2.11)$$

где $m_{дет}$ = 34 кг. – масса детали;

$C_{заг}$. - стоимость 1 кг материала заготовки, руб;

$C_c = 20,5$ руб/кг - стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению.

$K_{им}$ - проектный коэффициент использования материала заготовки;

$$K_{и.м} = m_{дет} / m_{заг}. \quad (2.12)$$

где $m_{заг}$. – масса заготовки.

Рассчитываем отливку получаемую литьем в землю:

Для данной отливки $m_{заг.} = 48,5$ кг , $C_{заг} = 82,4$ руб.

$$K_{и.м} = 34 / 48,5 = 0,701.$$

$$S_T^I = \frac{34}{0,701} \cdot [82,4 + 20,5 \cdot (1 - 0,701)] = 4293,87 \text{ руб.}$$

Рассчитываем отливку получаемую литьем в землю:

Для данной отливки $m_{заг.} = 48$ кг, $C_{заг} = 82,4$ руб.

$$K_{и.м} = 34 / 42,6 = 0,798.$$

$$S_T^I = \frac{34}{0,798} \cdot [82,4 + 1,5 \cdot (1 - 0,798)] = 3687,21 \text{ руб.}$$

Примерную экономическую прибыль определяем по формуле:

$$S = (S_T^I - S_T^{II}) \cdot N, \quad (2.13)$$

где $N = 500$ - годовая программа выпуска, шт.

$$S = (4293,87 - 3687,21) \cdot 500 = 303330 \text{ руб.}$$

Исходя из полученных данных выбираем способ литье в песчано-глиняные формы машинной формовкой, так как заготовка получается с меньшими припусками на обработку и дешевле по технологической себестоимости. К достоинствам данного способа также относятся: повышенная размерная точность отливок, значительное уменьшение износа модельной оснастки, характерного для различных способов динамического уплотнения, улучшаются санитарно-гигиенические условия труда.

2.1.6 Составление технологического маршрута обработки.

Таблица 2.13 – Технологический маршрут обработки

№ Операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
005	Токарная Установ А - Подрезать торец в размер $128 \pm 0,5$ мм - Точить поверхность в размер $12 \pm 0,5$ мм - Точить поверхность в размер $\varnothing 454^{0,2}$ мм - Точить поверхность в размер $\varnothing 450_{g6}$ мм - Точить фаску в размер $1,6 \times 45^\circ$ мм - Точить поверхность в размер $16 \pm 0,3$ мм Установ Б - Точить поверхность в размер $\varnothing 528_{.2}$ мм - Точить поверхность в размер $16 \pm 0,3$ мм	Станок токарный с ЧПУ 16К30Ф3
010	Токарная - Расточить отверстие в размер $\varnothing 202^{+0,46}$ мм	Станок токарный с ЧПУ 16К30Ф3
015	Слесарная - Притупить острые кромки, очистить от стружки	Верстак
020	Сверлильная - Сверлить 8 отверстий в размер $\varnothing 27H14$ мм на проход - Центровать 6 отверстий на проход - Сверлить 6 отверстий в размер $\varnothing 8,5$ мм на глубину 16^{+2} мм - Зенковать 6 фасок на $\varnothing 8,5$ мм в размер $1,5 \times 45^\circ$ мм - Нарезать резьбу M10-7H мм на длину 14^{+2} мм - Центровать 3 отверстия на проход - Сверлить 3 отверстия в размер $\varnothing 5,5$ мм на глубину 8^{+1} мм - Зенковать 3 фаски на $\varnothing 5,5$ мм в размер $0,5 \times 45^\circ$ мм - Зенкеровать 3 отверстия в размер $\varnothing 6H8$ мм на глубину 8^{+1} мм - Центровать 2 отверстия на проход - Сверлить 2 отверстия в размер $\varnothing 14$ мм на проход - Нарезать резьбу M16-7H мм	Вертикально фрезерный обрабатывающий центр LEADWELL V-40iL

№ Операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
	- Фрезеровать паз в размер R25 мм на глубину 15 мм	
025	<p>Фрезерно-сверлильная</p> <ul style="list-style-type: none"> - Фрезеровать поверхность выдерживая размер 128±0,5 мм - Сверлить отверстие в размер Ø19,3 мм на проход - Цековать углубление в размер Ø32Н15 мм на глубину 0,5⁺¹мм - Зенковать фаску на Ø19,3 мм в размер 1,5×45° мм - Нарезать резьбу М22×1,5-7Н мм - Центровать 8 отверстий на проход 	Вертикально фрезерный обрабатывающий центр LEADWELL V-40iL
	<ul style="list-style-type: none"> - Сверлить 8 отверстий в размер Ø28,8 мм на проход - Зенкеровать 8 отверстий в размер Ø29 мм на проход - Развернуть 8 отверстий в размер Ø32±0,5 мм на проход - Сверлить 3 отверстия в размер Ø33 мм на проход - Фрезеровать 3 фаски на Ø33 мм в размер Ø37^{+0,5} × 15^{0+15°} мм - Зенкеровать 3 отверстия в размер Ø34,75 мм на проход - Развернуть 3 отверстия в размер Ø35Н9 мм на проход - Центровать отверстие на проход - Сверлить отверстие в размер Ø11,3 мм на проход (К1/4'' ГОСТ 6111-52) - Зенковать фаску на Ø11,3 мм в размер 1×45° мм (К1/4'' ГОСТ 6111-52) - Развернуть отверстие в размер Ø12,4 мм на глубину 14 мм (К1/4'' ГОСТ 6111-52) - Нарезать резьбу МК14×1,5 мм на длину 9,5 мм (К1/4'' ГОСТ 6111-52) - Центровать 6 отверстий на проход - Сверлить 6 отверстий в размер Ø8,5 мм на глубину 16⁺² мм 	

№ Операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
	<ul style="list-style-type: none"> - Зенковать 6 фасок на $\varnothing 8,5$ мм в размер $1,5 \times 45^\circ$ мм - Нарезать резьбу М10-7Н мм на длину 14^{+2} мм - Центровать 8 отверстий на проход - Сверлить 8 отверстий в размер $\varnothing 5$ мм на глубину 10^{+2} мм - Зенковать 8 фасок на $\varnothing 5$ мм в размер $1,5 \times 45^\circ$ мм - Нарезать резьбу М6-7Н мм на длину 7^{+2} мм 	
030	Слесарная - Притупить острые кромки, очистить от стружки	Верстак
035	Покрытие	
040	Контрольная - Контроль размеров по технологическому процессу и чертежу	Плита контрольная

2.1.7 Выбор технологических баз.

Операция 005

Установ А

Заготовка устанавливается в трехкулачковый патрон на внутренние кулачки с упором в торец см. рис. 2.1. Погрешность базирования для получаемых размеров равно нулю.

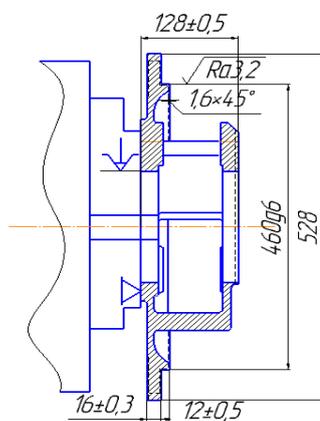


Рис. 2.1 Схема базирования на операции 005 (Установ А)

Установ Б

Заготовка устанавливается в трехкулачковый патрон на внутренние кулачки с упором в торец см. рис. 2.2. Погрешность базирования для получаемых размеров равно нулю.

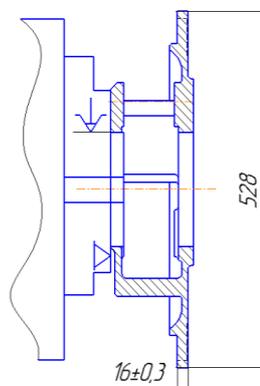


Рис. 2.2 Схема базирования на операции 005 (Установ Б)

Операция 010

Заготовка устанавливается в самоцентрирующем трехкулачковом патроне с упором в торец см. рис. 2.3. Погрешность базирования для получаемых размеров равно нулю.

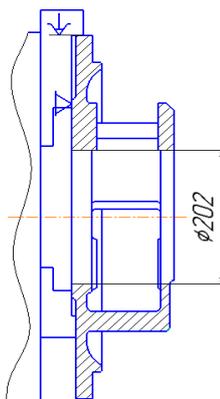


Рис. 2.3 Схема базирования на операции 010

Операция 020

Заготовка устанавливается в специальное приспособление с упором в паз шириной 50 мм, центрируется с помощью установочного пальца на диаметр Ø202 мм и закрепляется четырьмя прихватами см. рис. 2.4. Погрешность базирования для размеров, получаемых на данной операции равна нулю.

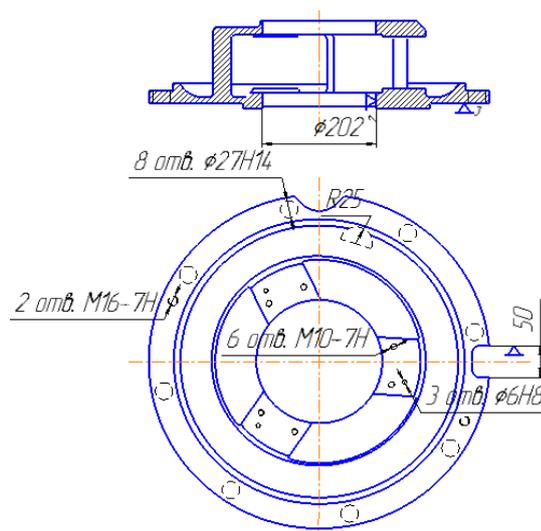


Рис. 2.4 Схема базирования на операции 020

Операция 020

Заготовка устанавливается в специальное приспособление с упором в паз шириной 50 мм, центрируется с помощью установочного пальца на диаметр $\varnothing 202$ мм и закрепляется четырьмя прихватами см. рис. 2.5. Погрешность базирования для размеров, получаемых на данной операции равна нулю.

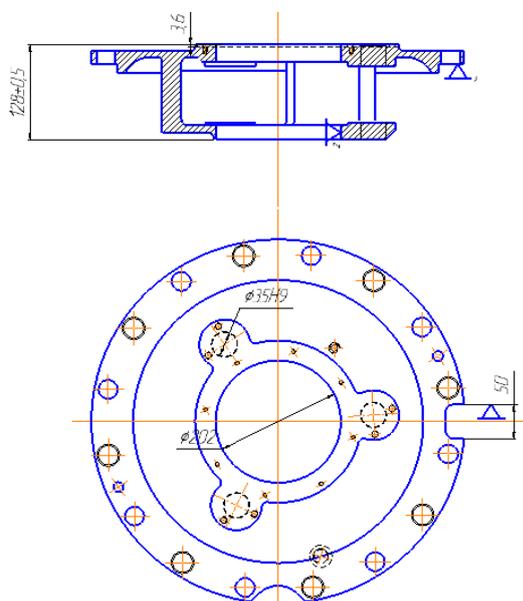


Рис. 2.5 Схема базирования на операции 025

2.1.8 Выбор средств технологического оснащения

Выбор технологического оборудования, оснастки и инструментов выполнен с помощью открытых интернет источников [8].

Операция 005 – токарная, операция 010 – токарная

1. Оборудование

Станок токарный с ЧПУ 16К30Ф3

Технические характеристики станка

Класс точности станка П по ГОСТ 8—77	П
Обозначение системы ЧПУ	НЦ-31
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной, мм	630
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом, мм	320
Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм	140
Шпиндель	
Мощность двигателя главного движения, кВт	22
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	71
Количество скоростей шпинделя (общее/ по программе)	24/ 12
Пределы оборотов шпинделя, об/мин	6,3...1600
Центр шпинделя по ГОСТ 13214-67	
Конец шпинделя по ГОСТ 12593-72	11М
Наибольший крутящий момент на шпинделе, кгс·м	340
Суппорт	
Наибольшее перемещение суппорта: продольное/поперечное, мм	1200/ 300
Высота резца, устанавливаемого в резцедержателе, мм	32
Количество инструментов, устанавливаемых в резцедержатель, мм	4, 8
Максимальная скорость продольной подачи при нарезании резьбы, мм/мин	2400
Наибольшая величина подачи в режиме автоматического управления, мм/мин	2400
Размеры нарезаемых метрических резьб, мм	0,01...20,47
Диапазон скоростей подач (продольных и поперечных), мм/мин	0,01...20,47
Скорость быстрых ходов (продольных/ поперечных), мм/мин	6000/ 5000
Дискретность перемещения (продольного/ поперечного, мм	0,05/ 0,01
Наибольшая скорость в режиме ручного управления, мм/об	1,5
Наибольшее усилие подачи (продольное/ поперечное), кН	15/ 5
Задняя бабка	
Центр шпинделя задней бабки по ГОСТ 13214-67	Морзе 6
Наибольшее перемещение пиноли, мм	240
Наибольшее перемещение пиноли от гидроцилиндра, мм	100
Параметры систем ЧПУ	
Обозначение системы ЧПУ	НЦ-31
Количество управляемых координат (всего/одновременно)	2/ 2
Тип датчика нулевого положения	
Тип датчика обратной связи	Фотоимпульсные
Электрооборудование и приводы станка	
Количество электродвигателей на станке	6
Электродвигатель главного привода, кВт/ об/мин	22/ 1460
Электродвигатель приводов подач, кВт/ об/мин	2,8/ 500

Электродвигатель резцедержки, кВт/ об/мин	0,5/ 1415
Электродвигатель станции смазки, кВт/ об/мин	0,12/ 2800
Электродвигатель насоса охлаждения, кВт/ об/мин	1,5/ 1440

Габариты и масса станка	
Габариты станка (длина×ширина×высота), мм	5290×3470×2105
Масса станка с ЧПУ, кг	7800

2. Средства технологического оснащения.

Резец 2001-0058 Т5К10 ГОСТ 18879-73
 Резец 2102-0187 Т5К10 ГОСТ 20872-80
 Резец 2142-0141 Т5К10 ГОСТ 9795-73
 Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-80
 Скоба 450g6 СТП 4317-84
 Штангенциркуль ШГ-I-160-0,1 ГОСТ 162-80
 СОЖ OILCOOL CLEANLINE

Операция 020 – сверлильная, операция 025 – сверлильная

1. Оборудование

Вертикально фрезерный обрабатывающий центр LEADWELL V-40iL

Технические характеристики станка

Рабочий диапазон:

Перемещение по оси X, мм	1020
по оси Y, мм	635
по оси Z, мм	610

Расстояние от поверхности стола до торца шпинделя, мм	100-710
---	---------

Расстояние от оси шпинделя до колонны, мм	635
---	-----

Стол:

Размеры рабочей поверхности стола (Д×Ш), мм	1120-610
---	----------

Допустимая нагрузка, кг	800
-------------------------	-----

Т-пазы	18Т×125×6
--------	-----------

Шпиндель:

Скорость вращения шпинделя, об/мин	10000(12000/15000)
------------------------------------	--------------------

Курс шпинделя	BBT 40 (SK)
---------------	-------------

Внутренний подшипник шпинделя	70
-------------------------------	----

Подачи:

Скорость быстрых перемещений по осям X/Y/Z, м/мин	48/48/36
---	----------

Максимальная скорость рабочей подачи, м/мин	10
---	----

УАСИ:

Количество инструментальных мест в магазине, шт	24 (30/40/60)'
---	----------------

Максимальный диаметр инструмента (при установленных соседних), мм	80
---	----

Максимальная длина инструмента, мм	250
------------------------------------	-----

Двигатели FANUCa:

Мощность двигателя привода шпинделя, кВт	18,5
Мощность двигателей приводов по осям X/Y/Z, кВт	4/4/4
Габаритные размеры:	
Размеры Д×Ш, мм	3200×2200
Высота, мм	2721
Вес, кг	6200
Суммарная потребляемая мощность, кВА	30

2. Средства технологического оснащения

Фреза торцевая FFQ4 D052-5-22-12
 Пластина FFQ4 SOMT 120516T
 Оправка DIN 69871-SEM
 Центровочное сверло Ø8 P6M5;
 Цанговый патрон DIN 69871S40ER16H70
 Цанга ER16D08
 Сверло DCN 270-041-32R-1.5D
 Головка ICP 270
 Оправка BT 50 XYDRO 32x90 HD
 Сверло DCM 085-025-12A-3D
 Головка IDI085 – SG
 Оправка BT50 EM 12×100
 Концевая фреза для снятия фасок и зенкования ECF D-2/45-4CO6
 Цанговый патрон DIN 69871 40 ER20×63
 Цанга ER 20 SPR 6-7 AA
 Метчик Coro Tap 300 T300-NM 100DA
 Цанга ER для хвостовиков метчиков 393. 14-32 D100×080
 Цанговый патрон Coromant Capto 970-C6-32-128
 Сверло DCN 060-009-12A-1.5D
 Головка ICP 060
 Оправка BT50 EM 12×100
 Сверло DCN 140-021-16A-1.5D
 Головка ICP 140
 Оправка BT50 EM 16×100
 Метчик Coro Tap T200-XM101AA
 Цанговый патрон Coromant Capto 970-C6-32-128
 Цанга ER для хвостовиков метчиков 393 14-32 D 120×090
 Фреза FF EWX D20-3-040-W20-04
 Пластина H600 WXCUC 040310T
 Оправка BT30 EM 20×80
 Сверло D3N 190-057-25A-3D
 Головка H3P 193-IQ
 Оправка BT50 EM 25×115
 Цековка Ø32 мм ГОСТ 26258-87
 Метчик T200-XM101DA-M22B150

Цанговый патрон 970-С6-32-128
Цанга 393.14-32 D180×145
Сверло DCN-0,42-32А-1.5D
Головка ICP 288
Оправка BT50 EM 32×115
Зенкер Ø29 мм ГОСТ 12489-71
Развертка коническая 1:3 Ø32 мм ГОСТ 11177-84
Сверло DR033-132-32-09-4D-N
Пластина со стружколомом SO MT 09T-306-DT
Оправка BT50 EM 32×115E
Фреза концевая для снятия фасок E30 D16-W25
Пластина TMPT 160304
Цанговый патрон DIN 69871 40 EM25×45
Цанга ER40 SPR 25-26
Зенкер Ø34,75 мм ГОСТ 12489-71
Развертка цилиндрическая Ø35 ГОСТ 11177-84
Сверло Ø10,7 SCD 107-040-120 AP3N
Оправка BT50 HYDRO 12×110
Развертка коническая п/р K1/4'' ГОСТ 611152
Сверло DCN 050-015-06C-3D
Головка ICP 050
Оправка BT50 HYDRO 6×110
Метчик T300-ХМ 102AA-M6C150
Цанговый патрон 970-BB30-20-105
Цанга А 393.14-20-1/4
Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-80
Штангенциркуль ШГ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80
Пробка 25Н14
Пробка 35Н9 8133-1049 ГОСТ 14811-69
Пробка специальная-1:3
Пробка М16-7Н ГОСТ 17756-80
Пробка М22х1,5-7Н ГОСТ 17756-80
Шаблон 30 СТП-4323
Штангенциркуль ШГ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80
Пробка 6Н8 8133-1023 ГОСТ 14811-69
Шаблон 45°
Штангенциркуль ШГ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80
Пробка К 1/4'' ГОСТ 4212-79
Пробка М6-7Н ГОСТ 17756-80
Пробка М10-7Н ГОСТ 17756-80
СОЖ OILCOOL CLEANLINE

2.1.9 Расчет припусков под обработку

Расчет припусков на механическую обработку расчетно – аналитическим методом позволяет определить припуск более точно, с учетом работы и погрешностей при обработке детали. Пользуясь рабочим чертежом детали и картой технологического процесса механической обработки, запишем в расчетную таблицу обрабатываемые элементы поверхности заготовки диаметром 450g6, а также технологические переходы обработки в порядке последовательности их выполнения по каждой элементарной поверхности, от черновой заготовки до окончательной обработки.

Расчёт припусков производится по методике, изложенной в [источник]

Определяем значение высоты неровностей Rz=40 мкм и глубина дефектного поверхностного слоя T=170 мкм.

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки

$$\Delta_3 = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{см}}^2}, \quad (2.14)$$

где $\Delta_{\text{кор}}$ – величина коробления отверстия, мкм;

$\Delta_{\text{см}}$ – погрешность смещения, мкм.

Величина коробления определяется по следующей формуле:

$$\Delta_{\text{КОР}} = \sqrt{(\Delta_K \cdot d)^2 + (\Delta_K \cdot l)^2}, \quad (2.15)$$

где Δ_K – величина удельного коробления для отливок;

d и l – соответственно диаметр и длина обрабатываемых отверстий.

$\Delta_K=0,8$.

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(0,8 \cdot 450)^2 + (0,8 \cdot 12)^2} = 360 \text{ мкм.}$$

При определении $\Delta_{\text{см}}$ в данном случае следует принять во внимание точность расположения базовых поверхностей, используемых при данных схемах установок.

Поле допуска размера $\varnothing 450g6$.

Следовательно, $\Delta_{\text{см}}=80$ мкм.

$$\Delta_3 = \sqrt{360^2 + 80^2} = 369 \text{ мкм.}$$

Погрешность базирования ε_6 и погрешность пространственных отклонений заготовки Δ_3 являются составляющими погрешности установки ε_i .

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \rho_3^2}, \quad (2.16)$$

Погрешность базирования на принятом приспособлении равна нулю.

$$\Delta_y = \sqrt{0^2 + 369^2} = 369$$

Определяем величину пространственных отклонений при черновом точении:

$$\Delta_{\text{чер.}} = K_y \cdot \Delta_3, \quad (2.17)$$

Значение выбираем по таблице [5, с.190]

$$K_y = 0,06.$$

$$\Delta_{\text{чер.}} = 0,06 \cdot 369 = 22 \text{ мкм.}$$

Определяем величину пространственных отклонений при получистовом точении:

$$\Delta_{\text{получист.}} = K_y \cdot \Delta_{\text{чер.}}, \quad (2.18)$$

Значение выбираем по таблице [3, с.190]

$$K_y = 0,05.$$

$$\Delta_{\text{чер.}} = 0,05 \cdot 22 = 1,1 \text{ мкм.}$$

Определяем величину пространственных отклонений при получистовом точении:

$$\Delta_{\text{чист.}} = K_y \cdot \Delta_{\text{получист.}}, \quad (2.19)$$

Значение выбираем по таблице [5, с.190]

$$K_y = 0,04.$$

$$\Delta_{\text{чер.}} = 0,04 \cdot 1,1 = 0,044 \text{ мкм.}$$

Погрешность при использовании одной и той же базы равна нулю.

Далее производится расчёт минимальных значений межоперационных припусков:

$$2z_{\min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + E_i^2} \right), \quad (2.20)$$

где Rz_{i-1} - высота неровностей профиля на предшествующем переходе, мкм;
 h_{i-1} - глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе, мкм;

Δ_{i-1} - суммарные отклонения расположения поверхностей, мкм;

E_i - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Минимальный припуск при черновом точении:

$$2z_{\min} = 2 \cdot \left(40 + 170 + \sqrt{369^2 + 0^2} \right) = 1158 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск при получистовом точении:

$$2z_{\min} = 2 \cdot \left(30 + 50 + \sqrt{22^2 + 0^2} \right) = 204 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск при чистовом точении:

$$2z_{\min} = 2 \cdot \left(20 + 25 + \sqrt{1,1^2 + 0^2} \right) = 0,092 \text{ мкм.}$$

Расчет минимальных расчетных размеров:

$$d_{\min i-1} = d_{\min i} + 2 \cdot z_{\min}. \quad (2.21)$$

$$d_p = 449,92 + 0,122 = 450,04 \text{ мм - для чистового точения;}$$

$$d_p = 450,04 + 0,204 = 450,244 \text{ мм - для получистового точения;}$$

$$d_p = 450,244 + 1,158 = 451,402 \text{ мм - для чернового точения.}$$

Округляем рассчитанные максимальные размеры до знака допуска Td и заносим в таблицу 2.10.

Определяем минимальный предельный размер вычитанием из максимального размера допуска Td:

$$d_{\max i} = d_{\min i} + Td;$$

$$d_{\max} = 449,92 + 0,08 = 450 \text{ мм - для чистового точения;}$$

$$d_{\max} = 450 + 0,155 = 450,155 \text{ мм - для получистового точения;}$$

$$d_{\max} = 451,40 + 1,55 = 452,95 \text{ мм - для чернового точения.}$$

Полученные предельные припуски:

$$2Z_{\min} = 450,195 - 450 = 0,195 \text{ мм - для чистового точения;}$$

$$2Z_{\min} = 452,95 - 450,195 = 2,755 \text{ мм - для получистового точения;}$$

$$2Z_{\max} = 450,244 - 450,04 = 0,204 \text{ мм - для чистового точения;}$$

$$2Z_{\max} = 451,402 - 450,244 = 1,158 \text{ мм - для получистового точения;}$$

Расчёт общих припусков:

$$2Z_{\text{омак}} = 0,195 + 2,755 = 2,95 \text{ мм - общий максимальный припуск;}$$

$$2Z_{\text{оми}} = 0,195 + 2,755 = 2,95 \text{ мм - общий минимальный припуск.}$$

Проверка правильности расчётов:

$$Z_{\text{омак}} - Z_{\text{оми}} = Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}} \quad (2.22)$$

$$1,37 - 0,902 = 0,52 - 0,052$$

$$0,468 = 0,468$$

Полученные данные сводим в таблицу 2.14

Таблица 2.14

Маршрут	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Минимальный размер, мкм	Допуск на изготовление, мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	R_z	h	Δ	Σ				D_{\max}	D_{\min}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Литье	40	170	369	0	2418	75,30	2000	74,7	72,7	—	—
Точение черновое	30	50	22	0	291	75,009	190	74,991	74,801	2101	291
Точение чистовое	10	20	1,1	0	32	74,997	46	75,023	74,997	176	32
Итого:										2277	323

2.1.10 Расчет режимов резания

1. Центровать отверстия.

Центровочное сверло Ø8 Р6М5

Глубина сверления: $t=4$ мм.

Подача:

Рекомендуемый диапазон подач – 0,20-0,25 мм/об [5, стр.277]

Средняя подача:

$$S_{cp} = \frac{0,25 + 0,20}{2} = 0,225 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

$S_{ст}=0,225$ мм/об

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D_{св}^q}{T_3^m \cdot S_{ст}^y} \cdot K_v, \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$C_v = 9,8$; $T_3 = 25$ мин; $q = 0,40$; $y = 0,50$; $m = 0,20$ [5, стр.279]

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 1 \quad (2.24)$$

$$K_{mv} = 1$$

$$K_{nv} = 1$$

$$K_{iv} = 1$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,225} \cdot 1 = 25 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 8} = 995,2 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_{ст}=995$ об/мин.

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\phi} \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 995}{1000} = 24,99 \text{ м/мин}$$

Осевая сила резания:

$$P_0 = 10C_p \cdot D_{св}^q \cdot S_{ст}^y \cdot K_{mp} = 10 \cdot 67 \cdot 8 \cdot 0,225 \cdot 0,73 = 1484 \text{ Н}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10C_m \cdot D_{св}^q \cdot S_{ст}^y \cdot K_{mp} = 10 \cdot 0,09 \cdot 8^1 \cdot 0,225^{0,8} \cdot 0,73 = 1,28 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Эффективная мощность:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{1,6 \cdot 995,2}{9750} = 0,16 \text{ кВт}$$

$N \leq N_{дв} \cdot n_{ст}$ - условие выполняется.
 $0,16 \leq 18,5$

Основное время:

$$T_0 = \frac{L}{n_{\text{ст}} \cdot S_{\text{ст}}} = \frac{2}{995,2 \cdot 0,225} = 0,009 \text{ мин}$$

2. Цековать углубление.

Цековка Ø32 мм ГОСТ 26258-87

Глубина резания:

$$t = \frac{D_3 - D_{\text{св}}}{2} = \frac{32 - 30}{2} = 1 \text{ мм.}$$

Подача:

Рекомендуемый диапазон подач – 0,9-1,1 мм/об [5, стр.277]

Средняя подача:

$$S_{\text{ср}} = \frac{1,1 + 0,9}{2} = 1 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

$S_{\text{ст}} = 1 \text{ мм/об}$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D_{\text{св}}^q}{T_9^m \cdot t^x \cdot S_{\text{ст}}^y} \cdot K_v, \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$C_v = 16,3$; $T_9 = 25 \text{ мин}$; $q = 0,3$; $y = 0,5$; $m = 0,3$; $x = 0,2$ [5, стр.279]

$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 1$

$K_{mv} = 1$

$K_{nv} = 1$

$K_{iv} = 1$

$$V = \frac{16,3 \cdot 32^{0,3}}{50^{0,3} \cdot 1^{0,2} \cdot 1^{0,5}} \cdot 1 = 14 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 14}{3,14 \cdot 32} = 139 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 140 \text{ об/мин}$.

Фактическая скорость резания:

$$V_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{ф}} \cdot n_{\text{ст}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 140}{1000} = 14,6 \text{ м/мин}$$

Осевая сила резания:

$$P_0 = 10C_p \cdot D_{\text{св}}^q \cdot S_{\text{ст}}^y \cdot K_{\text{мр}} = 10 \cdot 67 \cdot 1^{1,2} \cdot 1^{0,25} \cdot 0,73 = 489 \text{ Н}$$

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = 10C_m \cdot D_{\text{св}}^q \cdot S_{\text{ст}}^y \cdot K_{\text{мр}} = 10 \cdot 0,09 \cdot 32^1 \cdot 1^{0,9} \cdot 1^{0,8} \cdot 0,73 = 29 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Эффективная мощность:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n_{\text{ст}}}{9750} = \frac{29 \cdot 140}{9750} = 0,41 \text{ кВт}$$

$N \leq N_{\text{дв}} \cdot n_{\text{ст}}$ - условие выполняется.
 $0,41 \leq 18,5$

Основное время:

$$T_0 = \frac{L}{n_{\text{ст}} \cdot S_{\text{ст}}} = \frac{5}{140 \cdot 1} = 0,035 \text{ мин}$$

3. Зенкеровать отверстия.

Зенкер Ø29 мм ГОСТ 12489-71

Глубина резания:

$$t = \frac{D_3 - D_{\text{св}}}{2} = \frac{29 - 28,8}{2} = 0,1 \text{ мм.}$$

Подача:

Рекомендуемый диапазон подач – 0,8-1 мм/об [5, стр.277]

Средняя подача:

$$S_{\text{ср}} = \frac{1 + 0,8}{2} = 0,9 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

$S_{\text{ст}} = 0,9 \text{ мм/об}$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D_{\text{св}}^q}{T_3^m \cdot t^x \cdot S_{\text{ст}}^y} \cdot K_v, \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$C_v = 16,3$; $T_3 = 40 \text{ мин}$; $q = 0,2$; $y = 0,3$; $m = 0,3$; $x = 0,5$ [6, стр.279]

$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 1$

$K_{mv} = 1$

$K_{nv} = 1$

$K_{iv} = 1$

$$V = \frac{16,3 \cdot 29^{0,2}}{40^{0,3} \cdot 1^{0,5} \cdot 0,9^{0,3}} \cdot 1 = 34 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 34}{3,14 \cdot 29} = 373 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 370 \text{ об/мин}$.

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\phi} \cdot n_{\text{ст}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 29 \cdot 370}{1000} = 33,6 \text{ м/мин}$$

Осевая сила резания:

$$P_0 = 10C_p \cdot D_{\text{св}}^q \cdot S_{\text{ст}}^y \cdot K_{\text{мп}} = 10 \cdot 67 \cdot 0,1^{1,2} \cdot 0,9^{0,65} \cdot 0,73 = 28,8 \text{ Н}$$

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = 10C_M \cdot D_{\text{св}}^q \cdot S_{\text{ст}}^y \cdot K_{\text{мп}} = 10 \cdot 0,09 \cdot 29^1 \cdot 0,1^{0,9} \cdot 0,9^{0,8} \cdot 0,73 = 2,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Эффективная мощность:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n_{\text{ст}}}{9750} = \frac{2,2 \cdot 370}{9750} = 0,08 \text{ кВт}$$

$N \leq N_{\text{дв}} \cdot n_{\text{ст}}$ - условие выполняется.
 $0,08 \leq 18,5$

Основное время:

$$T_0 = \frac{L}{n_{\text{ст}} \cdot S_{\text{ст}}} = \frac{25}{370 \cdot 0,9} = 0,075 \text{ мин}$$

4. Развернуть отверстия.

Развертка коническая 1:3 Ø32 мм ГОСТ 11177-84

Глубина резания:

$$t = \frac{D_p - D_3}{2} = \frac{32 - 29}{2} = 1,5 \text{ мм.}$$

Подача:

Рекомендуемый диапазон подач – 0,8-1 мм/об [5, стр.277]

Средняя подача:

$S_{\text{ст}} = 1,3 \text{ мм/об}$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D_{\text{CB}}^q}{T_3^m \cdot t^x \cdot S_{\text{ст}}^y} \cdot K_v, \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$C_v = 10,5$; $T_3 = 80 \text{ мин}$; $q = 0,3$; $y = 0,65$; $m = 0,3$; $x = 0,2$ [5, стр.279]

$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 1$

$K_{mv} = 1$

$K_{nv} = 1$

$K_{iv} = 1$

$$V = \frac{10,5 \cdot 32^{0,3}}{80^{0,4} \cdot 1^{0,2} \cdot 1,3^{0,65}} \cdot 1 = 4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 4}{3,14 \cdot 32} = 39,8 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 40 \text{ об/мин}$.

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\phi} \cdot n_{\text{ст}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 40}{1000} = 4,01 \text{ м/мин}$$

Основное время:

$$T_0 = \frac{L}{n_{\text{ст}} \cdot S_{\text{ст}}} = \frac{18}{40 \cdot 1,3} = 0,34 \text{ мин}$$

Таблица 2.15 – Результаты расчета режимов резания

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об	S _z , мм/зуб	S _м , мм/мин	V м/мин	n, об/мин	P, кВт	T ₀ , мин
Операция 005, Установ А								
Подрезать торец в размер 128±0,5 мм	3,6	0,73	-	-	112	182	1,79	2
Точить поверхность в размер 12±0,5 мм	2	0,6	-	-	78	121	4	1,1
Точить поверхность в размер Ø454 ^{0,2} мм	4	0,4	-	-	85,7	60	1,77	1,6
Точить поверхность в размер Ø450g6 мм	0,5	0,15	-	-	110	93	0,12	1,6
Точить фаску в размер 1,6×45° мм	1,6	0,5	-	-	101	90	1,7	0,3
Точить поверхность в размер 16±0,3 мм	2	0,6	-	-	106	76	4	1
Операция 005, Установ Б								
Точить поверхность в размер Ø528-2 мм	3	0,3	-	-	171	104	2	2,5
Точить поверхность в размер 16±0,3 мм	2	0,6	-	-	106	76	4	1
Наименование перехода	t, мм	S, мм/об	S _z , мм/зуб	S _м , мм/мин	V м/мин	n, об/мин	P, кВт	T ₀ , мин
Операция 010								
Расточить отверстие в размер Ø202+0,46 мм	4,5	0,4	-	-	78	125	2,18	1,06

Продолжение таблицы 2.15

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об	S _z , мм/зуб	S _м , мм/мин	V м/мин	n, об/мин	P, кВт	T ₀ , мин
Операция 020								
Центровать 8 отверстий на проход	4	0,22 5	-	-	25	995	0,16	0,72
Сверлить 8 отверстий в размер Ø27Н14 мм на проход	13,5	0,48	-	-	90	1060	12,62	0,24
Центровать 6 отверстий на проход	4	0,22 5	-	-	25	995	0,16	0,54
Сверлить 6 отверстий в размер Ø8,5 мм на глубину 16+2 мм	4,25	0,22	-	-	90	3370	2,2	0,12
Зенковать 6 фасок на Ø8,5 мм в размер 1,5×45° мм	1,5	0,01	-	-	112	1300	0,33	0,036
Нарезать резьбу М10-7Н мм на длину 14+2 мм	0,75	1,5	-	-	25,7	900	0,19	1,74
Центровать 3 отверстия на проход	4	0,22 5	-	-	25	995	0,16	0,27
Сверлить 3 отверстия в размер Ø5,5 мм на глубину 8+1 мм	2,75	0,14	-	-	90	4775	1,1	0,03
Зенковать 3 фаски на Ø5,5 мм в размер 0,5×45° мм	0,5	0,01	-	-	112	1300	0,33	0,018

Продолжение таблицы 2.15

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об	S _z , мм/зуб	S _м , мм/мин	V м/мин	n, об/мин	P, кВт	T ₀ , мин
Операция 020								
Зенкеровать 3 отверстия в размер Ø6Н8 мм на глубину 8+1 мм	0,25	0,55	-	-	22	1200	1,1	0,63
Центровать 2 отверстия на проход	4	0,225	-	-	25	995	0,16	0,135
Сверлить 2 отверстия в размер Ø14 мм на проход	7	0,32	-	-	90	2046	4,81	0,04
Нарезать резьбу М16-7Н мм	0,75	2	-	-	28,5	900	0,32	0,74
Фрезеровать паз в размер R25 мм на глубину 15 мм	0,8	-	0,68	1659	116	1843	1,166	1,15
Операция 025								
Фрезеровать поверхность выдерживая размер 128±0,5 мм	0,8	-	0,76	3062,8	132	806	5,994	0,28
Центровать отверстие на проход	4	0,225	-	-	25	995	0,16	0,01
Сверлить отверстие в размер Ø19,3 мм на проход	9,6	0,61	-	-	85	1402	11,36	0,01
Цековать углубление в размер Ø32Н15 мм на глубину 0,5+1мм	1	1	-	-	14	139	-	0,035

Продолжение таблицы 2.15

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об	S _z , мм/зуб	S _м , мм/мин	V м/мин	n, об/мин	P, кВт	T ₀ , мин
Операция 025								
Зенковать фаску на Ø19,3 мм в размер 1,5×45° мм	1,5	0,01	-	-	112	1300	0,33	0,01
Нарезать резьбу М22×1,5-7Н мм	0,7 5	2,5	-	-	22,3	900	0,32	0,43
Центровать 8 отверстий на проход	4	0,225	-	-	25	995	0,16	0,72
Сверлить 8 отверстий в размер Ø28,8 мм на проход	14, 4	0,48	-	-	90	995	13,45	0,24
Зенкеровать 8 отверстий в размер Ø29 мм на проход	0,1	0,9	-	-	34	373	0,08	0,6
Развернуть 8 отверстий в размер Ø32±0,5 мм на проход	1,5	1,3	-	-	4	39,8	-	2,72
Центровать 3 отверстия на проход	4	0,225	-	-	25	995	0,16	0,03
Сверлить 3 отверстия в размер Ø33 мм на проход	16,5	0,17	-	-	135	1302	4,72	1,74
Фрезеровать 3 фаски на Ø33 мм в размер Ø37+0,5 × 150+15° мм	1	-	015	-	181,5	2312	2,4	0,03

Продолжение таблицы 2.15

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об	S _z , мм/зуб	S _м , мм/мин	V м/мин	n, об/мин	P, кВт	T ₀ , мин
Операция 025								
Зенкеровать 3 отверстия в размер Ø34,75 мм на проход	0,87 5	1	-	-	15	140	2,8	2,82
Развернуть 3 отверстия в размер Ø35Н9 мм на проход	0,12 5	1,4	-	-	272	2475	-	0,114
Центровать отверстие на проход	4	0,225	-	-	25	995	0,16	0,01
Сверлить отверстие в размер Ø11,3 мм на проход (К1/4" ГОСТ 6111-52)	5,65	0,32	-	-	90	2046	0,9	0,02
Зенковать фаску на Ø11,3 мм в размер 1×45° мм (К1/4" ГОСТ 6111-52)	1	0,01	-	-	112	1300	0,33	0,01
Развернуть отверстие в размер Ø12,4 мм на глубину 14 мм (К1/4" ГОСТ 6111-52)	1	1,3	-	-	260	2400	0,22	0,038
Нарезать резьбу МК14×1,5 мм на длину 9,5 мм (К1/4" ГОСТ 6111-52)	0,75	2,5	-	-	25	995	0,3	0,06

Продолжение таблицы 2.15

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об	S _z , мм/зуб	S _м , мм/мин	V м/мин	n, об/мин	P, кВт	T ₀ , мин
Операция 025								
Центровать 6 отверстий на проход	4	0,225	-	-	25	995	0,16	0,54
Сверлить 6 отверстий в размер Ø8,5 мм на глубину 16+2 мм	4,25	0,22	-	-	90	3370	2,2	0,12
Зенковать 6 фасок на Ø8,5 мм в размер 1,5×45° мм	1,5	0,01	-	-	112	1300	0,33	0,036
Нарезать резьбу М10-7Н мм на длину 14+2 мм	0,75	1,5	-	-	25,7	900	0,19	1,74
Центровать 8 отверстий на проход	4	0,225	-	-	25	995	0,16	0,72
Сверлить 8 отверстий в размер Ø5 мм на глубину 10+2 мм	2,5	0,108	-	-	94,3	6000	1,1	0,16
Зенковать 8 фасок на Ø5 мм в размер 1,5×45° мм	1,5	0,01	-	-	112	1300	0,33	0,054
Нарезать резьбу М6-7Н мм на длину 7+2 мм	0,75	1	-	-	26,3	950	0,32	1,52

2.2 Конструкторская часть

2.2.1 Обоснование и описание конструкции приспособления

Для операций 020 и 025 спроектировано вертикально-фрезерное приспособление с винтовым зажимом ФЮРА А61085.006 СБ.

На плиту позиции 2 крепятся все элементы приспособления. Для базирования детали на приспособлении предусмотрены установочные элементы позиции 12 и палец позиции 3. Палец перемещается в корпусе с помощью пружины позиции 8. От выскакивания предусмотрена втулка позиции 13 и крепится к плите винтами позиции 19. Установочные элементы прикручиваются к плите и контролируются гайкой позиции 26. От проворота и для фиксации детали во время обработки предусмотрен упор позиции 1, который крепится к плите болтами позиции 17 и штифтами позиции 22. Крепление осуществляется прижимами позиции 5. Прижим перемещается на упорах позиции 10 и 12. Упоры прикручиваются к плите и контролируются гайками позиции 27. На упоре позиции 11 имеются стакан позиции 9 и пружина позиции 7 для подпружинивания прижима. При закручивании гайки позиции 6 происходит зажим детали. При откручивании гайки происходит разжим согласно рисунку 2.6.

2.2.2 Силовой расчет приспособления

Схема для силового расчета приспособления представлена на рисунке 2.6. Исходя из анализа выполняемых технологических переходов на операциях 020 и 025, наибольшее усилие, возникающее при резании, это осевая сила при сверлении, которая направлена под 90°.

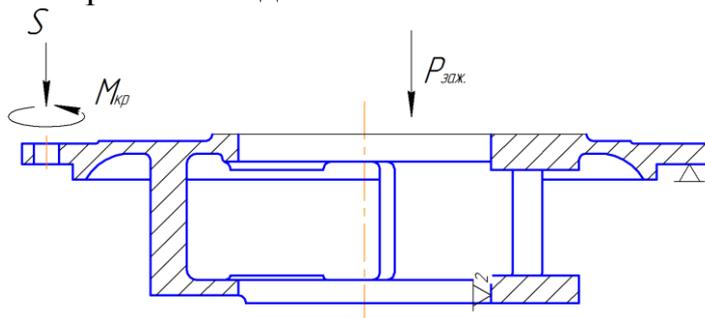


Рис.2.6 Схема для расчета приспособления

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3 = K \cdot \frac{R}{f_{оп} + f_{зм}} \quad (2.24)$$

где $f_{оп}$ и $f_{зм}$ - коэффициенты трения между поверхностями заготовки и установочными и зажимными элементами приспособления;

K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых

воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.25)$$

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

$K_1 = 1,2$ – коэффициент неровностей;

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

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

$K_4 = 1,2$ – т. к. зажим ручной;

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

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

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

$f_{оп} = 0,15$;

$R=1482$ Н – сила резания;

$$P_3 = 3,24 \cdot \frac{1482}{0,15 + 0,15} = 16006 \text{ Н}$$

Исходя из того, что деталь может начать вращаться вокруг своей оси под действием силы резания P_3 , создающей вращающий момент, определяем вращающий момент:

$$M = P_x \cdot a, \quad (2.26)$$

где $a = d/2$, м;

Принимаем $P_x=1482$ Н

Принимаем наибольший диаметр сверления $d=27$ мм.

$$a = 0,027/2 = 0,0135 \text{ м.}$$

$$M = 1482 \cdot 0,0135 = 20,007 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

2.2.3 Расчет приспособления на точность

Для расчета приспособления на точность воспользуемся следующим методом расчета [6].

Погрешность установки заготовки в приспособление:

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{(\Delta \varepsilon_\delta)^2 + (\Delta \varepsilon_3)^2 + (\Delta \varepsilon_{пр})^2}, \quad (2.27)$$

где $\Delta \varepsilon_\delta$ – погрешность базирования, мкм;

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

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

Определяем погрешность базирования по формуле:

$$\Delta \varepsilon_\delta = \delta_1 + \delta_2 + 2 \cdot \Delta, \quad (2.28)$$

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

Δ мкм – минимальный радиальный зазор;

Принимаем $\delta_1=46$ мкм, δ_2 равно нулю, Δ равно нулю.

$$\Delta \varepsilon_{\sigma} = 46 + 0 + 2 \cdot 0 = 46 \text{ мкм}$$

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

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

2.3 Организационная часть

2.3.1 Нормирование технологического процесса механической обработки.

Норма времени [6]:

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n}, \quad (2.29)$$

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

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

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

$$T_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}}, \quad (2.30)$$

где t_0 – основное время;

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

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

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

Таблица 2.16 – Нормирование операций.

№ опер.	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
005	Токарная		11,1
	1. Основное время		
	2. Вспомогательное время:		
	- Время, связанное с переходом	Карта 20, Л1	0,49
	- Время на установку и снятие детали	Карта 2, Л 1	5,58
	- Коэффициент на вспомогательное время	Карта 1, Л 1	1,32
- Суммарное вспомогательное время		7,21	
3. Время перерывов на отдых и личные потребности, %	Карта 45, Л 1	4% (0,91)	
4. Время на обслуживание рабочего места, %	Карта 46	5% (0,733)	
	Штучное время		19,953

Продолжение таблицы 2.16

№ опер.	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
	Суммарное подготовительно-заключительное время	Карта 47	26
	Штучно-калькуляционное время		21,03
010	Токарная 1. Основное время		1,06
	2. Вспомогательное время: - Время на установку и снятие детали - Коэффициент на вспомогательное время - Суммарное вспомогательное время	Карта2, Л 1 Карта 1	3,1 1,32 4,092
	3. Время перерывов на отдых и личные потребности, %	Карта 45, Л 1	4% (0,91)
	4. Время на обслуживание рабочего места, %	Карта 46	5% (0,733)
	Штучное время		6,792
	Суммарное подготовительно-заключительное время	Карта 47	24
	Штучно-калькуляционное время		7,792
015	Слесарная	Карта 56	0,35
020	Сверлильная 1. Основное время		6,409
	2. Вспомогательное время: - Время, связанное с переходом - Время на установку и снятие детали - Коэффициент на вспомогательное время - Суммарное вспомогательное время	Карта18,Л4 Карта2, Л 2 Карта 1,Л 1	0,78 1 1,32 2,3496
	3. Время перерывов на отдых и личные потребности, %	Карта 45, Л 1	4% (0,35)
	4. Время на обслуживание рабочего места, %	Карта 46	4% (0,35)
	Штучное время		9,4586
	Суммарное подготовительно-заключительное время	Карта 52	24
	Штучно-калькуляционное время		10,4586
025	Фрезерно-сверлильная 1. Основное время		14,037
	2. Вспомогательное время: - Время, связанное с переходом - Время на установку и снятие детали - Коэффициент на вспомогательное время - Суммарное вспомогательное время	Карта18,Л4 Карта2, Л 2 Карта 1,Л 1	0,78 1 1,32 2,3496

Продолжение таблицы 2.6

№ опер.	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
	3. Время перерывов на отдых и личные потребности, %	Карта 45, Л 1	4% (0,35)
	4. Время на обслуживание рабочего места, %	Карта 46	4% (0,35)
	Штучное время		17,0866
	Суммарное подготовительно-заключительное время	Карта 52	24
	Штучно-калькуляционное время		17,0866
030	Слесарная	Карта 56	0,35

2.3.2 Расчет партии запуска

Рассчитываем размер партии запуска:

$$n = N \cdot a / F, \quad (2.31)$$

где N – годовая программа выпуска изделия;

$F=248$ – число рабочих дней в году;

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

$n=500 \cdot 12/248 = 24$ шт.

2.3.3 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле и сводим в таблицу 1.15

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (2.32)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

$N=1400$ шт - годовая программа выпуска продукции;

$F_d=1981$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

$$C_{005,010} = \frac{28,822 \cdot 500}{60 \cdot 2016} = 0,119 \text{ ст.}$$

$$C_{020,025} = \frac{27,5452 \cdot 500}{60 \cdot 2016} = 0,113 \text{ ст.}$$

Таблица 2.17- Коэффициент загрузки оборудования

№ операции	F _д	C _р	C _п	K _{зо} , %
005, 010	2016	0,119	1	11,9
020, 025	2016	0,184	1	11,3

Средний коэффициент загрузки K_{зо.ср.} равно 11,6 %.

Коэффициент загрузки оборудования получился небольшим, поэтому следует произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры.

Уточняем серийность производства по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{зо} = F_d \cdot 60 / N \cdot T_{шт-к-ср} = 2016 \cdot 60 / (500 \cdot 14) = 17,28. \quad (2.33)$$

K_{зо} > 10, что соответствует среднесерийному типу производства.

2.3.4 Расчет состава рабочих

$$Ч_{осн} = \sum_{i=1}^M (C_{ni} \cdot n_{сми}), \quad (2.34)$$

где $n_{сми}$ – количество смен работы оборудования на i -й операции

$$Ч_{осн} = (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) = 2 \text{ чел.}$$

$$Ч_{всп} = Ч_{осн} \cdot \frac{k_{всп}}{100}, \quad (2.35)$$

где $k_{всп}$ равно 60 – коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$Ч_{всп} = 2 \cdot \frac{60}{100} = 1,2 \text{ чел.}$$

Численность вспомогательных рабочих принимаем равной 1 чел.

$$Ч_{спец.} = (Ч_{осн} + Ч_{всп}) \cdot \frac{k_{спец.}}{100}, \quad (2.36)$$

$$Ч_{спец.} = (2+1) \cdot \frac{10}{100} = 0,3 \text{ чел.}$$

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

$$Ч_{служ.} = (Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец.}) \cdot \frac{k_{служ.}}{100}, \quad (2.37)$$

$$Ч_{служ.} = (2+1+1) \cdot \frac{4}{100} = 0,16 \text{ чел.}$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

$$Ч_{рук.} = (Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец.} + Ч_{служ.}) \cdot \frac{k_{рук.}}{100}, \quad (2.38)$$

$$Ч_{рук} = (2+1+1+1) \cdot \frac{2}{100} = 0,1 \text{ чел.}$$

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников представлена в таблице 2.18.

$$Ч_{общ.} = Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец} + Ч_{служ.} + Ч_{рук}, \quad (2.39)$$

$$Ч_{общ.} = 2 + 1 + 1 + 1 + 1 = 6 \text{ чел.}$$

Таблица 2.18

Наименование операции	Количество работающих	Разряд	Оборудование
Производственные рабочие: - Оператор станков с ЧПУ	2	4	LEADVELL V-40iL 16K30Ф3
Вспомогательные рабочие: - Наладчик станков с ЧПУ	1	6	
Специалисты: - Инженер технолог	1	9	
Служащие: - Уборщик производственных помещений.	1	2	
Руководители: - Начальник участка	1	10	

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение является расчет себестоимости детали (водила КС-4372.102.22.005) на приведенную программу при среднесерийном производстве.

Материал ст.35ГЛ ГОСТ 977-88

Чистый вес детали – 34 кг.

Норма расхода материала – 8,6 кг.

Годовой объем выпуска – 500 шт.

3.1 Расчет объема капитальных вложений

3.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования:

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

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

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

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

Таблица 3.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	K_{toi} , руб.
005	16К30Ф3	2750000	1	2750000
010	16К30Ф3	2750000	1	2750000
020	LEADWELL V-40iL	3730655	1	3730000
025	LEADWELL V-40iL	3730655	1	3730000
Всего:				12960000

3.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

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

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

$$K_{\text{во}} = 12960000 \cdot 0,30 = 3888000 \text{ руб.}$$

3.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

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

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

$$K_{\text{ин}} = 12960000 \cdot 0,15 = 1944000 \text{ руб.}$$

3.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

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

$$C_{\text{II}}^{\text{II}} = (S_{\text{III}} \cdot A_{\text{III}} + S_{\text{СП}} \cdot A_{\text{СП}}) \cdot T, \quad (3.4)$$

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

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

T – отчетный период ($T=12$ мес.)

$$C_{\text{II}}^{\text{II}} = (100 \cdot 200 + 20 \cdot 200) \cdot 12 = 288000 \text{ руб.}$$

3.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{N_{\text{М}} \cdot N \cdot C_{\text{М}}}{360} \cdot T_{\text{ОБМ}}, \quad (3.5)$$

где $N_{\text{М}}$ - норма расхода материала, $N_{\text{М}}=8,6$ кг/ед.;

N - годовой объем производства продукции, $N=500$ шт.;

$C_{\text{М}}$ - цена материала, $C_{\text{М}}=82,4$ руб./кг (Сталь 35ГЛ ГОСТ 977-88);

$T_{\text{ОБМ}}$ - продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях, $T_{\text{ОБМ}}=30$ дней.

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{8,6 \cdot 500 \cdot 82,4}{360} \cdot 30 = 29526,6 \text{ руб.}$$

3.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

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

$$K_{\text{нзп}} = \frac{N \cdot T_{\text{ц}} \cdot C' \cdot k_{\text{Г}}}{360}, \quad (3.6)$$

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:

$$C' = \frac{H_{\text{М}} \cdot Ц_{\text{М}}}{k_{\text{М}}}, \quad (3.7)$$

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

$$C' = \frac{8,6 \cdot 82,4}{0,85} = 833,69 \text{ руб.}$$

Коэффициент готовности:

$$k_{\text{Г}} = (k_{\text{М}} + 1) \cdot 0,5, \quad (3.8)$$

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

$$K_{\text{нзп}} = \frac{500 \cdot 16 \cdot 833,69 \cdot 0,925}{360} = 17137 \text{ руб.}$$

3.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{гп}}, \quad (3.9)$$

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

$$K_{\text{гп}} = \frac{833,69 \cdot 500}{360} \cdot 7 = 8105,3 \text{ руб.}$$

3.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{дз} = \frac{V_{рп}}{360} \cdot T_{дз}, \quad (3.10)$$

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

$T_{дз}$ - продолжительность дебиторской задолженности, принимаем $T_{дз}=20$ дней.

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

$$V_{рп} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right), \quad (3.11)$$

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

$$V_{рп} = 833,69 \cdot 500 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 500214 \text{ руб.}$$

$$K_{дз} = \frac{500214}{360} \cdot 20 = 27790 \text{ руб.}$$

3.1.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{обс} = K_{пзм} \cdot 0,1, \quad (3.12)$$

$$C_{обс} = 29526,6 \cdot 0,1 = 2952,66, \text{ руб.}$$

Сумма капитальных вложений определяется по формуле

$$C_{к.в} = K_{то} + K_{во} + K_{ини} + C_{п} + K_{пзн} + K_{нзп} + C_{обс} \quad (3.13)$$

$$C_{к.в} = 12960000 + 3888000 + 1944000 + 288000 + 29526,6 + 17137 + 2952,66 = 19\,129\,616,26 \text{ руб.}$$

3.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

3.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_M) рассчитываем по формуле и сводим в таблицу 3.2.

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot H_M \cdot K_{ТЗР} - C_O \cdot H_O), \quad (3.14)$$

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

C_O – цена возвратных отходов, руб./кг;

H_O – норма возвратных отходов кг/шт.;

Норма возвратных отходов определяется:

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

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

$$H_O = 42,6 - 34 = 8,6 \text{ кг/шт.}$$

$$C_M = 500 \cdot (82,4 \cdot 8,6 \cdot 1,04 - 20,5 \cdot 8,6) = 280342,8 \text{ руб.}$$

Таблица 3.2 - Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_{Mi} , руб.
	368492,8	88150	280342,8
Всего:			280342,8

3.2.2 Расчет заработной платы 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:

$$C_{З0} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часi}}{60} \cdot K_n \cdot K_p \cdot N \quad (3.16)$$

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 равно 1,5);

K_p – районный коэффициент (K_p равно 1,3).

Таблица 3.3 - Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{шт},$ мин	Разряд	Количество	$C_{час},$ руб.	$C_{зои},$ руб
Оператор фрезерных станков с ЧПУ	26,5	4	1	55,36	23839,4
Оператор токарных станков с ЧПУ	27,7	4	1	55,36	24918,92
Фонд заработной платы всех рабочих					48758,32

3.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{30} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2) \cdot 0,3, \quad (3.17)$$

де α_1 - обязательные социальные отчисления (α_1 равно 0,3), руб/год

α_2 - социально страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, руб/год

$$C_{осо} = 48218,56 \cdot (0,3 + 0,017) \cdot 0,3 = 4585,5 \text{ руб.}$$

3.2.4 Расчет амортизации основных фондов

В расчетах определяем годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод и данные вносим в таблицу 3.4

$$a_{ни} = \frac{1}{T_0} \cdot 100\%, \quad (3.18)$$

где T_0 – срок службы оборудования

$$a_{н020,025} = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,33\%$$

$$a_{н005,010} = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,33\%$$

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

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

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \cdot a_{ни}}{F_{д} \cdot K_{вpi}}, \quad (3.19)$$

где n – количество оборудования;

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

$F_{д}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, $F_{д}=2016$ час.

Таблица 3.4 - Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц _и , руб.	а _{ни} , %	F _{ди} , ч	K _{вpi}	A _{чи} , руб.
005	2750000	0,0833	2016	0,184	617,5
010	2750000	0,0833	2016	0,184	617,5
020	3730655	0,0833	2016	0,537	287,05
025	3730655	0,0833	2016	0,537	287,05
Амортизационные отчисления для всех станков (A _ч)					1809,1

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

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

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_{п} \cdot k_{з.рем}, \quad (3.20)$$

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

$$C_p = (12960000 + 3888000) \cdot 0,005 + 288000 \cdot 0,001 = 84538 \text{ руб.}$$

3.2.5 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОТС} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot Ц_{ох}, \quad (3.21)$$

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

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

n – количество станков.

$$C_{СОТС} = 4 \cdot 500 \cdot 0,03 \cdot 300 = 18000 \text{ руб.}$$

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \cdot Ц_{возд} \cdot N_{г}}{60} \cdot \sum t_{oi}, \quad (3.22)$$

где $g_{возд}$ – расход сжатого воздуха, $g_{возд} = 0,7$ м³/ч;

$Ц_{возд}$ – стоимость сжатого воздуха, $Ц_{возд}=0,41$ руб.

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 65,3 \cdot 500}{60} \cdot 32,6 = 12417,8 \text{ руб.}$$

3.2.6 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m N_{Y_i} \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{N}} \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot \text{Ц}_{\text{Э}}, \quad (3.23)$$

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_{N} равно 0,5; $K_{\text{вр}}$ равно 0,21;

$K_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{\text{од}}$ равно 0,7;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода, принимаем K_{ω} равно 1,06;

η – КПД оборудования, принимаем η равно 0,7;

$\text{Ц}_{\text{Э}}$ – средняя стоимость электроэнергии собственного производства $\text{Ц}_{\text{Э}}=4,85$ руб./кВтч.

Таблица 3.5 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{Y_i} , кВт	$C_{\text{чЭ}i}$, руб.
005	30	32647,4
010	30	32647,4
020	18,5	19011,7
025	18,5	19011,7
Затраты на электроэнергию для всех операций		103318,2

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановый показатель $K_{\text{ин}}$ равно 1944000 и включим в себестоимость произведенной продукции.

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ЗВР}} = \sum_{j=1}^k C_{\text{ЗМ}j} \cdot \text{Ч}_{\text{ВР}j} \cdot 0,3 \cdot \kappa_{\text{н}j} \cdot \kappa_{\text{п}j}, \quad (3.24)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

$\text{Ч}_{\text{ВР}j}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{\text{ЗМ}j}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда $C_{\text{ЗМ}j}=7500$ руб;

$\kappa_{\text{п}j}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих;

k_{pj} – районный коэффициент (k_{pj} равно 1,3).

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

$$C_{ЗВР} = 7500 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 3802,5 \text{руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{ОВР} = C_{ЗВР} \cdot 0,26 = 3802,5 \cdot 0,26 = 988,65 \text{руб.}$$

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

Заработная плата административно-управленческого персонала рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗАУП} = \sum_{j=1}^k C_{ЗАУПj} \cdot Ч_{ЗАУПj} \cdot 0,3 \cdot k_{pj} \cdot k_{пдj}, \quad (3.25)$$

где $C_{зупj}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зупj} = 13450$ руб.;

$Ч_{аупj}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $Ч_{аупj} = 1$ чел.;

$k_{пдj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала, $k_{пдj}$ равно 1,58.

$$C_{ЗАУП} = 13450 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 1,3 \cdot 1,58 = 8287,98 \text{руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{ОАУП} = C_{ЗАУП} \cdot 0,26 = 8287,98 \cdot 0,26 = 2154,8 \text{руб.}$$

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

3.2.7 Прочие расходы

Прочие расходы рассчитаем, как плановые, условно:

$$C_{ПРОЧ} = ПЗ \cdot N \cdot 0,7, \quad (3.26)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{ПРОЧ} = 668,19 \cdot 500 \cdot 0,7 = 233866,5 \text{руб.}$$

3.2.8 Экономическое обоснование технологического проекта

По данной годовой программе выпуска (500 шт.) изделия КС-4372.102.22.005 и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 1437,26 руб. при ее реализации по цене 1500 руб.

Таблица 3.6 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма руб./ед	Сумма руб./год
Прямые затраты:	688,19	333686,62
Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	560,68	280342,8
Заработная плата производственных рабочих	97,51	48758,32
Отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	10	4585,5
Косвенные затраты:	749,076	374347,1
Амортизация оборудования предприятия	4	1809,1
Арендная плата	576	288000
Отчисления в ремонтный фонд	169,076	84538
Вспомогательные материалы на содержание оборудования	60,83	30417,8
Затраты на силовую электроэнергию	206,63	103318,2
Износ инструмента	3888	1944000
Заработная плата вспомогательных рабочих	7,605	3802,5
Отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	1,97	988,65
Заработная плата административно-управленческого персонала	16,57	8287,98
Отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	4,30	2154,8
Прочие расходы	467,73	23866,5
Итого:	6090,901	2824870,15

Выводы

В данном разделе был произведён расчёт себестоимости детали водила КС-4372.102.22.005. Расчёт капитальных вложений, которые составили 19 129 616,26 рублей. Также была определена смета затрат на производство и реализацию продукции. Смета затрат включает в себя прямые затраты (стоимость основных материалов, заработная плата основных работников и социальные отчисления с зарплаты), которые составили 333686,62 рублей в год, и косвенные затраты (амортизация оборудования, помещений; отчисления в ремонтный фонд; затраты на силовую электроэнергию и др.), которые составили 374347,1 рублей в год.

4 Социальная ответственность

4.1 Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)

В ходе технологического процесса обрабатывается деталь водило планетарной передачи КС-4372.102.22.005.

Материалом водила является сталь 35ГЛ ГОСТ 977—88, масса заготовки – 46,5 кг. На предприятиях, перемещение грузов массой более 20 кг, в технологическом процессе производиться с помощью мостового крана, в соответствии с ГОСТ12.3.020-80. Для женщин введены нормы предельно допустимых масс при подъёме и перемещении тяжестей: при подъёме и перемещении тяжестей постоянно в течении смены – 10 кг. Таким образом, женщины для обработки данных деталей не привлекаются.

Водило изготавливается на сверлильно-фрезерном и токарном оборудовании. На рабочем месте оператора станка с ЧПУ находятся: станок, инструментальный шкафчик с измерительными инструментами и принадлежности к станку. Также, рабочее место оснащается комплектом технологической документации, комплектом предметов для ухода за станком, передвижной тарой для заготовок, подножными решетками.

Операции на сверлильно-фрезерном и токарном станках характеризуются большим выделением:

- стружки, поэтому предусмотрены мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;

- тепла особенно на операциях с большим числом оборотов шпинделя станка, поэтому обязательно применяется СОЖ, во избежание перегрева и преждевременного износа инструмента.

Обработка ведётся на станках с ЧПУ. Они расположены таким образом, чтобы на участке около 120 м² как можно больше уменьшить перекрещивающийся и встречный грузопотоки деталей. От летящей стружки, между станками поставлены ограждения. Рабочие пользуются очками в качестве средства индивидуальной защиты от летящей стружки. Убирать стружку руками запрещено. Все перемещающиеся части: валы, зубчатые колеса, вращающиеся детали, которые представляют собой опасность для работников, заблокированы с концевыми выключателями, и благодаря этому, при не закреплённом ограждении, станок не выключался, или во время работы станка при снятии или отключении ограждения - станок отключается. На станках с ЧПУ подвод и отвод инструмента или его смена происходит на высокой скорости. Момент этих перемещений трудно предсказуем, так как они выполняются по программе. Из-за этого увеличивается степень риска поражений. Поэтому, этот фактор требует повышенной внимательности рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

Проезды и проходы на участке размечены 100-миллиметровыми разграничительными линиями белого цвета. На территории участка проходы,

проезды и люки колодцев свободные, они не загромождаются материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

Заготовки и детали у рабочих мест укладываются на стеллажи и в ящики таким образом, который обеспечивает их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъемных механизмов. Высота штабелей заготовок на рабочем месте выбрана исходя из удобства снятия с них деталей и условий их устойчивости, не выше 1 м, а ширина между ними не менее 0,8 м.

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 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В процессе обработки водила на рабочего действуют вредные производственные факторы, которые влияют на самочувствие и здоровье человека.

- Плохое освещение ухудшает зрение человека, а также косвенно влияет на качество продукции и безопасность труда.

В производственном помещении используется три вида освещения: естественное; искусственное (используются лампы накаливания,); смешанное (естественное плюс искусственное).

Для нормальных условий работы в помещениях предусмотрено достаточное освещение рабочих зон, проходов, проездов. Искусственное и естественное освещение соответствуют требованиям СНиП 23-05-95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1 до 12 %.

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

где E - освещённость на рабочем месте, лк;

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

Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами.

В цехе, где происходит технологический процесс изготовления детали, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы - фонари. Так как освещенность, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещенности применяется комбинированное освещение - естественное и искусственное. Искусственное общее освещение — лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах. Физическая величина, характеризующая степень освещения помещения - освещенность E , единица измерения лк (люксы). Нормативное значение освещенности в производственных помещениях при высокой точности работ, при минимальном размере объектов различения 0,5 мм, при комбинированном искусственном освещении, при средней яркости фона должно быть не менее 1000 лк всего, в том числе общее освещение - 200 лк. Фактические значения освещенности в цехе поддерживаются в пределах нормативных.

Произведем расчет общего искусственного освещения в производственном помещении:

- площадь $S = 120 \text{ м}^2$; длина $A = 12 \text{ м}$; ширина $B = 10 \text{ м}$; высота $H = 8 \text{ м}$;
- высота рабочей поверхности $h_1 = 0.8 \text{ м}$;
- высота подвеса ламп над полом $h_2 = 8 \text{ м}$;
- высота подвеса ламп над рабочей поверхностью $h = h_2 - h_1 = 8 - 0,8 = 7,2 \text{ м}$;

Выбираем для освещения светильники Универсаль с лампами накаливания 127 В с мощностью 1000 Вт, световой поток = 19500 лм (люмен). Необходимо обеспечить освещённость $E = 200 \text{ лк}$.

Расчёт производим методом коэффициента использования светового потока.

$$F_{\text{л}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta} \quad (4.2)$$

где E – заданная минимальная освещенность, лк (для средней точности IV разряд 150 -300 лк в соответствии с СНиП II - 4 - 79);

K_3 – коэффициент запаса (значение K_3 , регламентируемые СНиП, колеблются в пределах 1,3-2 для промышленных ОУ);

S – освещаемая площадь, м^2 ;

z – коэффициент минимальной освещенности;

n – необходимое количество ламп, шт;

η – коэффициент использования светового потока, зависит от типа светильника, размеров помещения, определяемых индексом помещения i .

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

где S – площадь освещения, м^2 ($S = 120 \text{ м}^2$);

h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

A, B – стороны помещения, м.

$$i = \frac{120}{(7,2 \cdot (12 + 10))} = 0,757,$$

$\eta = 35\%$.

$$n = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{F \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 120 \cdot 1,3}{19500 \cdot 0,35} \approx 6 \text{ шт.}$$

Расстояние между светильниками определяем по коэффициенту затенения λ .
 $\lambda = L / h$ - отношение расстояния между светильниками L к расчетной высоте h .
 $\lambda = 0,8$ для выбранного типа лампы. $L = \lambda \cdot h = 0,8 \cdot 7,2 = 5,76$ м

Пересчитаем величину светового потока одной лампы:

$$F_{\text{л}} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 120 \cdot 1,3}{6 \cdot 0,35} = 22285 \text{ лм.}$$

Выбираем лампы накаливания 127 В со световым потоком $F = 19500$ лм, мощностью 1000 Вт.

Для нормальной освещенности производится регулярная замена вышедших из строя ламп, периодическая очистка от пыли.

- Шум притупляет внимание человека, замедляет скорость психических реакций, увеличивает расход энергии, в результате чего, повышается вероятность несчастных случаев. Его источником в данном случае является металлорежущее оборудование и краны. Для борьбы с производственным шумом усовершенствованы технологические операции благодаря импортному оборудованию (станки LEADWELL), которое позволяет сократить время на операции и уменьшить шум при обработке за счет повышенной жесткости двигателей, заключения коробки скоростей и редуктора в звукоизолирующие кожухи, помещения зубчатых колес в масляные ванны. А также используются облегченные защитные кабины серии PLF-WPxA, которые предназначены для установки на металлорежущие станки. Служат для снижения шума, предотвращения разлета стружки, защиты от попадания посторонних предметов в рабочее поле станка, снижения риска вылета частей инструмента или заготовки в случае их разрушения при неправильной эксплуатации станка. Изделие оборудовано концевым датчиком, предназначенным для остановки работы станка при открывании двери кабины (материал: Конструкционный алюминиевый профиль НХВ3030Е-8, органическое стекло), а также рабочий использует беруши в качестве средства индивидуальной защиты.

- Вибрация не редко является причиной аварий, а также может привести к всевозможным нарушениям здоровья человека. Из-за вибрации в организме человека происходят многочисленные реакции, которые могут стать причиной функциональных расстройств разных органов в системе организма. Источником вибрации является металлорежущее оборудование, электродвигатели, краны. Согласно паспортным данным применяемых токарных и вертикально-фрезерных станков, уровень вибрации на оборудовании, не превышает предельно допустимого уровня (250 Гц). Для снижения общей вибрации обрабатывающие фрезерно-сверлильные и токарные станки установлены на виброизолирующих опорах ОВ-31.

- Применение СОЖ может привести к развитию кожных заболеваний, так как в зоне резания, при высокой температуре образуются вредные вещества. В данном случае применяется СОЖ OILCOOL CLEANLINE, которая безопасна для

рук (не раздражает кожу) и дыхательных путей, так как не содержит в своей основе нефтепродуктов.

- Необходимо обеспечение оптимального микроклимата. На рабочих местах работа вентиляционной системы создаёт метеорологические условия и чистоту воздушной среды, которые соответствуют санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096.

Выделение вредных веществ, во время технологического процесса обработки небольшое, поэтому применяется приточно-вытяжная вентиляция. У ворот цеха предусмотрен воздушно-отопительный агрегат. Он образуется за счет специальной установки, путём создания струй воздуха.

По периметру размещается воздуховод. Он включает в себя приточный вентилятор. В нижней части воздуховода имеется щель, под которой, на полу, есть решетка канала вытяжки. Струя приточного воздуха изначально выходит из щели со скоростью не более 25 м/с, а затем охватывает всё воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

Воздушно-отопительный агрегат применяется в холодное время года и не дает проникнуть холодному воздуху на участок.

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ 12.1.005-88 и представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1- Основные 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:

- а) 50 % и более - 35 Вт/м²
- б) от 25% до 50 % - 70 Вт/м²
- в) не более 25 % - 100 Вт/м²

Параметры микроклимата на участке не превышают или близки к основным допустимым параметрам микроклимата. Из этого следует, что со стороны микроклимата производственного помещения, на участников технологического процесса, не оказывается вредное воздействие.

Для рабочих, которые участвуют в процессе обработки резанием, обеспечены рабочие места, которые не стесняют их действия во время выполнения работы.

4.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

В процессе обработки водила на работников действуют опасные производственные факторы, которые влияют как на здоровье, так и на самочувствие человека.

- Электрический ток. Поражение электрическим током приводит к серьёзным травмам и смерти человека. Для защиты от этого опасного фактора все станки на производстве заземлены, а электрошкафы снабжены концевыми выключателями, для того, чтобы исключить случайные попадания человека в опасную зону действия электрического тока. В качестве средств индивидуальной защиты используются деревянные решетки и кожаные ботинки с защитным носком.

На участке применяется контурное заземляющее устройство. Оно характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещены по контуру площадки, на которой находится заземляемое оборудование.

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

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

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right), \quad (4.4)$$

где d – диаметр трубы-заземлителя, см;

ρ_3 – удельное сопротивление грунта, Ом;

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:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}, \quad (4.5)$$

где η – коэффициент использования группового заземлителя, η равно 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:

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

где a – расстояние между заземлителями, м.

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

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b} \right), \quad (4.7)$$

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:

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi}, \quad (4.8)$$

где η_3 – коэффициент использования труб контура, η_3 равно 0,8;

η_n – коэффициент использования полосы, η_n равно 0,7.

Подставив значения в формулу получим:

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

- Движущиеся органы металлорежущего оборудования не редко наносят травмы рабочим, в связи с этим, на станках имеются ограждения с концевыми выключателями. Они не позволяют начать обработку при убранном ограждении. На станках в расстёгнутой одежде работать запрещено. Работник, которые имеют длинные волосы, обязательно убирают их под головной убор. Кроме того, так как обработка производится на станках с ЧПУ, есть не малая вероятность получить травму во время смены инструмента, ведь смена инструмента происходит с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной.

- Стружка, в основном, приводит к травмам в виде порезов, особенно опасна сливная стружка. Станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией, от механических повреждений стружкой. Рабочие используют в качестве средств индивидуальной защиты очки.

4.4 Охрана окружающей среды

Одна из самых важных задач современности - проблема защиты окружающей среды. Выбросы транспорта, энергетических систем и промышленных предприятий в атмосферу и водоёмы достигают колоссальных размеров.

Данное производство и разработанный технологический процесс для обработки, не являются вредными. Значительных выбросов пыли и различных

вредных веществ в атмосферу нет. Очистка не предусмотрена, так как выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302-78.

В процессе производства большое количество отходов, используются как сырьё для различной промышленной продукции. Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий поступает на регенерацию или сжигается. Масляная мелкая стружка и пыль сплава 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.

4.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

Для защиты рабочих и территории от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, а также опасностей, которые возникают 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».

Пожар – одна из самых опасных чрезвычайных ситуаций. Необходимо обеспечить пожарную безопасность, то есть исключить возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения - предотвратить воздействие на людей его опасных факторов и обеспечить защиту материальных ценностей.

Работники в обязательном порядке должны быть проинструктированы о действиях, которые они должны будут выполнить в случае возникновения чрезвычайной ситуации. В рабочем коллективе необходимо назначить ответственных за пожаробезопасность, необходима правильная эксплуатация металлорежущего оборудования, правильное содержание территории и здания, обязательное соблюдение противопожарных правил, а также норм, при проектировании зданий и при устройстве электропроводов, оборудования, отопления, вентиляции, освещения. На каждом участке должны быть оборудованы места для курения. Курить на рабочих местах строго запрещено.

Тушение пожара производится переносными огнетушителями (свод правил СП 9.13130.2009), и пожарными кранами, установка которых включает в себя запорную арматуру, пожарный рукав, ствол и ящик. Пожарный кран размещается в доступном месте в специальном пожарном шкафу. Шкаф обозначается на схеме эвакуации, его местонахождение должно быть знакомо

каждому работнику. Знак пожарного крана и инструкция по его использованию размещается на дверцах такого шкафа.

На участке имеется автоматическое средство для обнаружения пожара – пожарная сигнализация. Она быстро и точно сообщает о пожаре и указывает место, где возник пожар.

На участке размещены два эвакуационных выхода, для эвакуации людей в случае возникновения такой необходимости. Удаление дыма из горящего помещения производится с помощью специальных дымовых люков, а также через оконные проемы.

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

СНиП 21-01-97 регламентирует функциональную и конструктивную пожарную опасность, а также степень стойкости здания.

СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» регламентирует требования к системам противопожарного водоснабжения.

Также на данном участке и цехе размещены ящики с песком, щит с противопожарными инструментами, пенные огнетушители и др.

4.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

За состоянием безопасности труда отвечают строго установленные ведомственный, общественный и государственный контроль и надзор. Государственными органами и инспекциями, не зависящими в своей деятельности от администрации, контролируемых предприятий, осуществляется государственный надзор. Все это: Федеральный горный и промышленный надзор России, Прокуратура РФ, Государственный энергетический надзор РФ, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный комитет санитарноэпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ (Рострудинспекция); Министерство РФ по атомной энергии. Специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов осуществляют контроль за состоянием условий труда на предприятиях.

В контроль за состоянием условий труда входит: выявление отклонений от требований безопасности, проверка состояния производственных условий для работников, законодательство о труде, стандартах, правил и норм охраны труда, постановления, директивные документы, а также проверка выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Специалисты, которые утверждены приказом по административному подразделению, осуществляют данный контроль. Директор и главный инженер несут ответственность за безопасность труда по предприятию.

Разработкой инструкций по безопасности труда занимаются ведомственные службы охраны труда вместе с комитетами профсоюзов (учитывая специфику работы), а также они проводят инструктажи и обучение всех работников правилам безопасной работы. Всего есть четыре вида инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий.

Перед допуском к работе непосредственным руководителем работ проводится первичный инструктаж на рабочем месте. Этот вид инструктажа заключается в обучении безопасных приемов работ. Раз в шесть месяцев проводится повторный инструктаж на рабочем месте проводят с работниками независимо от их квалификации, стажа и оплаты работы. Цель этого инструктажа заключается в восстановлении в памяти работника инструкции по охране труда, а также в разборе конкретных нарушений из практики предприятия.

В случае изменения правил по охране труда, проводится внеплановый инструктаж на рабочем месте. Также его проводят в случае изменения технологического процесса, пренебрежения рабочими правил техники безопасности, при возникновении несчастного случая, при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, – более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

Для работников, которым оформляют наряд-допуск на определенные виды работ, назначают текущий инструктаж.

Для результатов всех видов инструктажа имеются специальные журналы. Существует ряд ответственностей за нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности:

- Дисциплинарная, которую накладывает на нарушителя вышестоящее административное лицо;
- Административная;
- Уголовная;
- Материальная, которую в соответствии с действующим законодательством несет предприятие в целом или виновные должностные лица этого предприятия.

4.7 Выводы

В разделе Социальная ответственность были рассмотрены вредные и опасные факторы, которые влияют на здоровье и самочувствие рабочих и на безопасность труда.

Во избежание поражения электрическим током был выполнен расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства.

Разработана вытяжная вентиляция и тепловая завеса для обеспечения допустимых параметров микроклимата.

Произведён расчёт и установка светильников Универсаль для улучшения освещённости рабочих мест.

Станки оборудованы стружкопылеприёмниками, от механических повреждений стружкой.

Для защиты от шума используются защитные кабины, также в местах, где уровень шума превышает допустимый, используются беруши.

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние.

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

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления водила КС – 4372.102.22.005 планетарного редуктора переднего и заднего моста крана.

Предложенный спроектированный технологический процесс в значительной степени отличается от базового. Отличие заключается в применении нового оборудования, приспособлений, инструмента, а также в новом подходе к разработке самого технологического процесса. Применен другой способ базирования детали, что позволило объединить операции технологического процесса.

Так как в данном технологическом процессе не применено отсутствующих на базовом предприятии станков, сложных приспособлений, инструмента и прочей оснастки, то внедрение этого технологического процесса возможно произвести в кратчайшие сроки с наименьшими затратами на реорганизацию производства.

Применение оптимального способа получения заготовки, высокопроизводительного металлорежущего оборудования, режущего инструмента и специальных приспособлений, позволило снизить себестоимость изготовления по сравнению с базовым технологическим процессом на 7983,15 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственные стандарты. Единая система конструкторской документации. Основные положения.- М.: Издательство стандартов. 1983.- 240с.
2. Государственные стандарты. Единая система технологической документации. Основные положения. – М.: Издательство стандартов. 1983. – 160 с.
3. Технология машиностроения: Методические указания к выполнению выпускной квалификационной работы для бакалавров, обучающихся по направлению 150700 «Машиностроение». – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2014. – 52 с.
4. Балабанов А.Н.. Краткий справочник технолога - машиностроителя. - М.: Издательство стандартов, 1992.- 461 с.
5. Прошкин А.К.. Приспособления для металлорежущих станков.- М.: Машиностроение, 1979. - 303 с.
6. Мягков В.Д.. Допуски и посадки:- Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1983. ч.1 -543 с.; ч. 2 -448 с.
7. Кузнецов Ю.И.. Оснастка для станков с ЧПУ.- М.: Машиностроение 1990. - 510с.
8. Новиков М.П.. Основы технологии сборки машин и механизмов.- М.: Машиностроение, 1980.-592 с
9. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство.- М.: Машиностроение, 1974.- 422с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, часть 2. - М.: Экономика, 1990. - 420 с.
11. Руденко П.А.. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев. Вища школа. 1991-245 с.
12. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, т.1. - 496 с.; т.2. -256 с.
13. Методические указания к выполнению ВКР бакалавра по направлению 150900 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» и инженера по специальности 151001 «Технология машиностроения». – Юрга: ЮТИ ТПУ, 2007. – 20 с.
14. Э.Л. Жуков. Технология машиностроения, Производство деталей машин. Москва. Высшая школа. 2005 – 294 с.
15. Sandvik Coromant. Подбор инструмента: [Электронный ресурс] // ООО «Sandvik Coromant», 2008-2019. URL: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/pages/default.aspx> (Дата обращения: 19.03.2020).

16. ISCAR. Подбор инструмента: [Электронный ресурс] // ООО «ISCAR», 2008-2020. URL: <https://www.iscar.ru/index.aspx/countryid/33#> (Дата обращения: 19.03.2020).
17. Гамрат - Курск Л.И.. Экономическое обоснование дипломных проектов.- М.: Высшая школа, 1985.-159с.
18. Расчеты экономической эффективности новой техники: Под. общ. ред. К.М. Великанова - 2-ое изд. перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1990. - 448 с.
19. Режимы резания металлов: Под ред. Ю.В. Барановского. - М.: Машиностроение, 1972. - 407 с.
20. Режущий инструмент: Под ред. В.А. Гречишников.-М.: Машиностроение, 1996.-348 с.