

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-4372.205.152.001

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Гафуров Файзали Сабзалиевич		

УДК: 621.873.1-21.002

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ласуков А.А.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ласуков Александр Александрович	к.т.н., доцент		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП Машиностроение Профиль «Технология, оборудование и авто- матизации машино- строительных произ- водств»	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 образования и науки 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.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:		бакалаврской работы
Студенту:		
Группа	ФИО	
10А61	Гафурову Файзали Сабзалиевичу	
Тема работы:		
Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.205.152.001		
Утверждена приказом директора (дата, номер)		№ 8/с от 31.01.2020г.
Срок сдачи студентом выполненной работы:		6 июня 2020 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж детали 2. Годовая программа выпуска детали - 2000 шт. 3. Служебное назначение детали
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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 корпуса 3. Конструкторская часть (проектирование приспособления) 4. Организационная часть 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6. Социальная ответственность
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Корпус (2 лист А1) 2. Карты наладок (4 лист А1) 4. Приспособление вертикаль-фрезерное (2 листа А1)

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсобережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Гафуров Ф.С.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Гафуров Файзали Сабзалиевичу

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

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

<i>1. Стоимость приобретаемого оборудования, фонд оплаты труда, производственных расходов</i>	<i>1) Стоимость приобретаемого оборудования 1440000 руб 2) Фонд оплаты труда годовой 2205406 руб</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>1) Масса заготовка 8,35 кг 2) Масса материала на программу выпуска 16700кг</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Расчет объема капитальных вложений
2. Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции
3. Экономическое обоснование технологического проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23.04.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Гафуров Ф.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Гафурову Файзали Сабзалиевичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Вредные и опасные производственные факторы на участке. При анализе условий труда на механическом участке выявлены следующие вредные и опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; -шум, вибрации, воздействие СОТС, отлетающая стружка, опасность поражения электрическим током; движущие механизмы (механизмы станка)
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с работаваемой 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) 	<p>Выявление и анализ вредных производственных факторов и разработка мероприятий по защите от них</p> <p>Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте</p> <p>Обеспечение оптимальных параметров микроклимата</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Выявление и анализ опасных производственных факторов и разработка мероприятий по защите от них.</p> <p>Обеспечение заземления</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); 	<p>В связи с тем, что работа на участке связана с применением СОЖ и смазочных материалов, вредных для окружающей среды, на участке необходимо применить специальные емкости</p>

<ul style="list-style-type: none"> – 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. 	для хранения отработанной жидкости которые идут на отработку
<p><i>4</i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	Безопасность при возникновении ЧС
<p><i>5</i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Гафуров Ф.С.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 82 страницы текста, 19 таблиц, 20 источников литературы, 2 приложения, 6 листов графической части.

Ключевые слова: КОРПУС, МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС.

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.205.152.001»

Годовая программа выпуска 2000 штук.

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

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

В конструкторской части спроектировано специальное приспособление.

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

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

Работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 10.0 и представлена на диске CD-R (в конверте на обороте обложки).

ABSTRACT

Graduation thesis contains 82 pages of text, 19 table-persons, 20 sources of literature, 6 applications, 8 pages of graphics.

Keywords: body, machining, cutting tool, a device manufacturing process.

Topic of final qualifying work "Design-sky technological process of manufacturing the body of the KC 4372.212.110.023"

The annual program of 2000 units of production.

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

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

In the design of the designed special devic.

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

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

The work was done in a Microsoft Word 10.0 text editor and presented on a CD-R (in an envelope on the back cover).

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение		13
1	Расчеты и аналитика		14
1.1	Аналитическая часть		15
1.1.1	Служебное назначение детали		15
1.1.2	Анализ базового технологического процесса		16
1.1.3	Производственная программа выпуска и определение типа производства		19
1.2	Формулировка проектной задачи		21
1.2.1	Наименование и область применения разработки		21
1.2.2	Основание для разработки		21
1.2.3	Цель и назначение разработки		21
1.2.4	Источники разработки		21
1.2.5	Технические требования на разработку		22
1.2.6	Основные разделы проекта		22
1.3	Поиск оптимального решения проектной задачи		23
1.3.1	Цель и задачи поисковой деятельности		23
1.3.2	Поиск оптимального варианта способа получения заготовки		23
1.3.3	Поиск оптимального варианта технологического процесса механической обработки		23
1.4	Технологическая часть		25
1.4.1	Анализ технологичности корпуса редуктора		25
1.4.2	Выбор заготовки и метода ее получения		26
1.4.3	Выбор баз		28
1.4.4	Составление технологического маршрута обработки		31
1.4.5	Выбор средств технологического оснащения		33
1.4.6	Расчет припусков на механическую обработку		37
1.4.7	Расчет режимов резания		39
1.5	Конструкторская часть		48
1.5.1	Проектирование вертикально-фрезерного приспособления		48
1.6	Организационная часть		51
1.6.1	Нормирование технологического процесса механической обработки		51
1.6.2	Расчет потребного количества оборудования и коэффициентов его загрузки		54
1.6.3	Определение численности рабочих		55

					<i>ФЮРА.А61088.000 ПЗ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>	<i>Гафиров</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Ласиков</i>				10	23	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Ласиков</i>				<i>ЮТИ ТПУ зр. 10А61¹⁰</i>		
<i>Утверд.</i>					<i>Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.205.152.001</i>		

2	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	57
2.1	Расчет объема капитальных вложений	57
2.1.1	Стоимость технологического оборудования	57
2.1.2	Стоимость вспомогательного оборудования	57
2.1.3	Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	57
2.1.4	Стоимость эксплуатируемых помещений	59
2.1.5	Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	59
2.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве	59
2.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции	60
2.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности	60
2.1.9	Денежные оборотные средства	60
2.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	60
2.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	60
2.2.2	Расчет заработной платы производственных работников	61
2.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	61
2.2.4	Расчет амортизации основных фондов	61
2.2.5	Отчисления в ремонтный фонд	62
2.2.6	Затраты на вспомогательные материалы при содержании оборудования	63
2.2.7	Затраты на силовую электроэнергию	63
2.2.8	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	64
2.2.9	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	64
2.2.10	Заработная плата административно-управленческого персонала	64
2.2.11	Прочие расходы	65
2.3	Экономическое обоснование технологического проекта	64
3	Социальная ответственность	69
3.1	Характеристики объекта исследования	70
3.2	Выявление и анализ вредных производственных факторов	71
3.3	Выявление и анализ опасных производственных факторов	74
3.4	Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование	77
3.5	Охрана окружающей среды	77
3.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	78
3.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	79
	Заключение	80
	Квалиметрическая оценка проекта	81

Список использованных источников	82
Приложение А Спецификация на сверлильно-фрезерно-расточное приспособление	83
Приложение Б Комплект документов на технологический процесс	
Диск CD-R	В конверте на обороте обложки
ФЮРА А61088.001 Корпус. Файл Корпус.cdw в формате КОМПАС 13	
ФЮРА А61088.002 Карта наладки. Файл Операция 005.cdw в формате КОМПАС 13	
ФЮРА А6108.003 Карта наладки. Файл Операция 010.cdw в формате КОМПАС 13	
ФЮРА А61088.004 Приспособление вертикально-фрезерное. Файл Приспособление.cdw в формате КОМПАС 13	
Графический материал	На отдельных листах
ФЮРА А61088.001 Корпус	
ФЮРА А61088.002 Карта наладки	
ФЮРА А61088.003 Карта наладки	
ФЮРА А61088.004.000СБ Приспособление вертикально-фрезерное	

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современного уровня машиностроения предъявляет все более жёсткие требования к методам изготовления продукции, её качеству и эксплуатационным характеристикам, при уменьшении себестоимости изготовления и затрат на производство, а также других сопутствующих показателей. Важно, качественно, дёшево и в заданные сроки с минимальными затратами изготовить машину. От принятой технологии механической обработки во многом зависит надёжность работы выпускаемых машин, а также экономичность их эксплуатации.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства, а так же средства автоматизации и механизации производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку.

Целью курсового проекта является подведение итогов обучения по направлению «Машиностроение». В работе подтверждается необходимый уровень профессиональной подготовки, необходимый для использования накопленных теоретических знаний:

- ведения самостоятельной творческой инженерной работы;
- овладение технико-экономическим анализом принимаемых решений.

В данном курсовом проекте рассматривается проектирование технологического процесса механической обработки детали «Корпус» КС-4372.205.152.001.

1 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10А61

(Подпись)

Ф.С. Гафуров

(Дата)

Руководитель
к.т.н., доцент

(Подпись)

А.А. Ласуков

(Дата)

Нормоконтроль
к.т.н., доцент

(Подпись)

А.А. Ласуков

(Дата)

1.1 Аналитическая часть

1.1.1 Служебное назначение детали

Корпус КС 4372.205.152.001 является базовой деталью сборки привода гидронасоса КС 4372.205.152.000. Он служит для установки на нем шестеренного насоса, вала со шкивом, а также в сборке крепится непосредственно на кране. Основными элементами корпуса являются отверстия $\varnothing 50H8$, $\varnothing 90H8$. Деталь представляет как бы две детали, соединенные перемычкой; одна служит для крепления на четыре резьбовых отверстия М10 гидронасоса и является по сути фланцем, другая прикрепляется к корпусу крана тремя болтами М16. При этом предусмотрено угловое регулирование корпуса для натягивания ремней при их естественном удлинении. Для этого в корпусе предусмотрено отверстие для установления в него рычага. На корпус ставится также одна крышка. Корпус изготавливается из стали 25Л.

Стреловой самоходный короткобазовый кран КС–4372 грузоподъемностью 20 тонн с телескопической стрелой предназначен для выполнения строительных, монтажных, а так же грузоподъемных работ.

Кран КС–4372 может выполнять следующие операции:

- грузовые операции по подъему и перемещению груза с основной стрелой на опорах;
- грузовые операции по подъему и перемещению груза с основной стрелой на колесах;
- грузовые операции по подъему и перемещению груза с удлинителем на опорах;
- телескопирование груза;
- передвижение с грузом на крюке при положении стрелы вдоль продольной оси, ходовой части по площадкам с твердым покрытием;
- передвижение крана по диагонали (поворот колес обоих мостов в одну сторону).

Корпус изготавливаются из стали марки 25Л. Химический состав данной стали приведен в таблице 1.1, а ее физико-механические свойства в таблице 1.2.

Таблица 1.1-Химический состав материала

Химический состав, %							
C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Cu
0,22...0,30	0,35...0,90	0,20...0,52	менее 0,04	менее 0,04	менее 0,30	менее 0,30	менее 0,30

Таблица 1.2-Физико-механические свойства

Предел текучести σ_T , МПа	Предел прочности σ_B , Мпа	Модуль упругости E, МПа	Относит. удлинение δ , %	Твердость по Бриннелю НВ, кг/мм ²
240	450	$2 \cdot 10^5$	19	160

Данная сталь имеет следующие технологические свойства:

- обрабатываемость резанием – хорошая НВ=160;
- свариваемость – ограниченно свариваемая. Способы сварки: РДС, АДС под газовой защитой, ЭШС. Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.
- склонность к отпускной хрупкости – не склонна.
- флокеночувствительность – не чувствительна.

1.1.2 Анализ базового технологического процесса

Заготовка-литьё в песчано-глинистые формы

Технологический процесс с учетом слесарных операций (4) строится в следующем порядке:

005 Фрезерная

Станок: ГФ2171С5.

Приспособление: 319-954, программа 8814Ф.

Прибор: 160-377.

Фрезеровать поверхность в размер: $30\pm 0,5$; $35\pm 0,5$; $5\pm 0,5$, сверлить отверстие $\varnothing 20H14$, сверлить отверстие $\varnothing 23,5H12$, зенкеровать отверстие $\varnothing 24,7$, развернуть отверстие $\varnothing 25H8$, зенковать фаску $1,5\times 45^0$, сверлить 2 отверстия $\varnothing 17H14$.

Режущий инструмент: фреза 63 Т15К6 СТП 2223-0791 ГОСТ 17026-71; сверло 20 Р6М5 СТП 406-1234-75; сверло 17 Р6М5 СТП 406-1201-23; сверло 23,5 Р6М5 2301-0081 ГОСТ 109003-77; зенкер 24,7 Р6М5 2320-2583 ГОСТ 12489-71; зенковка 31,5 2353-0136 ГОСТ 14953-80; развертка 25А₃ 2363-0391 ГОСТ 1672-80

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; пробка 17А₇ СТП 406-4367-82; штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-80; шаблон Б СТП 406-4340-75

Основное время: $T_o = 89,3$ мин.

010 Слесарная

Приспособления: тиски 7827-0332 ГОСТ 4045-75

Снять заусенцы, притупить острые кромки R0,3.

Режущий инструмент: напильник 2820-0018 ГОСТ 1465-80

Основное время: $T_o = 1,8$ мин.

018 Фрезерная

Станок: 65А60Ф1

Приспособления: болты, гайки, планки прижимные.

Фрезеровать поверхность в размер: $30h14$. $25h14$

Режущий инструмент: фреза 63х240 Т15К6 СТП 1469

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-

80

Вспомогательный инструмент: втулка 50/5 СТП 2307

Основное время: $T_o = 2,9$ мин.

020 Фрезерная

Станок: 65А60Ф1
Приспособления: болты, гайки, планки прижимные.
Фрезеровать поверхность в размер: 25h14
Режущий инструмент: фреза 63x240 Т15К6 СТП 1469
Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-П-160-0,05 ГОСТ 166-80

Вспомогательный инструмент: втулка 50/5 СТП 2307
Основное время: $T_o = 3,6$ мин.

025 Слесарная

Приспособления: тиски 7827-0332 ГОСТ 4045-75
Снять заусенцы, притупить острые кромки R0,3.
Режущий инструмент: напильник 2820-0018 ГОСТ 1465-80
Основное время: $T_o = 1,34$ мин.

030 Токарная

Станок: 1М63

Приспособления: 303-3114

Подрезать торец, расточить отверстие $\varnothing 88H14$, расточить отверстие $\varnothing 91H14$, расточить канавку $\varnothing 111H14$

Режущий инструмент: резец 32x25 СТП 1182; пластина 922.2006-4001 Т5К10 СТП 1178; резец 32x32 Т5К10 СТП 1173; резец 20x20x80 2142-0313 Т15К6 ГОСТ 9795-80; резец 30x30x300 Т15К6 СТП 1150

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-80; штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-80; шаблон 7; 15^0 СТП 4330; штангеннуромер 101-844

Вспомогательный инструмент: державка 35x35x310 СТП 2103

Основное время: $T_o = 29,3$ мин

Штучное время: $T_{шт} = 45,5$ мин

040 Токарная

Станок: 1М63

Приспособления: 303-3114

Точить торец в размер 82H14, точить торец в размер 92H14, расточить отверстие $\varnothing 90H14$, точить фаску $1x45^0$, сверлить отверстие $\varnothing 22H14$, сверлить отверстие $\varnothing 45H12$.

Режущий инструмент: резец 32x25 СТП 1180; пластина 933.2006-4002 Т15К6 СТП 1178; резец 32x32x350 Т15К6 СТП 1173; резец 20x20x70 Т15К6 СТП 1120; резец 16x16x80 Т5К10 СТП 1133; сверло 22 Р6М5 2301-0446 ГОСТ2092-82; сверло 45 Р6М5 2301-0153 ГОСТ 10903-82

Измерительный инструмент: пробка Пр 90Н9 СТП 4308; пробка НЕ 90Н9 СТП 4308; шаблон 5 СТП 4340; шаблон $31 \pm 0,5$ 105-5804; пластина 92Н14 СТП 4313

Штучное время: $T_{шт} = 38,2$ мин

045 Токарная

Станок: 1М63

Приспособления: 303-3116

Расточить отверстие $\varnothing 50H8$, точить фаску $1x45^0$, расточить отверстие

Ø98⁺¹, точить фаску 1x45⁰.

Режущий инструмент: резец 32x32x200 Т15К6 СТП 1173; резец 25x25x200 СТП 1171

Измерительный инструмент: пробка 50Н9 СТП 4307; штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; шаблон 10Н12 СТП 4332; шаблон 5 СТП 4340; штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-80

Вспомогательный инструмент: планшайба 303-3217; штырь 307-1665; блок 201-948

Штучное время: $T_{шт} = 17,6$ мин

050 Фрезерная

Станок: 6Т82

Приспособления: болты, гайки, шайбы, планки прижимные

Фрезеровать паз R15±2.

Режущий инструмент: фреза 32x178 Т15К6 2223-0015 ГОСТ 17026-71

Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; шаблон 120-1379

Вспомогательный инструмент: втулка 50/4 6103-0024 ГОСТ 13791-68

Основное время: $T_o = 4,1$ мин

055 Слесарная

Приспособления: тиски 7827-0332 ГОСТ 4045-75

Снять заусенцы, притупить острые кромки R0,3.

Режущий инструмент: напильник 2820-0018 ГОСТ 1465-80

Основное время: $T_o = 0,5$ мин.

060 Сверлильная

Станок: 2А554

Приспособления: кондуктор 320-8183; подставка 318-25А

Сверлить 4 отверстия Ø8,5^{+0,3}, зенковать 4 фаски 1,6x45⁰.

Режущий инструмент: зенковка 20 2353-0134 ГОСТ 14933-80; сверло 8,5 2301-0020 ГОСТ 10903-77

Измерительный инструмент: пробка Пр М10-7Н СТП 406-4307-82; фиксатор 101-1379

Вспомогательный инструмент: втулка 5/3 6100-0206 ГОСТ 13598-85; втулка 3/2 6120-0354 ГОСТ 13409-85; патрон 6254-0182 ГОСТ 14077-83; втулка 6120-0353 ГОСТ 13409-83

Основное время: $T_o = 4,1$ мин

065 Сверлильная

Станок: 2А554

Приспособления: 320-8184, У318-25А

Переустановить деталь. Сверлить 4 отверстия Ø8,5^{+0,3}, зенковать 4 фаски 1,6x45⁰.

Режущий инструмент: зенковка 20 2353-0134 ГОСТ 14933-80; сверло 8,5 2301-0020 ГОСТ 10903-77

Измерительный инструмент: пробка Пр М10-7Н СТП 406-4307-82; фиксатор 101-1379

Вспомогательный инструмент: втулка 5/3 6100-0206 ГОСТ 13598-85; втул-

ка 3/2 6120-0354 ГОСТ 13409-85; патрон 6254-0182 ГОСТ 14077-83; втулка 6120-0353 ГОСТ 13409-83

Основное время: $T_o = 3,7$ мин

070 Резьбонарезная

Станок: РН-24

Установ А: Нарезать резьбу М10-Н7 в 4-х отверстиях.

Установ Б: Нарезать резьбу М10-Н7 в 4-х отверстиях.

Приспособления: болты, гайки, шайбы, планки прижимные

Режущий инструмент: метчик М10 2620-1433 ГОСТ 3266-81

Измерительный инструмент: пробка Дв4 М10-7Н СТП 406-4307-82; пробка Пр М10 8221-0044 ГОСТ 17756-72; пробка НЕ М10 8221-1044-7Н ГОСТ17757-72

Основное время: $T_o = 1,9$ мин

075 Слесарная

Приспособления: тиски 7827-0332 ГОСТ 4045-75

Снять заусенцы, притупить острые кромки на выходе 8 отверстий М10-Н7.

Маркировать обозначение детали согласно чертежу.

Режущий инструмент: шабер 240 СТП 408-1813-84

085 Контрольная

Приспособления: плита 1-1 ГОСТ 10995-86

Произвести наружный контроль на предмет загрязнения, механических повреждений, соответствие шероховатости обработанных поверхностей.

Вспомогательный инструмент: образцы шероховатости

При анализе технологического процесса выявлено, что он имеет недостатки изготовления детали. Технологический процесс дифференцирован, т. е. рассчитан на отдельные операции; станки применяются разнообразные: универсальные, с ЧПУ; применяются универсальные приспособления; применяется как стандартный, так и специальный режущий инструмент; измерительный инструмент: штангенциркули, нутромеры, штангенглубиномеры – универсальные средства; применяются также и специальные инструменты – пробки и калибры.

Технологический процесс обработки и выбор средств технологического оснащения не оптимальны, т.к. есть большие резервы для улучшения существующего технологического процесса.

Для этого нужно предельно использовать высокоэффективное оборудование (типа многооперационных станков), специализированные приспособления, которые должны быть механизированы, сократить количество переходов и время, связанное с подготовкой производства.

Недостатком базового технологического процесса является большое количество оборудования и операций (13), применение УСП и универсального инструмента. Все это накапливает трудоемкость, а значит и технологическая себестоимость изготовления очень высока.

1.1.3 Производственная программа выпуска и определение типа производства

Тип производства в соответствии с ГОСТ 14.004-83 определяется следующими показателями: широта номенклатуры выпускаемых изделий; регулярность выпуска; стабильность выпуска изделий; объемы выпуска изделий.

Тип производства на данном этапе определяется ориентировочно. Программа выпуска изделий составляет 2000 шт. в год. Согласно [4] в зависимости от массы детали (6,6кг) устанавливаем тип производства - мелкосерийный. После разработки технологического процесса тип производства подлежит уточнению по коэффициенту закрепления операций.

Рассчитываем размер партии запуска деталей в производство:

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

где N – годовая программа выпуска изделия;

$F_a = 250$ – число рабочих дней в 2020 году;

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

$$n = \frac{2000 \cdot 12}{250} = 96 \text{ шт.}$$

1.2 Формулировка проектной задачи

1.2.1 Наименование и область применения разработки

Тема представленного курсового проекта «Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.205.152.001». Областью применения данной разработки может быть участок цеха завода грузоподъемных машин, а также любое машиностроительное предприятие, обладающее необходимым оборудованием.

1.2.2 Основание для разработки

Основанием для разработки квалификационной работы является задание на проектирование технологического процесса механической обработки с целью улучшения базового технологического процесса. Также необходимо учесть стоимость получаемого изделия, правильно подобрав оборудование, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации оборудования.

В условиях рыночной экономики от внедрения технологических процессов требуется прогрессивность, повышенная производительность работы выпускаемого изделия, повышение качества выпускаемого изделия. Кроме того, требуется разработка технологических процессов в кратчайшие сроки, что не может быть достигнуто без применения автоматизированных средств проектирования и подготовки производства.

1.2.3 Цель и назначение разработки

Целью проектирования является разработка технологического процесса механической обработки корпуса, в котором должны быть устранены все недостатки, выявленные в процессе анализа базового технологического процесса, с применением оборудования, соответствующего типу производства. Разрабатываемый технологический процесс должен обеспечить требуемую по чертежу точность изготовления при минимальной себестоимости изготовления изделия.

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

1.2.4 Источники разработки

Источниками для разработки являются: рабочие чертежи заготовки, детали и сборочной единицы; технические требования, регламентирующие точность, параметры шероховатости и другие требования качества; объем годового выпуска детали; технические паспорта используемого оборудования; методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы; справочная литература и ГОСТы.

1.2.5 Технические требования на разработку

На каждое разработанное изделие составляют технические условия – документ, входящий в комплект технической документации на промышленную продукцию, в котором указываются комплекс технических требований к продукции, правила ее приемки и поставки, методы контроля, условия эксплуатации, транспортирования и хранения.

Технические требования определяют основные параметры и размеры, свойства или эксплуатационные характеристики изделия, показатели качества и комплектности.

Технические требования должны содержать: состав разработки и требования к содержанию; показатели надежности; требования к технологичности; требования по охране труда; эксплуатационные требования; требования к патентной чистоте; условия использования, технического обслуживания и ремонта; требования к маркировке, транспортированию, хранению и установке; дополнительные требования.

1.2.6 Основные разделы проекта

Стадии и этапы разработки проекта, основанные на методических указаниях по выполнению курсового проекта, следующие:

1. Аналитическая часть;
2. Формулировка проектной задачи;
3. Технологическая часть;
4. Конструкторская часть;
5. Организационная часть;
6. Экономическая часть;
7. Квалиметрическая оценка проекта.

1.3 Поиск оптимального решения проектной задачи

1.3.1 Цель и задачи поисковой деятельности

При разработке технологических процессов машиностроительного производства перед технологом возникает задача выбора из нескольких вариантов обработки один, обеспечивающий наиболее экономичное решение поставленной задачи, тем более что современные способы механической обработки, большое разнообразие станков, новые методы обработки и получения заготовок способствуют расширению числа вариантов.

Используя сведения, полученные при анализе действующего технологического процесса механической обработки, можно сделать вывод, что базовые технологические процессы не отвечают требованиям современного производства и уровню развития техники, поэтому не могут конкурировать на рынке поставляемой продукции.

Задачей данной выпускной квалификационной работы является разработка нового технологического процесса. Необходимо применять более прогрессивные виды оборудования и технологической оснастки, тем самым добиться повышения производительности труда и уменьшения себестоимости продукции, а, следовательно, и ее конкурентоспособности.

Целью проектирования является разработка технологического процесса механической обработки корпуса распределителя, в котором должны быть устранены все недостатки, выявленные в процессе анализа базового технологического процесса, с применением оборудования, соответствующего типу производства. Разрабатываемый технологический процесс должен обеспечить требуемую по чертежу точность изготовления при минимальной себестоимости изготовления изделия.

1.3.2 Поиск оптимального варианта способа получения заготовки

Целью поиска оптимального варианта метода получения заготовки является отыскание такого способа, при котором конфигурация заготовки максимально приближена к форме детали при наименьших затратах на ее изготовление.

Заготовку предполагается получать литьем в песчано-глинистые формы с машинной формовкой. Данный метод полностью удовлетворяет условиям серийного производства и конфигурации детали.

1.3.3 Поиск оптимального варианта технологического процесса механической обработки

Целью данного поиска является вариант технологического процесса механической обработки, при котором готовое изделие будет соответствовать техническим требованиям при наименьших трудовых, материальных и прочих затратах на изготовление детали.

Намечая технологический маршрут обработки детали, следует придерживаться следующих правил:

- не проектировать выполнение операций на уникальных дорогостоящих станках, в случаях, когда их применение технологически и экономически не обосновано;

- использовать по возможности стандартный режущий и мерительный инструменты;

- обрабатывать наибольшее количество поверхностей за одну установку детали.

При анализе базового технологического процесса были выявлены некоторые недостатки. Для этого был введен ряд изменений в технологический процесс с целью соответствия его вышеперечисленным требованиям.

При разработке технологического процесса механической обработки был применен принцип концентрации операций, позволивший сократить количество операций, переустановок заготовки и повысить точность обработки; модернизированы приспособления; применены современные виды инструмента; будет применено многоместное приспособление, что позволит сократить время на обработку детали и вспомогательное время.

1.4 Технологическая часть

1.4.1 Анализ технологичности корпуса

Технологичность конструкции деталей обуславливается (по ГОСТ 14.201–83; 14.204–83; 14.205–83): рациональным выбором исходных заготовок и материалов; простой формы детали; рациональной простановкой размеров; назначением оптимальной точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологичность детали оценивается с точки зрения возможности применения простых инструментов, методов обработки и измерения, удобства и надежности базирования детали для обработки.

Технологичность – понятие комплексное. Она оценивается качественно и количественно.

Чертеж содержит несколько видов детали, а также сечения и выносные элементы. Размеры на чертеже полностью определяют геометрическую форму и пространственное положение обрабатываемых поверхностей. Шероховатость, точность и допуски пространственных отклонений поверхностей назначены в соответствии с их эксплуатационным назначением. Технические требования на чертеже полностью обоснованы.

1.3.1 Качественная оценка технологичности

Качественная оценка технологичности корпуса КС-4372 205.152.001 показывает, что:

- деталь не имеет выступов затрудняющих обработку;
- контроль детали осуществляется доступными способами и простыми средствами контроля;
- ко всем обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ инструмента;
- деталь не деформируется под действием внутренних напряжений, сил резания, сил зажима;
- конструкция детали обеспечивает применение типовых технологических процессов;
- конструкция детали допускает обработку плоскости на проход;
- нет отверстий расположенных под непрямым углом к плоскости входа или выхода;
- в конструкции нет внутренней резьбы большого диаметра, а также глухой резьбы.

По качественным показателям деталь в целом можно считать технологичной, за исключением наличия нежесткой перемычки.

Способ получения заготовки – литьё в песчано-глинистые формы. Допускаемые погрешности по ГОСТ 26645-85. В целом отливка технологична по качественным показателям литых деталей, что обеспечивает прочность и жесткость детали.

1.4.1.2 Количественная оценка технологичности

К основным количественным показателям относится:

- абсолютный технико-экономический показатель – трудоёмкость;

- технологическая себестоимость детали;
- коэффициент использования материала.

Коэффициент использования материала вводится для обоснования выбора оптимального варианта получения заготовки.

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_0}, \quad (1.2)$$

где $m_{\text{д}}$ – масса готовой детали, кг;

m_0 – масса заготовки, кг.

$$K_{\text{им}} = \frac{6,6}{9} = 0,73.$$

$K_{\text{им}}$ более 0,7, что свидетельствует об удовлетворительном использовании материала.

1.4.2 Выбор заготовки и метода ее получения

Для того чтобы выбрать рациональный метод получения заготовки для изготовления детали необходимо сравнить два технически равноценных варианта получения заготовки на основе укрупненного экономического расчета. Выбрать заготовку – значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления. При выборе заготовки, способа ее получения необходимо стремиться к максимальному приближению формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали и снижению трудоемкости заготовительных операций.

Литейные сплавы преимущественно отливаются двумя способами: в металлические формы и в песчано-глинистые формы соответствующими заданной программе производства деталей. По [2] с учетом габаритных размеров и материала определяется точность заготовок, получаемых этими способами.

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

Класс размерной точности – 9.

Степень коробления – 5.

Класс точности массы отливок – 7

Степень точности поверхности отливки – 14.

Шероховатость поверхности – Ra40.

Ряд припусков – 8.

Размеры отливки приведены в таблице 3.1.

Таблица 1.3 - Размеры отливки

Размер детали, мм	Шероховатость поверхности, мкм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
Ø50H8	Ra3,2	3,4	43,2	±1
Ø90H8	Ra6,3	3,4	83,2	±1,1
92H14	Ra6,3	3	86	±1,1
177±0,5	Ra12,5	3	183	±1,2
25h14	Ra12,5	3	31	±1
30h14	Ra12,5	3	36	±1

Литейные уклоны (ГОСТ 3212-92) по наружной поверхности - 0°30', по внутренней поверхности - 0°45'.

Радиусы закругления наружных углов – 5мм, внутренних – 8мм.

Неуказанные допуски радиусов закругления – 1мм

Масса заготовки считается по следующей формуле:

$$m_3 = m_d + m_{стр}, \quad (1.3)$$

где m_d – масса детали, кг;

$m_{стр}$ – масса удаляемой стружки при обработке, кг.

Массу стружки считаем по назначенным припускам с использованием программы КОМПАС: $m_{стр}=2,44$ кг.

$$m_3 = 2.44 + 6.6 = 9.04 \text{ кг}$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_3} = \frac{6.6}{9.04} = 0,73$$

Технологическая себестоимость детали:

$$S_{г} = \frac{G_d}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + C_c \cdot (1 - K_{им})], \quad (1.4)$$

где G_d - масса детали, кг;

$K_{им}$ - коэффициент использования материала;

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

$C_c = 19,8$ руб/кг - стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению на 1.01.2008.

$$S_{г1} = \frac{6,6}{0,73} \cdot [33,5 + 19,8 \cdot (1 - 0,73)] = 351.21 \text{ руб.}$$

Литье в металлические формы рассчитывается аналогично предыдущему варианту.

Класс размерной точности – 7.

Степень коробления – 4.

Класс точности массы отливок – 7

Степень точности поверхности отливки – 11.

Шероховатость поверхности – Ra20.

Ряд припусков – 7.

Результаты сведены в таблицу 3.2

Таблица 1.4 - Размеры отливки

Размер детали, мм	Шероховатость поверхности, мкм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
Ø50H8	Ra3,2	2,1	45,8	±0,55
Ø90H8	Ra6,3	2,2	85,6	±0,6
92H14	Ra6,3	2	88	±0,6
177±0,5	Ra12,5	2,2	181,4	±0,65
25h14	Ra12,5	2	29	±0,5
30h14	Ra12,5	2	34	±0,5

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_3} = \frac{6.6}{8.35} = 0,79$$

$$S_{т2} = \frac{6,6}{0,79} \cdot [33,5 + 19,8 \cdot (1 - 0,79)] = 314.61 \text{ руб.}$$

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

$$\Theta = (S_{т2} - S_{т1}) \cdot N = (351.21 - 314.61) \cdot 2000 = 73200 \text{ руб.} \quad (1.5)$$

Припуски на обработку при получении отливки в металлические формы меньше, чем у полученной в песчано-глинистой форме. Технологическая себестоимость и коэффициент использования материала обоих вариантов заготовки практически одинаковы, однако, заготовка, получаемая литьём в металлические формы экономически более выгодна, чем заготовка, получаемая литьём в песчано-глинистые формы. Металлические формы многоразовые, скорость остывания металла заготовки выше, а, следовательно, выше будет и производительность процесса. Такой способ соответствует выбранному типу производства.

1.4.3 Выбор баз

Назначение технологических баз является одним из наиболее сложных и принципиальных разделов проектирования технологического процесса механической обработки. От правильного решения вопроса о технологических базах в значительной степени зависят: фактическая точность выполнения многих размеров, заданных конструктором; правильность взаимного расположения обрабатываемых поверхностей, точность обработки, которую должен выдержать рабочий при выполнении запроектированной технологической операции; степень сложности и конструкция необходимых приспособлений, режущий и мерительный инструмент; общая производительность обработки заготовок.

При выборе баз необходимо руководствоваться принципом совмещения баз, т.е. следует за технологические базы по возможности применять измерительные базы. Обработка заготовки обычно начинается с создания технологи-

ческих баз. Вначале за технологическую базу приходится применять черновые поверхности. Выбранная черновая база должна обеспечивать равномерность снятия припуска при последующей обработке поверхностей с базированием на обработанную базу и наиболее точное взаимное положение поверхностей детали. При построении маршрута обработки следует соблюдать принцип постоянства баз, т.е. на всех основных операциях использовать в качестве баз одни и те же поверхности заготовки.

В качестве технологических баз при обработке корпуса используются следующие поверхности:

Операция 005 Сверлильно-фрезерная

Заготовка базируется в призму, на плоскость с упором в торец (рисунок 1.1).

На все линейные размеры измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования на размеры $27_{-0,7}$, $34_{-0,7}$, $6_{-0,7}$ $\epsilon_6=0$. Диаметральные размеры обеспечиваются точностью позиционирования станка, а также мерным инструментом, поэтому $\epsilon_6=0$.

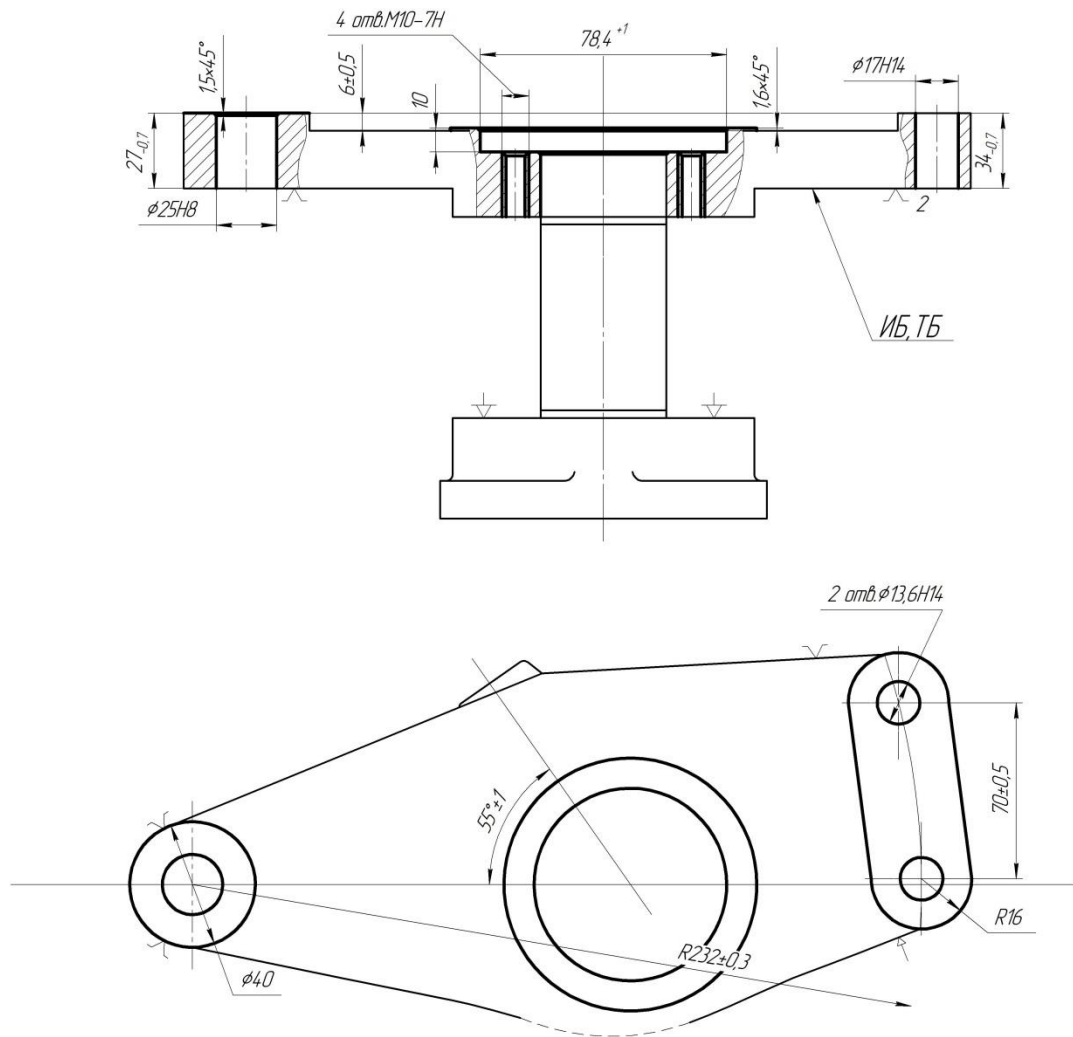


Рисунок 1.1

Операция 015 Фрезерная

Заготовка базируется по плоскости и в призмах (рисунок 1.2). Технологи-

ческая и измерительная базы совпадают, поэтому $\varepsilon_6=0$.

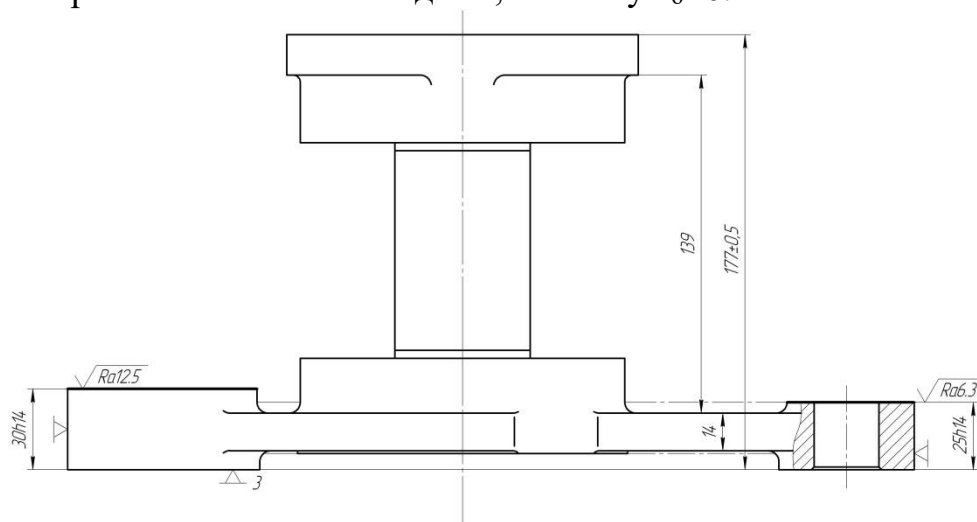


Рисунок 1.2

Операция 025 Токарная

Заготовка базируется по плоскости, одному цилиндрическому и ромбическому пальцу (рисунок 1.3).

На все линейные размеры измерительная и технологическая базы не совпадают, поэтому погрешность базирования на размер: $92H12 \varepsilon_6=0$; $43h14 \varepsilon_6=0,3$; $177_{-0,3} \varepsilon_6=0$;

Погрешность базирования на все диаметральные размеры $\varepsilon_6=0$.

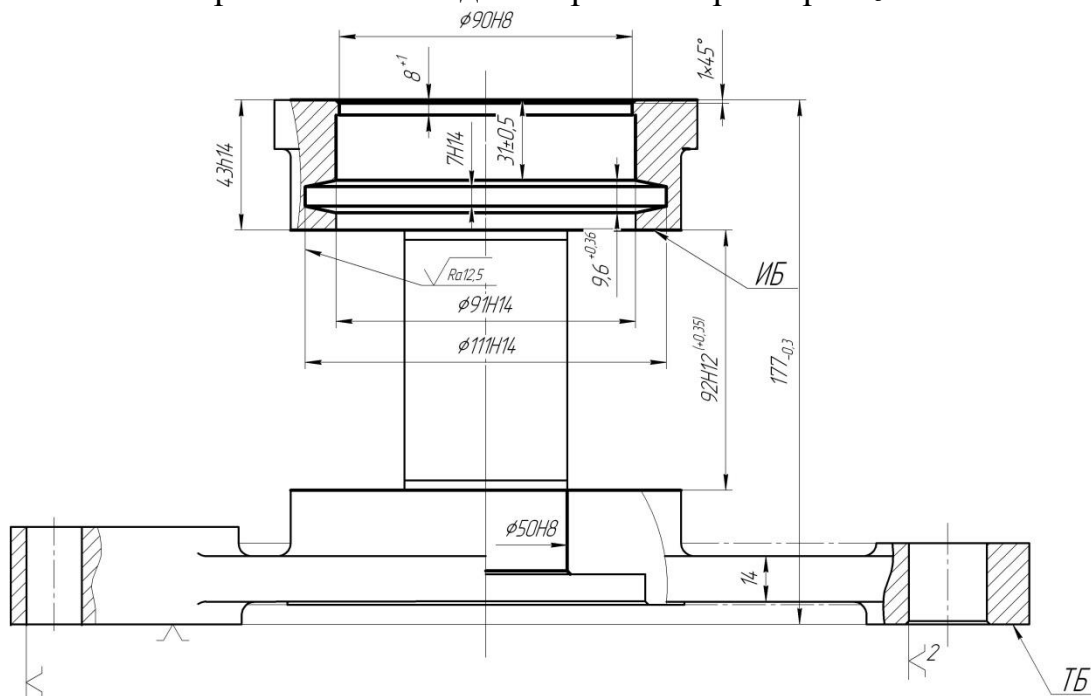


Рисунок 1.3

Операция 030 Горизонтально-фрезерная

Заготовка базируется по плоскости, одному цилиндрическому и ромбическому пальцу (рисунок 1.3).

скому пальцу (рисунок 1.4).

Погрешность базирования будет на размер 10 ± 1 мм.

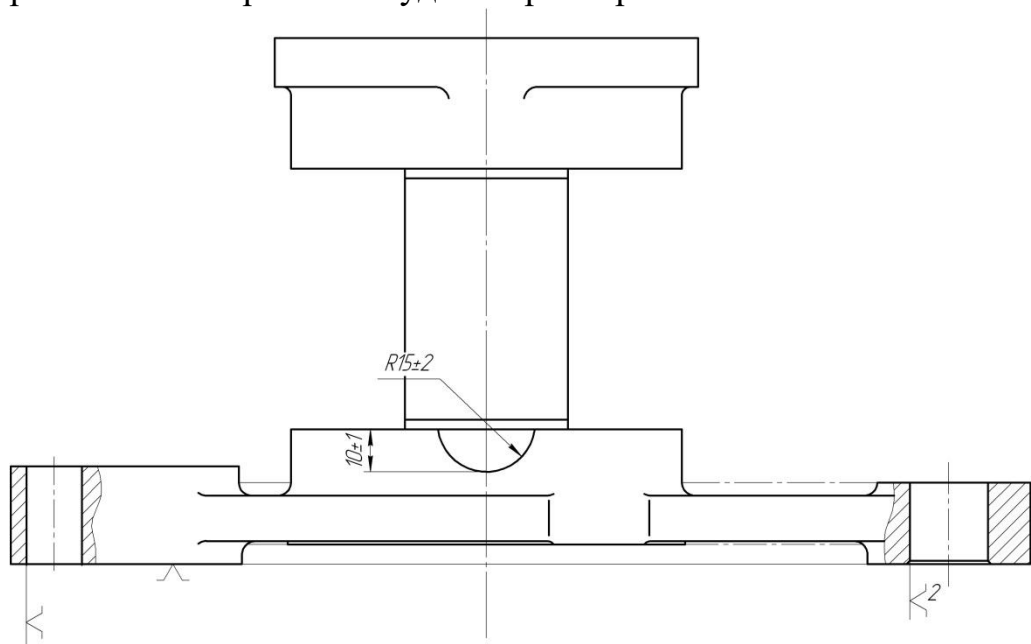


Рисунок 1.4

035 Сверлильная

Заготовка базируется по плоскости, одному цилиндрическому и ромбическому пальцу (рисунок 1.5).

Погрешность базирования на межосевые расстояния $\varepsilon_6=0$

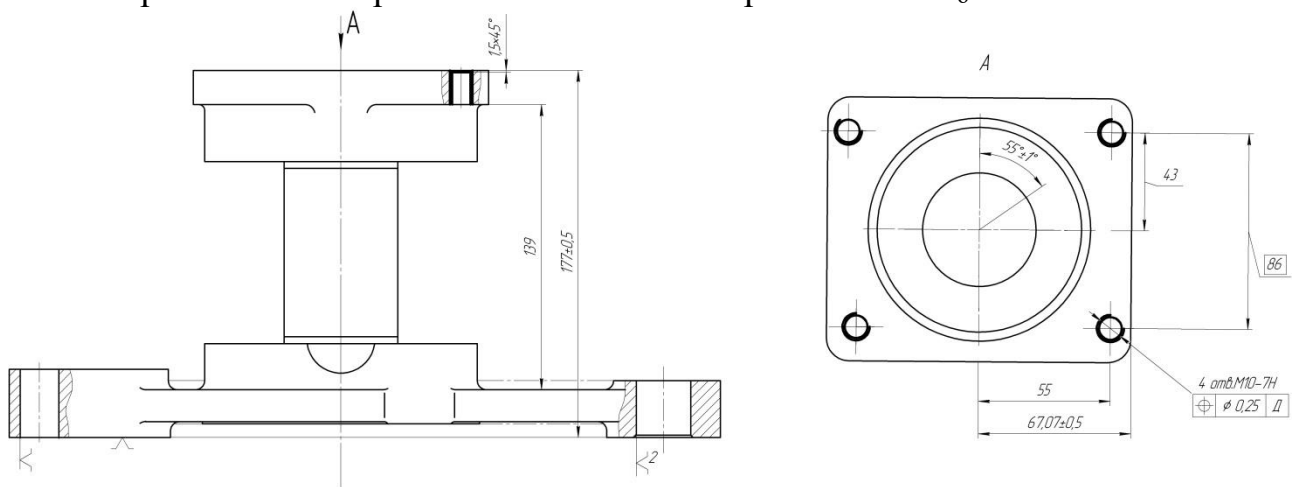


Рисунок 1.5

1.4.4 Составление технологического маршрута обработки

Разработанный маршрут обработки представлен в таблице 1.5

Таблица 1.5- Технологический маршрут

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование
1	2	3
005	<p>Вертикально-фрезерная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать поверхность $27\pm 0,5\text{мм}$; 2. Фрезеровать поверхность $6\pm 0,5\text{мм}$; 3. Фрезеровать поверхность $32\pm 0,5\text{мм}$; 4. Сверлить отв. $\varnothing 23\text{H}12$; 5. Зенкеровать отв. $\varnothing 24,8\text{H}10$; 6. Развернуть отв. $\varnothing 25\text{H}8$; 7. Зенковать фаску $1,5\text{x}45^0$; 8. Сверлить 2 отв. $\varnothing 17\text{H}14$; 9. Фрезеровать предварит. отв. $\varnothing 78\text{H}14$ на глубину $10\text{H}12$; 10. Фрезеровать окончательно отв. $\varnothing 98^{+1}$ на глубину 10; 11. Фрезеровать 2 фаски $1\text{x}45^0$; 12. Центровать 4 отв. 13. Сверлить 4 отв. $\varnothing 8,4$; 14. Зенковать 4 фаски $1,6\text{x}45^0$; 15. Нарезать резьбу в 4 отв. $\text{M}10\text{-}7\text{H}$ 	Вертикально-фрезерный с ЧПУ модели ГФ2171С6
010	<p>Слесарная</p> <p>Снять заусенцы; притупить острые кромки</p>	Верстак
015	<p>Вертикально-фрезерная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать поверхность в размер $25\text{h}14$ 2. фрезеровать поверхность в размер $30\text{h}14$ 	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ модели 6P11Ф3
020	<p>Слесарная</p> <p>Снять заусенцы; притупить острые кромки</p>	Верстак
025	<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец в размер $177\pm 0,5$ 2. Расточить отв. $\varnothing 89\text{H}10$ на длину 43мм предварительно и окончательно с образованием фаски $1,5\text{x}45^0$ 3. Расточить отв. $\varnothing 49\text{H}14$ на длину 32мм предварительно и окончательно 4. Расточить отв. $\varnothing 91\text{H}14$ 5. Расточить отв. $\varnothing 90\text{H}8$ и $\varnothing 50\text{H}8$ 6. Расточить канавку $\varnothing 111\text{H}14$ 7. Точить торец в размер $43\text{h}14$ 	Токарный полуавтомат с ЧПУ СТП320

Продолжение таблицы 15

1	2	3
	8. Точить торец в размер 92Н14	
030	Горизонтально-фрезерная Фрезеровать паз в размер R15±2	Горизонтально-фрезерный станок модели 6Р81
035	Сверлильная с ЧПУ 1. Центровать 4отв. 2. Сверлить 4 отв. Ø8,4; 3. Зенковать 4 фаски 1,6x45°; 4. Нарезать резьбу в 4 отв. М10-7Н	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ модели 2Р135Ф2-1
040	Слесарная Снять заусенцы; притупить острые кромки	Верстак
045	Контроль Контролировать размеры детали	

1.4.5 Выбор средств технологического оснащения

1.4.5.1 Выбор оборудования

Характеристики вертикально - фрезерного станка ГФ2171С6 приведены ниже.

Размер рабочей поверхности стола, мм	
Длина	1600
Ширина	400
Количество Т – образных пазов	3
Ширина пазов по ГОСТ 1574 – 75, мм	
Центральный	18Н8
Крайние	18Н12
Расстояние между пазами, мм	100
Конус отверстия в шпинделе	7 : 24
Количество частот вращения	18
Пределы, об/мин	50 – 2500
Наибольший крутящий момент на шпинделе, кН*м	0,615
Пределы подач стола, мм/мин	3 – 3000
Мощность электродвигателя, кВт	11
Ёмкость инструментального магазина, шт	12
Порядок выбора инструмента произвольный	
Время смены инструмента, с.	20
Габаритные размеры станка, мм	
длина	3660
ширина	4200
высота	2850
Масса, кг	6500

Токарный патронный полуавтомат с ЧПУ. Модель СТП-320ПР	
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм	
над станиной	500
над суппортом	320
Наибольшая длина обработки, мм	320
наружная обточка	360
внутренняя расточка	360
Частота вращения шпинделя, об/мин	15...1440
Число скоростей шпинделя	б/с
Диапазон рабочих подач, мм/мин	1...3000
Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин	6000
Шаг наружной резьбы, мм	0,5...6
Степень точности нарезаемой резьбы	6Н, 6g
Количество инструментов в револьверной головке	12
Наибольшее время смены инструмента, с	9
Габаритные размеры станка, мм	
длина	4180
ширина	3040
высота	2500
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	22
Масса станка, кг	7500

Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ модели 6P11Ф3	
Размеры рабочей поверхности стола ,мм	250x1000
Наибольшие перемещения стола ,мм:	
Ось X	630
Ось Y	300
Ось Z	350
Внутренний конус шпинделя	50
Число скоростей шпинделя	16
Частота вращения шпинделя ,об/мин	80-2500
Число подач стола	б/с
Подача, мм/мин	
продольная и поперечная	0,1...4800
вертикальная	0,1...4800
Скорость быстрого перемещения, мм/мин	4800
Мощность электродвигателя привода, кВт	5,5
Габаритные размеры, мм:	
Длина	4000
Ширина	2000
Высота	2200
Масса, кг	2760

Горизонтально-фрезерный станок модели 6P81	
Размеры рабочей поверхности стола ,мм	250x1000
Наибольшие перемещения стола ,мм:	
Ось X	630
Ось Y	200
Ось Z	320
Внутренний конус шпинделя	45
Число скоростей шпинделя	16
Частота вращения шпинделя ,об/мин	50-1600
Число подач стола	16
Подача, мм/мин	
продольная	35...1020
поперечная	28...790
вертикальная	14...390
Скорость быстрого перемещения, мм/мин	2900
Мощность электродвигателя привода, кВт	5,5
Габаритные размеры, мм:	
Длина	1480
Ширина	1990
Высота	1630
Масса, кг	2280

Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ модели 2P135Ф2-1	
Класс точности станка по ГОСТ 8-82 (Н,П,В,А,С)	Н
Наибольший условный диаметр сверления в стали, мм	35
Рабочая поверхность стола, мм	400x710
Наибольшее расстояние от нижнего торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	600
Вылет шпинделя, мм	450
Наибольшее вертикальное перемещение сверлильной (револьверной) головки, мм	560
Конус Морзе отверстия шпинделя	4
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	45...2000
Число подач шпинделя	18
Подача шпинделя, мм/мин	10...50
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3,7
Габаритные размеры, мм:	
длина	1800
ширина	2170
высота	2700
Масса, кг	4700

1.4.5.2 Выбор инструмента и приспособлений

Операция 005

Приспособление специальное.

Режущий инструмент: Фреза R260.22-100-15-X (SANDVIK); Сверло DCM 230-069-25A-3D (SANDVIK); Сверло DCM 170-051-20A-3D (SANDVIK); Зенкер 24,4Н10; Развертка 25Н8; Фреза HP E50AN-D15-4-W16-07 (SANDVIK); Зенковка 90° ГОСТ 14953-69; Сверло 2φ=90°; Сверло 8,4 ГОСТ 10903-77; Метчик М10 МТЕСВ 08078С17 1.5 ISO (SANDVIK).

Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Пробка 17Н14 СТП 406-4307-82; Пробка п/р М10 СТП 406-4307-82; Пробка ПР М10-7Н СТП 406-4307-82; Пробка HE М10-7Н СТП 406-4307-82; Пробка Ø25Н8 СТП 406-4307-82; Пробка Ø50Н8 СТП 406-4307-82

Операция 010

Тиски 7827-0332 ГОСТ 4045-75

Напильник 2820-0018 ГОСТ 1465-80

Операция 015

Приспособление специальное

Режущий инструмент: Фреза HP E90AN-D15-3-W16-07 (SANDVIK)

Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80

Операция 020

Тиски 7827-0332 ГОСТ 4045-75

Напильник 2820-0018 ГОСТ 1465-80

Операция 025

Приспособление специальное

Режущий инструмент: Резец S40V-PTFN R-22-WX (SANDVIK); Резец S32U-PCLN R-12-X (SANDVIK); Резец PSSNR 4040S 25-X; Резец фасонный (канавочный).

Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-89; Пробка Ø90Н8 СТП 406-4307-82; Пробка Ø50Н8 СТП 406-4307-82; Калибр соосности

Операция 030

Приспособление специальное

Режущий инструмент: Фреза 32x178 2223-0015 ГОСТ 17026-71

Мерительный инструмент: шаблон.

Операция 035

Приспособление специальное

Режущий инструмент: Сверло 2φ=90°; Зенковка 90° ГОСТ 14953-69; Сверло 8,4 ГОСТ 10903-77; Метчик М10 МТЕСВ 08078С17 1.5 ISO (SANDVIK)

Мерительный инструмент: Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Пробка п/р М10 СТП 406-4307-82; Пробка ПР М10-7Н СТП 406-4307-82; Пробка НЕ М10-7Н СТП 406-4307-82

Операция 040

Тиски 7827-0332 ГОСТ 4045-75

Напильник 2820-0018 ГОСТ 1465-80

1.4.6 Расчет припусков на механическую обработку

Обрабатываемая поверхность $\varnothing 25^{+0,033}$, Ra = 3,2

Расчёт производим по методике, изложенной в [4].

Данный метод основан на определении минимального припуска, который определяется по формуле:

$$2Z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (1.6)$$

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

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем технологическом переходе;

$\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ – суммарное пространственное отклонение, полученное на предшествующем технологическом переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Для удобства расчёта данным методом предусмотрено заполнение специальной таблицы.

Последовательность выполняемых переходов: сверление, зенкерование, развёртывание

Сверление (12кв.)	Rz 50	h=70мкм
Зенкерование (10кв.)	Rz 32	h = 40мкм
Развертывание (8кв.)	Rz 5	h=10мкм

Определение ε , Δ_{Σ}

Погрешность установки заготовки $\varepsilon = 120$ мкм. [4]

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y 1)^2 + C_o^2}, \quad (1.7)$$

где Δ_y – увод сверла, $\Delta_y = 0,9$ мкм/мм;

C_o – смещение оси отверстия относительно номинального положения, $C_o = 25$ мкм.

Для сверления:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(0,9 \cdot 25)^2 + 25^2} = 23,04 \text{ мкм.}$$

Для последующих переходов полученное значение Δ_{Σ} нужно домножить на коэффициент уточнения, то есть:

$$\Delta_{\Sigma i} = k_y \Delta_{\Sigma_{i-1}}, \quad (1.8)$$

Для зенкерования:

$$K_y = 0,04, \text{ тогда } \Delta_\Sigma = 0,04 \cdot 23,04 = 0,92 \text{ мкм.}$$

Для развёртывания чистового:

$$K_y = 0,02, \text{ тогда } \Delta_\Sigma = 0,02 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ мкм.}$$

Определение $2Z_{\min}$

Для зенкерования:

$$2Z_{\min} = 2 \left[(32 + 40) + \sqrt{23,04^2 + 120^2} \right] = 2 \cdot 194 \text{ мкм.}$$

Для развёртывания:

$$2Z_{\min} = 2 \left[(6,3 + 10) + \sqrt{0,02^2 + 120^2} \right] = 2 \cdot 136 \text{ мкм.}$$

За расчётный размер принимаем максимальный предельный размер обрабатываемой поверхности: $25 + 0,033 = 25,033$ мм.

Определение наибольших предельных размеров для каждого перехода

Для развёртывания чистового:

$$D_{\max} = 25,033 \text{ мм.}$$

Для зенкерования:

$$D_{\max} = 25,033 - 2 \cdot 0,136 = 24,761 \text{ мм.}$$

Для сверления:

$$D_{\max} = 24,761 - 2 \cdot 0,194 = 24,373 \text{ мм.}$$

Округляем принятые размеры до знака допуска:

$D_{\max} = 25,033$ мм – округленный размер для развёртывания чистового по 8-му качеству (допуск $T = 39$ мкм);

$D_{\max} = 24,76$ мм – округленный размер для зенкерования по 10-ому качеству (допуск $T = 84$ мкм);

$D_{\max} = 24,37$ мм – округленный размер для сверления по 12-ому качеству (допуск $T = 210$ мкм).

Определение минимальных предельных размеров

Для развёртывания чистового:

$$D_{\min} = 25,033 - 0,033 = 25 \text{ мм.}$$

Для зенкерования:

$$D_{\min} = 24,761 - 0,084 = 24,677 \text{ мм.}$$

Для сверления:

$$D_{\min} = 24,37 - 0,210 = 24,16 \text{ мм}$$

Полученные предельные припуски:

$$2Z_{\min} = 25,033 - 24,761 = 0,272 \text{ мм - для развертывания;}$$

$$2Z_{\min} = 24,761 - 24,37 = 0,391 \text{ мм - для зенкерования.}$$

$$2Z_{\max} = 25 - 24,677 = 0,323 \text{ мм - для развертывания;}$$

$$2Z_{\max} = 24,677 - 24,16 = 0,517 \text{ мм - для зенкерования.}$$

Расчёт общих припусков:

$$Z_{\max} = 0,323 + 0,517 = 0,84 \text{ мм - общий максимальный припуск;}$$

$$Z_{\min} = 0,272 + 0,391 = 0,663 \text{ мм - общий минимальный припуск.}$$

Проверка правильности расчётов:

$$Z_{\max} - Z_{\min} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}$$

$$0,84 - 0,663 = 0,21 - 0,033$$

$$0,177 = 0,177 \text{ следовательно расчёт припусков произведён верно.}$$

Результаты расчёта представлены в таблице 1.6

Таблица 1.6 – Припуски на механическую обработку поверхности Ø25H8

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Мин. припуск 2Z _{min} , мкм	Расчётный максимальный размер, мм	Допуск T _d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	Δ _Σ	ε				max	min	2Z _{min}	2Z _{max}
Сверление по H12	50	70	23,04	0	–	24,373	210	24,37	24,16	–	–
Зенкерование по H10	32	40	0,92	0	2x194	24,761	84	24,761	24,677	0,391	0,517
Развертывание чистовое по H8	6,3	10	0,004	0	2x136	25,033	33	25,033	25	0,272	0,323

1.4.7 Расчет режимов резания

Операция 005 Сверлильно-фрезерная

Переход 5. Зенкеровать отв. Ø24,4H10 на длину 25мм

Глубина резания: $t=(D-d)/2=(24,8-23)/2=0,9$ мм.

Подача: $S=0,7 \dots 0,9$ мм/об; $S=0,8$ мм/об

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.9)$$

где T=40мин. - период стойкости сверла

$C_v=16,3$; $q=0,3$; $y=0,5$; $m=0,3$; $x=0,2$ – показатели степени

$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$ - поправочный коэффициент на скорость резания

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (1.10)$$

где $K_r = 1$; $n_v = -0,9$ [5]

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450} \right)^{-0,9} = 0,63;$$

$$K_v = 0,63 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,63.$$

$$V = \frac{16,3 \cdot 24,8^{0,3}}{40^{0,3} \cdot 0,9^{0,2} \cdot 0,8^{0,5}} \cdot 0,63 = 10,2 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,2}{\pi \cdot 24,8} = 130 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка: $n_{ст} = 125 \text{ об/мин.}$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{\pi \cdot 24,8 \cdot 125}{1000} = 9,7 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент и осевая сила:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p \quad P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.11)$$

$$C_m = 0,09; q = 1,0; y = 0,8; x = 0,9; C_p = 67; y = 0,65; x = 1,2, n = 0,75$$

$$K_p = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n; \quad (1.12)$$

$$K_p = \left(\frac{450}{750} \right)^{0,75} = 0,68;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 24,8^{1,0} \cdot 0,9^{0,9} \cdot 0,8^{0,8} \cdot 0,68 = 11,55 \text{ Н·м;}$$

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 0,9^{1,2} \cdot 0,8^{0,65} \cdot 0,68 = 347,3 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{11,55 \cdot 125}{9750} = 0,15 \text{ кВт.}$$

Проверка на достаточность привода станка:

$$N_e < N_{штп} = 11 \cdot 0,85 = 9,35 \text{ кВт.}$$

$$0,15 < 9,35$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (1.13)$$

где $L = l + l_1$ – длина обработки,

$l_1 = 2 \text{ мм}$ – величина врезания и перебега;

$i = 1$ – число проходов (4 отверстия).

$$L = 25 + 2 = 27 \text{ мм;}$$

$$T_o = \frac{27}{125 \cdot 0,8} \cdot 1 = 0,27 \text{ мин.}$$

Переход 13. Сверлить 4 отверстия $\varnothing 8,4^{+0,36}$ на длину 26мм

Глубина сверления: $t=0,5 \cdot D=0,5 \cdot 8,4=4,2$ мм.

Подача: $S=0,20 \dots 0,25$ мм/об; $S=0,2$ мм/об

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.14)$$

где $T=25$ мин. - период стойкости сверла

$C_v=7,0$; $q=0,4$; $y=0,7$; $m=0,2$ – показатели степени

$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$ - поправочный коэффициент на скорость резания

$$K_v = 0,63 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,63.$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 8,4^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 0,63 = 16,7 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 16,7}{\pi \cdot 8,4} = 634 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка: $n_{ст} = 630$ об/мин.

Фактическая скорость резания:

$$V_{ф} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{\pi \cdot 8,4 \cdot 630}{1000} = 16,6 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент и осевая сила:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.15)$$

$C_m=0,0345$; $q=2,0$; $y=0,8$; $C_p=68$; $q=1,0$; $y=0,7$

$$K_p = \left(\frac{450}{750} \right)^{0,75} = 0,68;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,4^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,68 = 4,6 \text{ Н·м;}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 8,4^{1,0} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,68 = 1259 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{4,6 \cdot 630}{9750} = 0,3 \text{ кВт.}$$

Проверка на достаточность привода станка:

$$0,3 < 9,35$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (1.16)$$

где $L=1+l_1$ – длина обработки,

$l_1=2$ мм – величина врезания;

$i=4$ – число проходов (4отверстия).

$L=26+2=28$ мм;

$$T_0 = \frac{28}{630 \cdot 0,2} \cdot 4 = 0,89 \text{ мин.}$$

На остальные переходы режимы резания назначены по методике указанной в каталогах SANDVIK и KORLOY.

Режимы резания сведены в таблицу 1.7.

Таблица 1.7- Режимы резания

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об/мм /мин	V, м/мин	n, об/мин	Pz, Н	N, кВт	T ₀ , мин
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Фрезеровать поверхность 27±0,5мм	2	-/720	215	500	963,4	3,38	0,13
2. Фрезеровать поверхность 6±0,5мм	2	-/720	215	500	963,4	3,38	0,25
3. Фрезеровать поверхность 32±0,5мм	1	-/1000	260	1000	826	3,5	0,14
4. Сверлить отв. Ø23H12	11,5	0,26	72,2	1000	3314	2,54	0,16
5. Зенкеровать отв. Ø24,8H10	0,9	0,8	9,7	125	347,3	0,15	0,27
6. Развернуть отв. Ø25H8	0,1	1,1	4,5	50	-	-	0,5
7. Зенковать фаску 1,5x45°	1,5	0,5	9,5	80	839,2	0,3	0,04
8. Сверлить 2 отв. Ø17H14	8,5	0,25	53,4	1000	2537	1,56	0,3
9. Фрезеровать предварит. отв. Ø78H14 на глубину 10H12	16	-/320	125,6	800	1575	0,29	0,3
10. Фрезеровать окончательно отв. Ø98 ⁺¹ на глубину 10	13	-/400	130,1	1000	1339	0,83	0,27
11. Фрезеровать 2 фаски 1x45°	1	-/320	126,5	1600	145,1	0,3	0,1
12. Центровать 4отв.	3	0,13	23,5	630	-	0,57	0,54
13. Сверлить 4 отв. Ø8,4	4,2	0,2	16,6	630	1259	0,3	0,89
14. Зенковать 4 фаски 1,6x45°	1,5	1	9,5	80	839,2	0,3	0,09
15. Нарезать резьбу в 4 отв. M10-7H	1,5	1,5	17,8	250	-	-	0,65

Суммарное основное время на операцию $\Sigma T_0 = 4.63$ мин

Операция 015 Вертикально-фрезерная
Режимы резания сведены в таблицу 1.8.

Таблица 1.8- Режимы резания

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об/мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	P _z , Н	N, кВт	T ₀ , мин
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Фрезеровать поверхность в размер 25h14	2	-/1000	126,5	1000	1575	3,25	0,15
2. фрезеровать поверхность в размер 30 h14	2	-/1000	126,5	1000	1575	3,25	0,38

Суммарное основное время на операцию $\Sigma T_0 = 0.53$ мин

Операция 025 Токарная с ЧПУ

Переход 6. Расточить канавку $\varnothing 11H14$

Инструмент: резец фасонный (канавочный) T5K10.

Глубина резания: $t = 10$ мм

Подача: $S = 0,18 \dots 0,26$ мм/об. Выбираем $S = 0,2$ мм/об

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.17)$$

где $T = 45$ мин – период стойкости инструмента,

C_v, x, y, m – коэффициент и показатели степени;

$C_v = 47; y = 0,8; m = 0,2;$

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV}, \quad (1.18)$$

где K_{MV} - поправочный коэффициент, учитывающий влияние обрабатываемого материала;

$K_{PV} = 1$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{UV} = 0,65$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (1.19)$$

где $K_r = 1$ – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости;

$n_v = 1,0$ – показатель степени; [5]

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450} \right)^{1,0} = 1,67;$$

$$K_v = 1 \cdot 0.65 \cdot 1.67 = 1,08;$$

$$V = \frac{47}{45^{0.2} \cdot 0,2^{0,8}} \cdot 1.08 = 85.9 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 85.9}{\pi \cdot 111} = 245 \text{ об/мин};$$

Регулирование частот вращения бесступенчатое.

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (1.20)$$

где $C_p = 408$; $x = 0,72$; $y = 0,8$; $n = 0$;

K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки,

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP},$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n; \quad (1.21)$$

где $n = 0.75$ - показатель степени;

$$K_{MP} = \left(\frac{450}{750} \right)^{0.75} = 0.68;$$

$K_{\varphi P} = 0,89$; $K_{\gamma P} = 1,1$; $K_{\lambda P} = 1,0$; $K_{rP} = 1,0$

$$K_p = 0.68 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0.67;$$

$$P_z = 10 \cdot 408 \cdot 10^{0.72} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 85.9^0 \cdot 0.67 = 3958 \text{ Н}.$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3958 \cdot 85.9}{1020 \cdot 60} = 5.56 \text{ кВт}.$$

Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{шп} = 22 \cdot 0,8 = 17,6 > 5,56 \text{ кВт}$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (1.22)$$

где $L = l + l_1 + l_2$ – длина обработки,

$l_1 = 3 \text{ мм}$ – величина врезания; [12]

$l_2 = 0 \text{ мм}$ – величина перебега

$$L = 9,5 + 3 = 12,5 \text{ мм};$$

i – число проходов;

$$T_o = \frac{12.5}{245 \cdot 0.2} \cdot 1 = 0,26 \text{ мин}$$

Остальные режимы резания сведены в таблицу 1.9

Таблица 1.9- Режимы резания

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об/мм /мин	V, м/мин	n, об/мин	P _z , Н	N, кВт	T ₀ , мин
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Подрезать торец в размер 177±0,5	2	0,6	236,8	650	1200	3,6	0,1
2. Расточить отв. Ø89Н10 на длину 43мм предварительно и окончательно с образованием фаски 1,5х45°	2	0,8	167,7	600	1200,6	3,08	0,19
3. Расточить отв. Ø49 Н10 на длину 32мм предварительно и окончательно	2	0,8	153,9	1000	1200,6	3,1	0,1
4. Расточить отв. Ø91 Н14	1	0,1	142,8	500	1600	3,67	0,76
5. Расточить отв. Ø90 Н8 и Ø50 Н8 с образованием фаски	0,5	0,1	282	1000	347,3	0,15	0,35
6. Расточить канавку Ø111Н14	10	0,2	85,9	245	3958	5,56	0,26
7. Точить торец в размер 43h14	1,5	0,15	188,4	1000	812	2,5	0,11
8. Точить торец в размер 92Н14	1,5	0,15	188,4	1000	812	2,5	0,25

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 2.12 \text{ мин}$$

Операция 030 Горизонтально-фрезерная

Фрезеровать паз в размер R15±2

Фреза 32x178 2223-0015 ГОСТ 17026-71 (P6M5K5)

Глубина фрезерования t = 30мм; ширина фрезерования B = 35мм;

Подача на один зуб фрезы: S_z = 0,08 мм/зуб [5]

Скорость резания [5]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (1.23)$$

$$C_v = 46,7; q = 0,45; x = 0,5; y = 0,5; u = 0,1; p = 0,1; m = 0,33 [5]$$

T = 100мин – период стойкости инструмента;

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания [5]:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{UV}, \quad (1.24)$$

где $K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ - коэффициент на обрабатываемый материал ($n_v = -0,9$)

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450} \right)^{-0,9} = 0,63$$

$$K_{пв} = 1; K_{ив} = 1$$

$$K_v = 0,63 \cdot 1 \cdot 1 = 0,63$$

$$V = \frac{46,7 \cdot 32^{0,45}}{100^{0,33} \cdot 30^{0,5} \cdot 0,08^{0,5} \cdot 35^{0,1} \cdot 6^{0,1}} \cdot 0,63 = 11,58 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n_{\phi p} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11,58}{3,14 \cdot 32} = 123,4 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{ст} = 125$ об/мин.

Действительная скорость:

$$V_{\phi} = \frac{n_{ст} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{125 \cdot 3,14 \cdot 32}{1000} = 12 \text{ м/мин.}$$

Сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \quad (1.25)$$

где $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$ [12]; $K_{MP} = 0,68$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 30^{0,86} \cdot 0,08^{0,72} \cdot 35^1 \cdot 6}{32^{0,86} \cdot 125^0} \cdot 0,68 = 14950 \text{ Н}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{14950 \cdot 125}{2 \cdot 100} = 9344 \text{ Н·м}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{14950 \cdot 12}{1020 \cdot 60} = 2,93 \text{ кВт}$$

Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta = 5,5 \cdot 0,8 = 4,4 > 2,93 \text{ кВт},$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_1}{S_M} \cdot i, \quad (1.26)$$

где $S_M = S_z \cdot z \cdot n = 0,08 \cdot 6 \cdot 125 = 60 \text{ мм/мин}$ – минутная подача;

$$T_o = \frac{15}{60} \cdot 1 = 0,25 \text{ мин}$$

Операция 035 Сверлильная с ЧПУ

Назначение режимов резания аналогично операции 005. Результаты расчета заносим в таблицу 1.10.

Таблица 1.10- Режимы резания

Наименование перехода	t, мм	S, мм/об/мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	P _z , Н	N, кВт	T ₀ , мин
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Центровать 4 отв.	3	0,13	23,5	630	-	0,57	0,54
2. Сверлить 4 отв. Ø8,4	4,2	0,2	16,6	630	1259	0,3	0,57
3. Зенковать 4 фаски 1,6x45°	1,5	1	9,5	90	839,2	0,3	0,09
4. Нарезать резьбу в 4 отв. М10-7Н	1,5	1,5	17,8	250	-	-	0,42

Суммарное основное время на операцию $\Sigma T_0 = 1.62$ мин

1.5 Конструкторская часть

1.5.1 Проектирование вертикально-фрезерного приспособления

Базирование детали в приспособлении производится по плоскости и в призму.

Приспособление устанавливается на столе станка, базируется при помощи шпонок 9, выставляется на установочной плоскости, крепится болтами в пазах стола. Для транспортировки приспособление имеет отверстия.

Приспособление состоит из сварного корпуса 1, к которому винтами 12 и штифтами 18 прикручены упор 8 и призма 6, по которым базируется заготовка, поджим заготовки осуществляется с помощью винта 2 пятой 7. Опоры 5 и втулка 4 запрессованы в корпус 1. Зажим заготовки осуществляется прихватом 15 за счёт гайки 14.

4.1.1 Силовой расчёт приспособления

Силовой расчёт приспособления ведём по методике, изложенной в [9].

Расчёт силы закрепления

Силу закрепления P_3 определяют из условия равновесия силовых факторов, действующих на заготовку. Расчётная схема и формула для вычисления силы закрепления принимаются по [9].

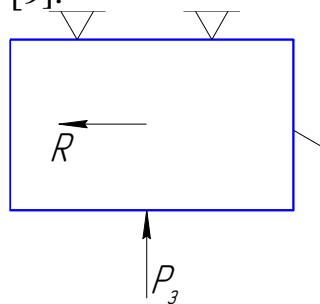


Рисунок 1.6 Схема сил

Сила резания $R = 1575$ Н (из режимов резания на фрезерование). Силу закрепления P_3 можно определить по формуле:

$$P_3 = \frac{KR}{(f_1 + f_2)}, \quad (1.27)$$

где f_1, f_2 – коэффициенты трения, $f_1 = f_2 = 0,16$;

K – коэффициент запаса, который определяется по формуле:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6, \quad (1.28)$$

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

K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях, $K_1 = 1,2$;

K_2 – коэффициент, характеризующий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента, $K_2 = 1,0$;

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

K_4 – коэффициент, характеризующий постоянство сил закрепления в зажимных механизмах, $K_4 = 1,3$;

K_5 – коэффициент, характеризующий эргономику ручных зажимов, $K_5 = 1,0$;

K_6 – коэффициент учитывается только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры, $K_6 = 1,0$;

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,4;$$

$$P_3 = \frac{2,4 \cdot 1575}{(0,16 + 0,16)} = 11812,5 \text{ Н.}$$

Расчёт винтового элементарного зажимного механизма

При известной силе P_3 вычисляют номинальный диаметр винта по формуле:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{P_3}{\sigma_p}}, \quad (1.29)$$

где σ_p – напряжение материала винта, $\sigma_p = 100 \text{ МПа}$;

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{11812,5}{100}} = 15,2 \text{ мм.}$$

Принимаем $d = 20 \text{ мм}$.

Рассчитаем КПД зажимного механизма и крутящего момента, который нужно приложить к винту для надёжного закрепления заготовки.

КПД винтовой пары определяется по формуле:

$$\eta = \operatorname{tg} \alpha \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}), \quad (1.30)$$

где α – угол подъёма резьбы, который определяется по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{2\pi r_{\text{cp}}}, \quad (1.31)$$

где S – шаг резьбы, $S = 1,5 \text{ мм}$,

r_{cp} – средний радиус резьбы, который определяется по формуле:

$$r_{\text{cp}} = \frac{d_{\text{cp}}}{2} = \frac{18,376}{2} = 9,188 \text{ мм};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2,5}{2 \cdot \pi \cdot 9,188} = 0,043$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,043 = 2,48$$

$\varphi_{\text{пр}}$ – приведённый угол трения, который определяется по формуле:

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{пр}} = f_{\text{пр}}, \quad (1.32)$$

где $f_{\text{пр}}$ – приведённый коэффициент трения, который определяется по формуле:

$$f_{\text{пр}} = \frac{f}{\cos \beta}, \quad (1.33)$$

где β – половина угла при вершине профиля резьбы, $\beta = 30^\circ$;

$$f_{\text{пр}} = \frac{0,16}{\cos 30^\circ} = 0,185,$$

$$\varphi_{np} = \arctg 0,185 = 10,49,$$

$$\eta = \tg 2,48 \cdot \ctg(2,48 + 10,49) = 0,188.$$

Так как $\eta < 0,4$, то винтовой элементарный зажимной механизм надёжен против отвинчивания.

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{кр} = 0,1P_3 d_2, \text{кН} \cdot \text{мм} \quad (1.34)$$

$$M_{кр} = 0,1 \cdot 11812 \cdot 5 \cdot 18,376 = 21,71 \text{кН} \cdot \text{мм}.$$

4.1.2 Расчёт приспособления на точность

Расчёт приспособления на точность ведём по методике, изложенной в [9].

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления.

$$\varepsilon_{np} = K \sqrt{(K_1 \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{п}^2 + \varepsilon_{изн}^2 + \Delta_y^2 + \Delta_{и}^2 + \Delta_{н}^2 + \Sigma \Delta_{\phi}^2 + \Delta T^2}, \quad (1.35)$$

где K – коэффициент, учитывающий возможность отступления от нормального распределения отдельных составляющих, $K = 1,2$;

ε_6 – погрешность базирования, $\varepsilon_6 = 0,062 \text{мм}$;

K_1 – коэффициент, принимается, если присутствует погрешность базирования, $K_1 = 1$;

ε_3 – погрешность закрепления, которая определяется по формуле [9]:

$$\varepsilon_3 = [(K_{Rz} R_z + K_{НВ} НВ) + C_1] \left(\frac{Q}{9,8} \right)^n \frac{1}{F^m}, \quad (1.36)$$

где $K_{Rz} = 0,016$, $R_z = 32 \text{мкм}$, $НВ = 241$, $K_{НВ} = -0,0045$, $C_1 = 0,776 + 0,053F$, $F = 4 \text{см}^2$, $Q = 12500 \text{Н}$, $n = 0,6$, $m = 0,6$;

$$\varepsilon_3 = [(0,016 \cdot 32 - 0,0045 \cdot 241) + 0,988] \cdot \left(\frac{12500}{9,8} \right)^{0,6} \cdot \frac{1}{4^{0,6}} = 0,013 \text{мм}.$$

$\varepsilon_{уст}$ – погрешность установки приспособления на станке, $\varepsilon_{уст} = 0,02$;

$\varepsilon_{п}$ – погрешность смещения режущего инструмента, $\varepsilon_{п} = 0$, так как отсутствуют направляющие элементы приспособления;

$\varepsilon_{изн}$ – погрешность, возникающая в результате износа составных частей, $\varepsilon_{изн} = 0,04$;

$$\varepsilon_{np} = 1,2 \cdot \sqrt{0,062^2 + 0,013^2 + 0,02^2 + 0,04^2} = 0,093 \text{мм}.$$

Приспособление требованиям точности удовлетворяет.

1.6 Организационная часть

1.6.1 Нормирование технологического процесса механической обработки

Нормирование технологических процессов.

Норма времени [5]:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}, \quad (1.37)$$

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

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

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

Для станков с ЧПУ штучного времени [5]:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{в} \cdot K_{цв}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right), \quad (1.38)$$

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

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

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

$T_{в}$ – вспомогательное время, мин;

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

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

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

$$T_{в} = T_{уст} + T_{опер} + T_{изм}, \quad (1.39)$$

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

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

$T_{изм}$ – время на измерение, мин.

$$T_{п-з} = T_{п-31} + T_{п-32} + T_{п-3.обр}, \quad (1.40)$$

где $T_{п-31}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{п-32}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{п-3.обр}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Для универсальных станков:

$$T_{шт} = (T_{о} + T_{в} \cdot K_{цв}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right). \quad (1.41)$$

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы [6, 7] и приведены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 - Результаты нормирования технологического процесса

№ оп	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
00 5	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией</p> <p>время на установку и снятие изделия</p> <p>время на измерение детали</p> <p>машинно-вспомогательное время по программе</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Время цикла автоматической работы станка по программе</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 14, поз.1</p> <p>Карта 16, поз. 1</p> <p>Карта 32</p> <p>Карта 88</p> <p>Карта 19, поз.6</p>	<p>4,63</p> <p>1,53</p> <p>0,25</p> <p>0,58</p> <p>0,9</p> <p>1,0</p> <p>2,36</p> <p>3%</p> <p>4%</p> <p>28</p> <p>5,53</p> <p>8,44</p> <p>8,73</p>
01 5	<p>Вертикально-фрезерная</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией</p> <p>время на установку и снятие изделия</p> <p>время на измерение детали</p> <p>машинно-вспомогательное время по программе</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p>	<p>Карта 14, поз.1</p> <p>Карта 16, поз. 1</p> <p>Карта 32</p> <p>Карта 88</p> <p>Карта 19, поз.6</p>	<p>0,53</p> <p>0,8</p> <p>0,15</p> <p>0,1</p> <p>0,4</p> <p>1,0</p> <p>1,05</p> <p>3%</p> <p>4%</p> <p>18</p>

Продолжение таблицы 1.11

1	2	3	4
	<p>Время цикла автоматической работы станка по программе</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>		<p>0,93</p> <p>2,12</p> <p>2,31</p>
02 5	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией</p> <p>время на установку и снятие изделия</p> <p>время на измерение детали</p> <p>машинно-вспомогательное время по программе</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Время цикла автоматической работы станка по программе</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 14, поз.1</p> <p>Карта 16, поз. 1</p> <p>Карта 19</p> <p>Карта 88</p> <p>Карта 19, поз.6</p>	<p>2,12</p> <p>1,53</p> <p>0,25</p> <p>0,3</p> <p>0,9</p> <p>1,0</p> <p>2,08</p> <p>3,5%</p> <p>4%</p> <p>31</p> <p>3,02</p> <p>5,48</p> <p>5,81</p>
03 0	<p>Горизонтально-фрезерная</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией</p> <p>время на установку и снятие изделия</p> <p>время на измерение детали</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p>	<p>Карта 14, поз.1</p> <p>Карта 16, поз. 1</p> <p>Карта 19</p> <p>Карта 88</p> <p>Карта 19, поз.6</p>	<p>0,25</p> <p>0,7</p> <p>0,25</p> <p>0,08</p> <p>1,0</p> <p>1,03</p> <p>3%</p> <p>3%</p> <p>21</p>

Продолжение таблицы 1.11

1	2	3	4
	Штучное время		1,36
	Штучно-калькуляционное время		1,58
03 5	Сверлильная с ЧПУ		
	1. Основное время		1,62
	2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией	Карта 14, поз.1	1,02
	время на установку и снятие изделия	Карта 16, поз. 1	0,2
	время на измерение детали		0,31
	машинно-вспомогательное время по про- грамме		0,9
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 19	1,0
	Суммарное вспомогательное время		1,53
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 88	3,5% 4%
	4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и при- способлений, на дополнительные приёмы	Карта 19, поз.6	28
	Время цикла автоматической работы станка по программе		2,52
	Штучное время		4,35
	Штучно-калькуляционное время		4,65

1.6.2 Расчет потребного количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Выбор оборудования производится в соответствии с принятым технологическим процессом. Расчетное количество станков на каждой операции для обработки годовой программы определяется:

$$C_{Pi} = \frac{t_{шт-ki} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (1.43)$$

где $t_{шт-ki}$ – штучно-калькуляционное время i -той операции, мин.;

N - годовая программа выпуска деталей;

$F_d = 2000$ ч. – действительный годовой фонд времени работы оборудования.

Полученное значение необходимо округлить до ближайшего целого большего числа C_{Pi} .

Коэффициент загрузки оборудования находится как отношение расчетного числа оборудования к принятому:

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{\Pi}}, \quad (1.44)$$

Полученные результаты занесены в таблицу 1.12.

Таблица 1.12 - Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	F _д	C _p	C _Π	K _{зо} , %
005	2000	0,15	1	15
015	2000	0,04	1	4
025	2000	0,1	1	10
030	2000	0,03	1	3
035	2000	0,08	1	8

Средний коэффициент загрузки K_{зо. ср.} = 8%.

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

1.6.3 Определение численности рабочих

Численность рабочих определяем по формуле [35]:

$$\mathcal{C}_{\text{осн}} = \sum_{i=1}^M (C_{\Pi i} \cdot n_{\text{см}i}), \quad (1.45)$$

где n_{смi} - количество смен работы оборудования на i-й операции

$$\mathcal{C}_{\text{осн}} = (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) = 5 \text{ чел.}$$

1) вспомогательные рабочие [22]:

$$\mathcal{C}_{\text{всп}} = \mathcal{C}_{\text{осн}} \cdot \frac{k_{\text{всп}}}{100}, \quad (1.46)$$

где k_{всп} = 60% - коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$\mathcal{C}_{\text{всп}} = 5 \cdot \frac{60}{100} = 3 \text{ чел.}$$

2) специалисты [22]:

$$\mathcal{C}_{\text{спец}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}}) \frac{k_{\text{спец}}}{100}, \quad (1.47)$$

где k_{спец} = 8...12% - коэффициент численности специалистов.

$$\mathcal{C}_{\text{спец}} = (5 + 3) \frac{12}{100} = 0,96$$

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

3) Служащие [22]:

$$\mathcal{C}_{\text{служ}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}}) \frac{k_{\text{служ}}}{100}, \quad (1.48)$$

где $k_{\text{служ}} = 2 \dots 4\%$ - коэффициент численности служащих.

$$\mathcal{C}_{\text{служ}} = (5 + 3 + 1) \frac{4}{100} = 0,32$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

4) Руководители [22]:

$$\mathcal{C}_{\text{рук}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}} + \mathcal{C}_{\text{служ}}) \frac{k_{\text{рук}}}{100}, \quad (1.49)$$

где $k_{\text{рук}} = 1,5 \dots 2\%$ - коэффициент численности руководителей.

$$\mathcal{C}_{\text{рук}} = (5 + 3 + 1 + 1) \frac{2}{100} = 0,2$$

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет

$$\mathcal{C}_{\text{общ}} = \mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}} + \mathcal{C}_{\text{служ}} + \mathcal{C}_{\text{рук}} = 5 + 3 + 1 + 1 + 1 = 11 \text{ чел.}$$

2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студент гр. 10А61

(Подпись)

Ф.С. Гафуров

(Дата)

Руководитель
Доцент ЮТИ ТПУ

(Подпись)

В.Г. Лизунков

(Дата)

Нормоконтроль
к.т.н., доцент ЮТИ ТПУ

(Подпись)

А.А. Ласуков

(Дата)

2.1 Расчет объема капитальных вложений

Цель данного раздела ВКР – обосновать технологическое решение, предложенное на основе расчёта себестоимости продукции (корпус КС 4372.205.152.001) при заданном объёме производства 1000шт. и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \times C_i, \quad (2.1)$$

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 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	$K_{тоi}$, руб.
005	ГФ2171С6	380000	1	380000
015	6Р11Ф3	250000	1	170000
025	СТП320	480000	1	480000
030	6Р81	320000	1	160000
035	2Р135Ф2-1	250000	1	250000
Всего:				1440000

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (двигатели, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.9.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

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

$$K_{во} = K_{то} \times 0,30 = 1440000 \times 0,3 = 432000 \text{ руб.}$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

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

В данном случае учитывается стоимость:

-инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к

машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);

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

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

$$K_{ин} = K_{то} \times 0,15 = 1440000 \times 0,15 = 216000 \text{ руб.}$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

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

В нашем случае общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C_{п}'' = (S_{пп} \times A_{пп} + S_{сп} \times A_{сп}) \times T, \quad (2.2)$$

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

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

T – отчетный период ($T=12$ мес.)

$$C_{п}'' = (120 \cdot 200 + 60 \cdot 200) \cdot 12 = 432000 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{N_M \times N \times C_M}{360} \times T_{обм} = \frac{8,35 \times 2000 \times 45}{360} \times 30 = 62625 \text{ руб.}$$

где $N_M=8,35$ кг/ед - норма расхода материала;

$N=2000$ шт - годовой объем производства продукции;

$C_M=45$ - цена материала сталь 25Л, руб./кг;

$T_{обм}$ - продолжительность оборота запаса материалов (1 месяц) в днях.

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

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

$$K_{нзп} = \frac{N \times T_{ц} \times C' \times k_{г}}{360}, \quad (2.3)$$

где $T_{ц}=0,5$ длительность производственного цикла при двухсменном режиме работы, дни;

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

$k_{г}$ - коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{N_M \times C_M}{k_m}, \quad (2.4)$$

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

Коэффициент готовности:

$$k_r = (k_m + 1) \times 0,5 = (0,83 + 1) \times 0,5 = 0,915.$$

$$C' = \frac{8,35 \times 45}{0,83} = 452,7, \text{ руб.}$$

$$K_{\text{нзп}} = \frac{2000 \times 0,5 \times 452,7 \times 0,915}{360} = 1150,64 \text{ руб.}$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \times N}{360} \times T_{\text{гп}} = \frac{452,7 \times 2000}{360} \times 30 = 75451,81 \text{ руб.}$$

где $T_{\text{гп}}=30$ дней - продолжительность оборота готовой продукции на складе

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{дз}} = \frac{V_{\text{рп}}}{360} \times T_{\text{дз}}, \quad (2.5)$$

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

$$V_{\text{рп}} = C' \times N(1 + p/100), \quad (2.6)$$

где $T_{\text{дз}}$ - продолжительность дебиторской задолженности ($T_{\text{дз}}=7 \div 40$), дней;
 p - рентабельность продукции ($p=15 \div 20\%$).

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

$$V_{\text{рп}} = 452,7 \times 2000 \times (1 + 15/100) = 1041210 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{дз}} = \frac{1041210}{360} \times 10 = 28922,5 \text{ руб.}$$

2.1.9 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.

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{гп}} \times 0,10 = 62625 \times 0,10 = 6262,5 \text{ руб.}$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_m) рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot H_m \cdot K_{\text{тзр}} - C_0 \cdot H_0), \quad (2.7)$$

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

C_0 – цена возвратных отходов, руб/кг;

H_0 – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_0 = m_3 - m_0 = 8,35 - 6,6 = 1,75 \text{ кг,}$$

где m_3 и m_0 – масса заготовки и изделия соответственно, кг.

$$C_m = 2000 \times (45 \times 8,35 \times 1,04 - 45 \times 6,6) = 187560 \text{ руб.}$$

Таблица 2.2 - Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_{mi} , руб.
ФЮРА А61088.001	781560	594000	187560
Всего:			187560

2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

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

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

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \times C_{часj}}{60} \times k_n \times k_p \times N, \quad (2.8)$$

где m – количество операций технологического процесса;

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

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

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

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

Таблица 2.3 - Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$t_{штi}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часi}$, руб.	C_{zoi} , руб
Оператор станков с ЧПУ	8,44	4	1	132,6	72744,36
Фрезеровщик	2,12	3	1	118,6	16343,08
Оператор станков с ЧПУ	5,48	4	1	132,6	47232,12
Фрезеровщик	1,36	3	1	118,6	10484,24
Оператор станков с ЧПУ	4,35	4	1	132,6	37492,65
Фонд заработной платы всех рабочих					184296,45

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo} \times (\alpha_1 + \alpha_2) = 184296,45 \times (0,26 + 0,4) = 121635,66 \text{ руб.}$$

где α_1 - обязательные социальные отчисления ($\alpha_1 = 0,26$), руб/год

α_2 - социальное страхование по проф. заболеваниям и несчастным случаям ($\alpha_2=0,3 \div 1,7$), руб/год

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

2.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

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

$$a_{ни} = \frac{1}{T_o} \times 100\% = \frac{1}{12} \times 100\% = 8,3\%$$

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

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

$$A = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \times a_{ни}}{F_d \times K_{вpi}} K_{зо}, \quad (2.9)$$

где n – количество оборудования;

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

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования,

$F_d=1987$ час.

Таблица 2.4 - Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц _i , руб.	а _{ни} , %	F _{дi} , ч	K _{зоi} , руб.	A _{оп} , руб.
005	250000	8,3	1987	0,15	156,6
015	350000	8,3	1987	0,04	58,5
025	250000	8,3	1987	0,1	104,4
030	180000	8,3	1987	0,03	22,6
035	200000	8,3	1987	0,08	66,8
Вспомог. оборуд.	432000	5,3	1987	0,13	149,8
Амортизационные отчисления для всех станков (A _ч)					558,7

2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Стоимость амортизации эксплуатируемых площадей входит в стоимость арендной платы за помещения.

2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

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

$$C_{ч.р} = \frac{100 \times (\omega_{mi} \times R_{mi} + \omega_{эi} \times R_{эi})}{T_{рц} \times \beta_M \times \beta_{тп} \times \beta_p \times \beta_T} + t_{р.эл} \times C_{р.эл}, \quad (2.10)$$

где R_{mi} и $R_{эi}$ – группы ремонтпригодности механической и электрической части i -го оборудования соответственно;

ω_{mi} и $\omega_{эi}$ – затраты на все виды планово-предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящиеся на единицу i -ой ремонтной техники;

$T_{рц}$ – длительность ремонтного цикла основной части оборудования, ч;

$\beta_M, \beta_{тп}, \beta_p, \beta_T$ – коэффициенты, влияющие на длительность ремонта соответственно от обрабатываемого материала, типа производства, значений па-

раметров оборудования, массы станка;

$t_{р.Эл}$ – трудоёмкость ремонта электронной части станков, Н/ч;

$C_{р.Эл}$ – стоимость ремонта;

$T_{рем. работ}$ – трудоёмкость ремонтных работ.

По [6] принимаем:

$T_{рц} = 23000$ ч; $\beta_M = 0,85$; $\beta_{ТП} = 1,5$; $\beta_p = 1$; $\beta_T = 1$; $C_{р.Эл} = 72$ руб/час.

Таблица 2.5 - Затраты на ремонт оборудования по технологическому процессу

№ операции	$t_{р.Эл}$	R_{Mi} , руб.	$R_{Эi}$, руб.	ω_{Mi} , Н.Ч.	$\omega_{Эi}$, Н.Ч.	$C_{ч.Рi}$, руб/час	$C_{общ}$, руб
005	93	15	7	34,5	40,2	2,72	812
015	93	8	7	29,7	40,2	1,77	140,66
025	93	15	8	29,7	40,2	2,62	519,77
030	-	8	6	29,7	40,2	1,63	97,33
035	93	9	7	29,7	40,2	1,87	297,43
Суммарные затраты на ремонт всех станков							1867,19

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы при содержании оборудования

2.2.6.1 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \times N \times g_{ох} \times c_{ох} = 5 \times 2000 \times 0,03 \times 33 = 9900 \text{ руб.}$$

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

$c_{ох}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, $c_{ох} = 33$ руб/кг;

n – количество станков.

9.2.6.2 Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \times C_{возд} \times N_{г}}{60} \times \sum t_{oi} = \frac{0,7 \times 0,75 \times 2000}{60} \times 9,15 = 160,13 \text{ руб.}$$

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

$C_{возд}$ – стоимость сжатого воздуха, $C_{возд} = 0,75$ руб.

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{чЭ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \times K_N \times K_{вр} \times K_{од} \times \frac{K_{\omega}}{\eta} \times C_{э}, \quad (2.11)$$

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

K_N , $K_{вр}$ – средние коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и времени, принимаем $K_N = 0,7$; $K_{вр} = 0,5$;

$K_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{од} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{од} = 0,85$;

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

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

$C_{э}=3,43$ средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети), руб.

Таблица 2.6 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$K_{вр}$	$C_{чэи}$, руб
005	11	0,15	5099,2
015	5,5	0,04	679,9
025	22	0,1	6798,95
030	5,5	0,03	509,92
035	3,7	0,08	914,77
Затраты на электроэнергию для всех операций			14002,74

2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановый показатель (5-7% от стоимости инструментов, приспособлений, инвентаря) $K_{ин}=10800$ руб. и включим в себестоимость произведенной продукции.

2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{змj} \times Ч_{врj} \times 12 \times k_{пj} \times k_{рj} \times k_y, \quad (2.12)$$

$$C_{зврВСП} = 13500 \times 5 \times 12 \times 1,3 \times 1,3 \times 0,1 = 136890 \text{ руб.}$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

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

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

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

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

k_y – коэффициент участия вспомогательных рабочих в производственном процессе при изготовлении детали.

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} \times 0,26 = 136890 \times 0,26 = 35591,4 \text{ руб.}$$

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

2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{зауп} = \sum_{i=1}^k C_{змj} \times Ч_{аупj} \times 12 \times k_{пj} \times k_{пдj} \times k_y, \quad (2.13)$$

$$C_{ЗАУП} = 13500 \times 1 \times 12 \times 1,3 \times 1,3 \times 0,2 = 54756 \text{ руб.}$$

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

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

$k_{пдj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала;

k_y – коэффициент участия административно-управленческого персонала в производственном процессе при изготовлении детали.

Отчисления на социальные цели административно-управленческого пер-

сонала:

$$C_{\text{оауп}} = C_{\text{зауп}} \times 0,26 = 54756 \times 0,26 = 14236,6 \text{ руб.}$$

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

2.2.11 Прочие расходы

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

Прочие расходы рассчитаем как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = ПЗ \times N \times 0,7, \quad (2.14)$$

$$C_{\text{проч}} = 246,72 \times 2000 \times 0,7 = 345408, \text{ руб.}$$

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

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Таблица 2.7 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
1	2	3
Прямые затраты:	246,72	493432,11
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	93,77	187560
заработная плата производственных рабочих	92,14	184296,45
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	60,8	121635,66
Косвенные затраты:	528,09	1056170,76
амортизация оборудования предприятия	0,28	558,7
арендная плата эксплуатируемых помещений	216	432000
отчисления в ремонтный фонд	0,93	1867,19
вспомогательные материалы на содержание оборудования	5,03	10060,13
затраты на силовую электроэнергию	7	14002,74
износ инструмента	5,4	10800
заработная плата вспомогательных рабочих	68,45	136890
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	17,8	35591,4
заработная плата административно-управленческого персонала	27,38	54756

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	7,12	14236,6
прочие расходы	172,7	345408

При годовой программе выпуска (2000шт.) изделия КС 4372.205.152.001 и разработанном технологическом процессе себестоимость изделия составляет 774,81Руб. При реализации изделия по цене 929 руб. предполагаемая прибыль составит 1858000руб. при заданной программе выпуска, что говорит о рентабельности капитальных вложений и безубыточности производства.

3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10А61

(Подпись)

Ф.С. Гафуров

(Дата)

Руководитель
доцент

(Подпись)

С.А. Солодский

(Дата)

Нормоконтроль
к.т.н., доцент кафедры ТМС

(Подпись)

А.А. Ласуков

(Дата)

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А61	Гафурову Файзали Сабзалиевич

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>3. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Вредные и опасные производственные факторы на участке. При анализе условий труда на механическом участке выявлены следующие вредные и опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; -шум, вибрации, воздействие СОТС, отлетающая стружка, опасность поражения электрическим током; движущие механизмы (механизмы станка)
---	--

4. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с работаваемой 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) 	<p>Выявление и анализ вредных производственных факторов и разработка мероприятий по защите от них</p> <p>Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте</p> <p>Обеспечение оптимальных параметров микроклимата</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Выявление и анализ опасных производственных факторов и разработка мероприятий по защите от них.</p> <p>Обеспечение заземления</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); 	<p>В связи с тем, что работа на участке связана с применением СОЖ и смазочных материалов, вредных для окружающей среды, на участке необходимо применить специальные емкости</p>

<ul style="list-style-type: none"> – 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. 	для хранения отработанной жидкости которые идут на отработку
<p><i>4</i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	Безопасность при возникновении ЧС
<p><i>5</i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А61	Гафуров Ф.С.		

3.1 Характеристики объекта исследования

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

При проектировании технологического процесса изготовления детали Корпус КС4372.205.152.001 применяются следующие станки: сверлильно-фрезерно-расточной, токарный, сверлильный.

Следовательно, деталь подвергается сверлильной, токарной и фрезерной обработке.

Обрабатываемый материал – 25Л ГОСТ 977-88.

Выполнение рассматриваемого технологического процесса сопровождается вредными и опасными факторами.

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

При обработке стального литья 25Л образуется металлическая стружка, имеющая высокую температуру и представляющая серьезную опасность не только для работающих на станке, но и для лиц находящихся вблизи станка. Опасность для глаз представляет не только отлетающая стружка, но и пылевые частицы обрабатываемого материала, осколки режущего инструмента. Также следует отметить что режимы обработки выбранные в ходе разработки технологического процесса таковы что скорость вращения заготовки на станке не высока ввиду больших размеров заготовки, однако увеличены величины глубины резания соразмерно с подачами станка. Из этого следует, что главную опасность представляет отлетающая стружка, которая имеет большую толщину и очень раскалена.

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

3.2 Выявление и анализ вредных производственных факторов

3.2.1 Шум

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

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

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

В борьбе с производственным шумом применяются методы:

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

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

3.2.2 Недостаточное освещение

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения:

- естественное (источником является солнце);
- искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные);
- смешанное (естественное + искусственное).

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

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

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

$$KEO = \frac{E}{E_0} \cdot 100\% \quad (3.1)$$

где E – освещённость на рабочем месте, Лк;

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

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

На участке, где происходит технологический процесс изготовления детали, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы – фонари. Так как освещённость, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещённости применяется комбинированное освещение – естественное и искусственное. Искусственное общее освещение – лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

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

Рассчитаем требуемое количество светильников.

Расчет общего равномерного искусственного освещения рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока. Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещённости поверхности с учетом света, отраженного стеклами и потолком. Методика расчета изложена в [12].

Величина светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta} \quad (3.2)$$

где $E = 390$ лк – минимальная освещённость;

$k = 1,8$ – коэффициент запаса;

$S = 400 \text{ м}^2$ – площадь освещаемого помещения;

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

$N = 18$ – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока (в долях единицы).

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

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

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

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

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

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (3.3)$$

где $h = 6$ м – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью;
 A, B – стороны помещения, м²;

$$i = \frac{400}{6 \cdot (20 + 20)} = 1.66.$$

По таблице 12 [11] $\eta = 41\%$.

$$\Phi = \frac{390 \cdot 1,8 \cdot 400 \cdot 0,9}{18 \cdot 0.41} = 34243 \text{ лм.}$$

По таблице 2 [11] для общего освещения используются лампы с мощностью 125 Вт, напряжением в сети 220 В, напряжением на лампе 120 В, током лампы 1,25 А, световой поток 5500 лм. Лампа ЛБ.

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

3.2.3 Вибрации

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

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

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы.

Предельно допустимая норма вибраций (уровень виброскорости) по СН 2.2.4/2.1.8.566-96 или ГОСТ12.1.012-78:

общая – 92 дБ, для средней частоты октавных полос – 16; 31,5; 63 Гц;

общая – 93 дБ, для средней частоты октавной полосы – 8 Гц;

общая – 99 дБ, для средней частоты октавной полосы – 4 Гц;

общая – 108 дБ, для средней частоты октавной полосы – 2 Гц;

местная – 124 дБ.

Также необходимо отметить, что особо опасной является вибрация с частотой 6...9 Гц, которая близка к собственной частоте колебаний внутренних органов человека; при её воздействии возникает резонанс, который увеличивает колебания внутренних органов, расширяя их или сужая, что весьма вредно. Чем

больше амплитуда колебаний, тем больше энергия колебательных движений и тем сильнее на них реакция человека.

3.2.4 Смазывающе-охлаждающие технологические средства (СОТС)

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

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

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

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

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

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

3.3 Выявление и анализ опасных производственных факторов

3.3.1 Движущиеся рабочие органы станков

Движущиеся рабочие органы станков могут нанести травму работнику.

На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска травмирования станочника. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка. Кроме того, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ, существует вероятность получения травмы при смене инструмента, т. к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной.

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

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

3.3.2 Электрический ток

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

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

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

В качестве примера произведем расчёт заземления.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_r}{d}\right) \quad (3.4)$$

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

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

l_m – длина трубы, $l_m = 250$ см;

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

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

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

Определяется требуемое число заземлителей Π , шт. по формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta} \quad (3.5)$$

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

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

Длина соединительной полосы определяется по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1) \quad (3.6)$$

где a – расстояние между заземлителями, м

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

Сопротивление соединительной полосы определяется по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}\right) \quad (3.7)$$

где b – ширина полосы, $b = 1,2$ см;

l_n – длина полосы, $l_n = 4200$ см;

ρ_n – удельное сопротивление грунта, $\rho_n = 10^4$ Ом·см;

h_n – глубина погружения трубы в землю, $h_n = 80$ см

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

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

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi} \quad (3.8)$$

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

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

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

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

Размещается заземление по контуру и соединяется между собой соединительной полосой.

3.3.3 Стружка

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

Защитой от стружки скалывания приены экраны и щитки, предохраняющие работающего. Станки снабжены пылеотсосами. Станки снабжены пылеотсосами. При помощи мощной насосной станции отсасывается пыль и стружка из

зоны резания и транспортируется по трубопроводу в циклон. Циклон устанавливается на подставке. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки.

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

3.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование

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

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

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

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

По характеру охвата помещений различают: общеобменную; местную.

По времени действия: постоянно действующая; аварийная.

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

Применяется воздушно-отопительный агрегат который обеспечивает подогрев воздуха, подаваемого в производственные помещения в холодный период года.

Самый распространённый – это пластинчатый калорифер. Тонкие стальные трубки, расположены вертикально в несколько рядов, соединены между собой металлическими пластинками, которые размещены на небольших расстояниях одна от другой по всей длине трубок. Концы трубок закреплены в коробках, имеющих патрубки для подсоединения к тепловой сети. Горячая вода или пар, проходя через трубки, нагревает их и металлические пластины, в которых они расположены. Воздух, побуждаемый вентилятором, проходя через зазоры между металлическими пластинами и трубками, отбирает от них тепло и подогревает до необходимой температуры, которую можно в известных пределах регулировать.

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

3.5 Охрана окружающей среды

Проблема защиты окружающей среды одна из важнейших задач современ-

ности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы достигают больших размеров.

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

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

3.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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

Потенциальными источниками чрезвычайных ситуаций на данной территории являются:

Природные:

- ураганный ветер, ливневые дожди, которые могут привести к замыканию электропроводки. В этом случае происходит эвакуация людей в безопасное место, отключение электроэнергии.

- при резком повышении или понижении температуры применяются дополнительные источники подогрева, охлаждения, предусмотрены перерывы.

Техногенные: утечка хлора или аммиака.

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

В случае утечки аммиака, необходимо укрыться в убежище, т.к. аммиак поднимается в верхние слои атмосферы, и так же воспользоваться защитными средствами.

Пожарная безопасность

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

Причинами возникновения пожаров в ходе обработки данной детали могут

явиться:

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

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

Мероприятия по пожарной профилактике:

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

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

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

Для эвакуации людей при пожаре на участке имеется два эвакуационных выхода. Удаление дыма из горящего помещения производится через оконные проемы, а также с помощью специальных дымовых люков.

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

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

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

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

3.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

В качестве организационных мероприятий предусмотрено следующее.

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

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

Заключение

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

- от поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства.

- приведены параметры микроклимата, которые должны поддерживаться в помещении при производстве работ.

- для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль».

- от механических повреждений стружкой станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией.

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

КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТА

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был спроектирован технологический процесс обработки корпуса кранового распределителя.

Спроектированный технологический процесс имеет свои преимущества. Это заключается в применении оборудования, позволившем сконцентрировать технологические переходы, сократить количество операций и увеличить производительность, в частности применение станка модели ГФ2171С6. Введение шлифовальной операции позволило увеличить точность технологических баз, а, следовательно, точность обрабатываемых поверхностей. Спроектированное специальное приспособление позволило увеличить точность базирования на выполняемых операциях. Применение принципа постоянства баз при разработке операций (плоскость и два отверстия) увеличивает точность получаемых размеров. Применение фрезерования резьбы позволяет в несколько раз сократить основное время на обработку. Применение прогрессивного способа получения заготовки позволило обеспечить коэффициент использования материала 0,83.

Предложенный технологический процесс более выгоден с точки зрения организации производства. Сокращение количества применяемого оборудования сокращает производственные площади. Это позволит применять для изготовления детали небольшой производственный участок, что в целом позволит значительно снизить дополнительные расходы, связанные с транспортированием и т.п.

В разделе «Социальная ответственность» произведен анализ опасных и вредных факторов, возникающих при изготовлении детали по разработанному технологическому процессу. Разработаны мероприятия по охране труда рабочего персонала и защите окружающей среды от выявленных вредных факторов, возникающих при изготовлении детали.

Себестоимость детали в условиях разработанного технологического процесса составит 774 руб. для заданной программы выпуска.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технология машиностроения: методические указания к содержанию и выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения» для студентов специальности 151001 «Технология машиностроения» очной и очно-заочной форм обучения. Сост. А.А. Ласуков. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиал) Томского политехнического университета, 2011. – 32 с.
2. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку – М.: Изд-во стандартов, 1989 – 54с.
3. <http://ferum-grup.com/catalog-iscar>.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1. / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.– М.: Машиностроение, 1986 – 655 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2. / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.– М.: Машиностроение, 1986 – 496 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов времени для нормирования работ, выполняемых на универсальных станках, многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1. Нормативы времени. – М.: Экономика, 1990. – 208 с.
7. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1968. – 412 с.
8. Кузнецов Ю. И., Маслов А. В., Байков А. Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – М.: Машиностроение, 1990 – 512 с.
9. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т. 1. / Под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова – М.: Машиностроение, 1984 – 592 с.
10. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т. 2. / Под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова – М.: Машиностроение, 1984 – 656 с.
11. Сахаров Г.Н., Арбузов О.Б. Металлорежущие инструменты. – М.:Машиностроение, 1989. – 328с.
12. Обработка металлов резанием: Справочник технолога./ Под. ред. А.А. Панова, М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.
16. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. М., «Машиностроение», 1971. – 384 с.
17. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б.. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. Ч. 1. – Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.
18. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б.. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. Ч. 2. – Л.: Машиностроение, 1978. – 545 с.
20. Расчеты экономической эффективности новой техники: Справочник./ Под. общ. ред. К.М. Великанова – 2-ое изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1990. – 448 с.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №	Перв. примен.							
		A1		ФЮРА. А61088.005.000СБ	Сборочный чертеж			
Подп. и дата	Подп. и дата	1	ФЮРА. А61088.005.000СБ	Корпус				
Взам. инв. №	Инв. № д/дл.							
Подп. и дата	Подп. и дата							
Инв. № подл.	Инв. № подл.							
ФЮРА. А61088.005.000								
Изм. / Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб. / Пров.	Гафуров / Ласцаков							
Нконтр. / Утв.	Ласцаков							
Приспособление вертикально-фрезерное				Лит.	Лист	Листов		
				Г	1	2		
				ЮТИ ТПУ гр. 10А61				
				Формат А4				

Копировал

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Инв. № подл.						
												Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
							15		Прихват 7011-0163 ГОСТ 12940-67	1								
							16		Шпилька М20х140 ГОСТ 22040-76	1								
							17		Штифт 5х36 ГОСТ 3128-70	1								
							18		Штифт 16х70 ГОСТ 12207-79	4								
ФЮРА. А61088.005.000												Лист						
												2						
Копировал										Формат А4								

Гост 3.14.18-82

Форма 3

Подп.
Взам.
Подп.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
КС 4372.205.152.001

Разраб. Гафуров

Проб. Ласуков

Н. контр. Ласуков

Гост 3.1118-82

Форма 1

Цифл.	Взам.	Полп.	Изм	Лист	№докум	Подп.	Дата	Изм	Лист	№докум	Подп.	Дата	
Разработ.			Лифуров			ЮТИ ТПУ			КС 4.372.205.152.001			ФЮРА	
Подвергн.			Ласюков										
Н. контро.			Ласюков			Карпус							
М 01			25 ГОСТ 977-88			$\sigma_B \geq 210 \text{ МПа}$							
М 02			Код			Код загат.			Профиль и размеры			Кл МЗ	
			ЕВ			МЛ			6,6			0,79	
			Уч			РМ			Опковка			315x170x180	
А			Цех			Уч			Код наименования операции			Обозначение документа	
Б			Код наименования подразделения			СМ			Проф			Р 97 КР КОМП ЕН ОП	
А 03			005 Сверлильно-фрезерно-расточная									28 8,44	
Б 04			ГФ2171С6										
05													
А 06			015 Вертикально фрезерная									18 2,12	
Б 07			6Р11Ф3										
08													
А 09			025 Токарная с ЧПУ									31 5,48	
Б 10			СТП-320ПР										
11													
А 12			030 Фрезерная									21 1,36	
Б 13			6Р81										
14													
А 15			035 Сверлильная с ЧПУ									28 4,35	
Б 16													

Испол.	Взам.	Подл.	Наименование операции		Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
			Разраб.	Габаритов	25 ГОСТ 977-88 ЮТИ ТПУ	Т ₀ 0,25	Т _б 1,03	Т _{п-3} 21	Т _{шп} 1,36	i	S	n	030
		Проб.	Ласиков										
		Н. Контр.	Ласиков										
Р	030 Горизонтально-фрезерная												
φ 1	Приспособление специальное												
φ 2													
φ 3													
φ 4	Установить и закрепить деталь												
0 φ 5	Фрезеровать паз в размер R15±2												
T φ 6	Фреза 32x175 2223-0015 ГОСТ 17026-71												
φ 7	Шаблон R15												
φ 8													
P φ 9	35	13	30	1	60	125	12						
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													

