

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»**

Направление Машиностроение
 Профиль Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств
 Отделение промышленных технологий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.104.10.003

УДК 621.873-216.002:658.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Давлатов Ганиматшо Диловаршоевич		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОТБ	Филонов Александр Владимирович			

Нормоконтроль

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
и.о. руководителя ОПТ	Кузнецов Максим Александрович	к.т.н.		

Юрга – 2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

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

Направление Машиностроение
Профиль Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств
Отделение промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
и.о. руководителя ОПТ

_____ Кузнецов М.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Давлатову Ганиматшо Диловаршоевичу

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4372.104.10.003

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 10/с от 31.01.2019г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

6 июня 2019 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

1. Рабочий чертеж корпуса КС4372.104.10.003
2. Служебное назначение.
3. Программа выпуска 1000 штук в год.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Разработка технологического процесса изготовления корпуса. Конструирование специального приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих. 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 4. Социальная ответственность.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. Чертеж детали и заготовки (1 лист А1). 2. Карты технологических наладок (4 листов А1). 3. Приспособление (2 лист А1), (1 лист А2) 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта (1 лист А2)</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Лизунков В.Г.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Филонов А.В.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Реферат</p>	

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

Задание выдал руководитель:

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Доцент ОПТ</p>	<p>Сапрыкина Н.А</p>	<p>к.т.н., доцент</p>		

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>10А51</p>	<p>Давлатов Ганиматшо Диловаршоевич</p>		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А51	Давлатову Ганиматшо Диловаршоевичу

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

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды
3. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы)
4. Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Затраты на покупные комплектующие, ЗП исполнителей, итоговые затраты

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.04.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В. Г.	канд. пед. наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Давлатов Ганиматшо Диловаршоевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10A51	Давлатов Ганиматшо Диловаршоевич

Институт	Юргинский Технологический Институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавр	Направление	15.03.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1. Анализ рабочего технологического процесса изготовления корпуса с заводским кодом КС-4372.104.10.003 на наличие:</i></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 (стихийного, экологического и социального характера)
<p><i>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>ГОСТ 12.1.005-88 Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.</p> <p>ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.</p> <p>ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.018-93 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.</p> <p>ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.</p> <p>ГОСТ 12.2.007.1-75 Система стандартов безопасности труда.</p>

	Машины электрические вращающиеся. Требования безопасности. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)
<i>2. Анализ выявленных опасных факторов произведённой среды в следующей последовательности</i> –	<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)
<i>3. Охрана окружающей среды:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны; - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
<i>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
<i>5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны
Перечень графического материала:	
<i>Представить эскизные графические материалы к расчетному заданию (при необходимости)</i>	План, схема или чертеж устройства, улучшающего условия труда на данном рабочем месте

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент ОТБ	Филонов А.В			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А51	Давлатов Ганиматшо Диловаршоевич		

РЕФЕРАТ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления корпуса КС-4372.104.10.003, являющейся частью раздаточной коробки крана КС-5871А.

Разработанный технологический процесс в значительной степени отличается от базового. С целью повышения эффективности производства применены следующие технические решения:

- рассмотрели два варианта получения заготовки – литье в песчаные формы и и литье в кокиль

- для уменьшения основного времени было применено более производительное оборудование, и инструменты.

ABSTRACT

As a result of the implementation of the qualifying work, the technological process of manufacturing the KS-4372.104.10.003 case, which is part of the transfer box of the KS-5871A crane, was developed.

The developed technological process is significantly different from the basic one. In order to increase production efficiency, the following technical solutions were applied:

- examined two options for obtaining blanks
- sand casting and chill casting - to reduce the main time was used more productive equipment and tools.

Содержание

Введение	13
1 Объект и методы исследования.....	15
1.1 Производственная программа и определение типа производства.....	16
1.2 Технологическая часть.....	17
1.2.1 Анализ технологичности объекта производства	17
1.2.2 Анализ чертежа детали	18
1.2.3 Качественная оценка технологичности	18
1.2.4 Количественная оценка технологичности	18
1.2.5 Выбор исходной заготовки и метода её изготовления.....	20
1.2.6 Расчет заготовки, получаемый литьем в песчано-глинистые формы	22
2 Расчеты и Аналитика	25
2.1 Разработка маршрута технологии изготовления детали	25
2.2 Выбор технологических баз	26
2.3 Выбор средств технологического оснащения	31
2.3.1 Оборудования	31
2.3.2 Выбор технологического оснащения	33
2.4 Расчет припусков	36
2.5 Расчет режимов резания	40
2.6 Нормирование технологического процесса.....	46
2.7 Конструкторская часть	48
2.7.1 Обоснования и описание конструкции приспособления 005	48
2.7.2 Обоснования и описание конструкции приспособления 015	49
2.7.3 Расчет пальцев.....	49
2.7.4 Расчет приспособления на точность	50
2.7.5 Силовой расчет для приспособления ФЮРА.А51052.006.СБ	51
2.8 Организационная часть	53
2.8.1 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки	53
2.8.2 Расчет состава работающих.....	54

3	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	56
3.1	Расчет объема капитальных вложений	56
3.1.1	Стоимость технологического оборудования	56
3.1.2	Стоимость вспомогательного оборудования	57
3.1.3	Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	57
3.1.4	Стоимость эксплуатируемых помещений	58
3.1.5	Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	59
3.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве	59
3.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	61
3.3	Экономическое обоснование технологического проекта	68
4	Социальная ответственность	70
4.1	Характеристика объекта исследования	70
4.2	Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов	70
4.2.1	Шум	70
4.2.2	Вибрация	71
4.2.3	Недостаточное освещение	72
4.2.4	Травмирующие воздействия движущихся органов станка	73
4.2.5	Электрический ток	74
4.3	Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места	77
4.4	Выбор СОЖ	78
4.5	Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте	79
4.6	Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	80
4.7	Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	81
	Заключение	82
	Список использованных источников	84
	Приложения А (Спецификация на сборочный чертеж приспособления ФЮРА А51052.005.СБ, ФЮРА А51052.006.СБ)	

Приложения Б (Комплект документов на технологический процесс обработки детали ФЮРА А51052.001)

Графический материал:

На отдельных листах

ФЮРА А51052.001 Чертеж детали

ФЮРА А51052.002 Карты наладок

ФЮРА А51052.003 Карты наладок

ФЮРА А51052.004 Карты наладок

ФЮРА А51052.005 Специальное приспособление. Сборочный чертеж.

ФЮРА А51052.006 Специальное приспособление. Сборочный чертеж.

Диск CD-R

В конверте на обороте обложки

Графический материал: На отдельных листах

ФЮРА А51052.001 Чертеж детали

ФЮРА А51052.002 Карты наладок

ФЮРА А51052.003 Карты наладок

ФЮРА А51052.004 Карты наладок

ФЮРА А51052.005 Специальное приспособление. Сборочный чертеж.

ФЮРА А51052.006 Специальное приспособление. Сборочный чертеж.

Введение

Машиностроение – это наука об изготовлении машин требуемого качества в количестве, установленном производственной программой, в заданные сроки при наименьшей себестоимости. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенных технологий их изготовления. В некоторых случаях именно технологичность конструкции определяет, будет ли деталь, применяться при изготовлении того или иного механизма.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т.д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства на базе АСУП, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку. Автоматизация производства на всех его этапах позволяет существенно сократить время подготовки производства, внедрения новых изделий, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные

производства в машиностроении не могут оставаться на конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации.

В выпускной квалификационной работе решается задача по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали на базе реальных технологических процессов, действующих на ООО «Юргинский машзавод». Технологический процесс разрабатывается для условий среднесерийного производства.

1 Объект и методы исследования

В данной работе разрабатывается технологический процесс на изготовление корпуса с заводским кодом КС-4372.104.10.003. Корпус является частью пневмоцилиндра КС-4372.104.10.000, который включен в состав механизма раздаточной коробки (КС-4871.1114.000.000) крана КС-5871А.

Раздаточная коробка предназначена для передачи крутящего момента к ведущим мостам и к насосам гидравлической системы крана. Раздаточная коробка передает крутящий момент к ведущим мостам в двух диапазонах скоростей: повышающем с $i=0,9$ (к заднему мосту), понижающем с $i=1,3$ (к заднему и переднему мостам одновременно). Крутящий момент к валу передается через подвижную зубчатую втулку, вводимую в зацепление с шестерней вилкой пневмоцилиндра. При зацеплении крутящий момент от вала через карданный вал передается только к заднему мосту (повышающий диапазон).

При зацеплении втулки с зубчатым колесом крутящий момент передается от вала 1 к заднему мосту. Одновременно автоматически вилкой пневмоцилиндра зубчатая втулка вводится в зацепление с валом 2 и крутящий момент от вала 2 через карданный вал передается к переднему мосту.

Пневмоцилиндр КС-4372.104.10.000 обеспечивает переключение диапазонов скоростей для передвижения крана и отключения шестерен привода ходовой части при включении крановых операций. Пневмоцилиндр состоит из корпуса (КС-4372.104.10.003) поз. 8, подпружиненного штока поз. 9 с вилкой поз. 7 и поршнем поз. 25. Сжатый воздух поступает к пневмоцилиндру от электро-магнитных вентиляей.

К основным поверхностям детали относятся поверхности: диаметром 80Н9 мм, диаметр 22Н9 мм и диаметр 13Н9

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

Таблица 1 – Химический состав чугуна СЧ20 ГОСТ 1412-85

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

Механические свойства:

Предел прочности при растяжении $\sigma_B=196$ МПа

Твердость по Бринелю HB=143-255 Мпа

1.1 Производственная программа и определение типа производства

В соответствии с заданием, количество обрабатываемых в год деталей - 1000 штук. Данному количеству обрабатываемых деталей соответствует среднесерийному типу производства (500-5000).

Для среднесерийного производства определяется размер партии запуска

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

где n – размер партии запуска, шт;

N – годовая программа, шт;

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

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

$$n = \frac{1030 \cdot 6}{247} \approx 25 \text{ шт.}$$

Таблица 2 – Подетальная годовая производственная программа

Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, т	
				на основную программу	на запасные части	всего	детали	на программу с запасными частями
Корпус КС- 4372.104.01.003	СЧ20 ГОСТ 1412-79	1	3	1000	30	1030	0,00674	6,6641

1.2 Технологическая часть

1.2.1 Анализ технологичности объекта производства

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

- рациональным выбором исходных заготовок и материалов;
- простотой формы детали;
- рациональной простановкой размеров;
- назначением оптимальной точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологический контроль чертежей сводится к тщательному изучению. Рабочие чертежи обрабатываемых деталей должны содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, разрезы и сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие конфигурацию и возможные способы получения заготовки.

1.2.2 Анализ чертежа детали

Чертеж содержит необходимое количество видов детали, а также разрезы и выносные элементы. Размеры на чертеже полностью определяют геометрическую форму и пространственное положение обрабатываемых поверхностей. Деталь не содержит замкнутых размерных цепей. Шероховатость, точность и допуски пространственных отклонений поверхностей назначены в соответствии с их эксплуатационным назначением. Технические требования на чертеже полностью обоснованы.

1.2.3 Качественная оценка технологичности

В качестве заготовки принято литье. Этот вид получения заготовки является оптимальным для данной детали.

Конструкция детали допускает обработку плоскостей на проход.

Конструкция детали обеспечивает свободный доступ к обрабатываемым поверхностям.

Материал детали позволяет не ограничивать режимы резания.

В конструкции детали имеются базовые поверхности, достаточные по размерам для надежного базирования детали.

Нетехнологичным является наличие глубоких отверстий, что не обеспечивает жесткость инструмента. В связи с этим при обработке этих отверстий необходимо уменьшать режимы резания и применять специальный инструмент.

Из выше изложенного можно сделать вывод, что с позиции качественной оценки данная деталь технологична.

1.2.4 Количественная оценка технологичности

Для определения количественной оценки технологичности детали используют несколько коэффициентов.

Коэффициент использования материала, который находится по формуле:

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_3} \geq 0,7, \quad (2)$$

Где m_d – масса детали, кг;

m_3 – масса заготовки, кг.

$$K_{им} = \frac{6,47}{8,09} = 0,799.$$

По этому показателю деталь не технологична.

Коэффициент точности обработки определяется по формуле

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

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

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

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

где n_i -числа размеров соответствующего квалитета, в данном случае 14 квалитет 7 размеров, 9 квалитет 3 размера 7 квалитет 11 размеров.

$$A_{ср} = \frac{\sum A \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 19n_{19}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{19}} = \frac{7 \cdot 14 + 4 \cdot 9 + 11 \cdot 7}{22} = 9,59$$

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{9,59} = 0,896.$$

По этому показателю деталь является технологична.

Коэффициент шероховатости определяется по следующей формуле:

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

где B_{cp} средний класс шероховатости и равен:

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

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

$$B_{cp} = \frac{\sum B \cdot n_{iш}}{\sum n_{iш}} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 14 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{14}} = \frac{1,25 \cdot 1 + 2,5 \cdot 3 + 3,2 \cdot 2 + 6,3 \cdot 6 + 12,5 \cdot 13}{25} = 8,618 \text{ мкм}$$
$$K_{ш} = \frac{1}{8,618} = 0,12$$

По этому показателю деталь является технологична.

Как показал анализ качественной и количественной оценки детали на технологичность – деталь является технологичной.

1.2.5 Выбор исходной заготовки и метода её изготовления

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

Исходя из конструкции детали, и учитывая применяемый материал, заготовку можно получать только литьем. При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассматриваются два альтернативных варианта. В

первом случае заготовка получается литьем в песчано-глинистой форме, во втором случае – отливки, полученные литьем под давлением.

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

Если при смене заготовки объем последующей механической обработки изменится несущественно, варианты сравниваются по стоимости заготовки:

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

Где Q_3 - масса материала заготовки получаемый выбранным способом, кг.

m_0 - стоимость одного килограмма заготовки, изготовленной базовым способом, руб.

α_i - коэффициент относительной 1 кг заготовки, изготовленной выбранным способом.

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

Где k_T - коэффициент, зависящий от класса точности заготовки:

k_C - от группы сложности;

k_B - от массы заготовки;

k_M - от марки материала;

k_{II} - от объема производства.

Величина Q_3 оценивается по формуле:

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

Где Q_0 - масса детали по рабочему чертежу

Сравниваем методы изготовления заготовки на основе экономического расчета по формуле технологической себестоимости детали по:

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

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

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

$C_{заг} = 474,7$ руб/кг – стоимость 1 кг материала отливки, полученной литьем под давление, руб/кг [1];

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

m_d - масса детали, кг.

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

1.2.6 Расчет заготовки, получаемый литьем в песчано-глинистые формы

Определяем массу заготовки

$$m_{заг} = m_d + m_c \quad (10)$$

где m_d , m_c – масса детали и стружки.

$$m_c = V \cdot \rho, \quad (11)$$

где V – объем заготовки;

$\rho = 7,8$ г/см³ – плотность материала.

$$V = 9,6 \cdot 9 \cdot 0,525 + 10 \cdot 18,5 \cdot 0,525 + 10 \cdot 10 \cdot 0,45 - 7,4 \cdot 6,6 \cdot 1,05 + 3,14 \cdot (8,1^2 \cdot 2,8 + 8^2 \cdot 4,3 + 5,6^2 \cdot 0,5 + 5^2 \cdot 1 + 22^2 \cdot 7,5 + 1,6^2 \cdot 1 + 0,52^2 \cdot 1,7 \cdot 4 + 1,3^2 \cdot 1,6 - 6,55^2 \cdot 7,55) / 4 = 295,1 \text{ см}^3.$$

$$m_c = 295,1 \cdot 7,8 / 1000 = 2,3 \text{ кг.}$$

$$m_{заг} = 6,47 + 2,3 = 8,77 \text{ кг}$$

Рассчитаем массу заготовки получаемой -Литье в кокиль (металлические формы).

Определяем массу заготовки

$$V=9,6 \cdot 9 \cdot 0,25+10 \cdot 18,5 \cdot 0,25+10 \cdot 10 \cdot 0,25-7,4 \cdot 6,6 \cdot 0,5+3,14 \cdot (8,1^2 \cdot 2,8+8^2 \cdot 4,3+5,6^2 \cdot 0,5+5^2 \cdot 1+22^2 \cdot 7,5+1,6^2 \cdot 1+0,52^2 \cdot 1,7 \cdot 4+1,3^2 \cdot 1,6-6,55^2 \cdot 7,35)/4=234,1 \text{ см}^3.$$

$$m_c=234,1 \cdot 7,8/1000=1,83 \text{ кг.}$$

$$m_{\text{заг}}=6,47+1,83=8,3 \text{ кг}$$

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

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

$$S_{\text{заг}} = (C_i \cdot Q \cdot k_t \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_n) - (Q - q) \cdot S_{\text{отх}}, \quad (12)$$

где C_i – стоимость 1 кг материала заготовки, руб;

$S_{\text{отх}} = 99$ руб/кг – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению;

k_t, k_c, k_b, k_m, k_n – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок;

Q – масса заготовки;

q – масса детали.

Рассчитываем отливку получаемую литьем в песчано – глинистые формы.

Для данной отливки принимаем $k_t=1, k_c=1, k_b=0,82, k_m=1,21, k_n=1, Q=8,77$ кг, $q=6,47$ кг, $C_{\text{заг}}=77,3$ руб.

$$K_{\text{и.м}}=6,47/8,77=0,738.$$

$$S_{заг}^I = (77,3 \cdot 8,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 \cdot 1,21 \cdot 1) - (8,77 - 6,47) \cdot 99 = 444,9 \text{ руб.}$$

Рассчитываем отливку получаемую литьем в кокиль (металлические формы).

Для данной отливки принимаем $k_t=1,03$, $k_c=1$, $k_b=0,82$, $k_M=1,21$, $k_{II}=1$, $Q=8,3$ кг, $q=6,47$ кг, $C_{заг}=77,3$ руб.

$$K_{и.м}=6,47/8,3=0,78.$$

$$S_{заг}^{II} = (77,3 \cdot 8,3 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 0,82 \cdot 1,21 \cdot 1) - (8,3 - 6,47) \cdot 99 = 474,7 \text{ руб}$$

Примерную экономическую прибыль определяем по формуле:

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

где $N=1030$ - годовая программа выпуска, шт.

$$\mathcal{E}=(474,7-444,9) \cdot 1030 = 30694 \text{ руб.}$$

Сравнивая два метода получения заготовок делаем вывод. Литье в песчано – глинистые формы более прост в изготовлении по сравнению с литьем в кокиль (металлические формы), но конфигурация заготовки, получаемая вторым способом позволяет уменьшить затраты на механическую обработку.

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

2 Расчеты и Аналитика

2.1 Разработка маршрута технологии изготовления детали

Таблица 3 – Технологический маршрут обработки детали

№ опер	Наименование и содержание операции	Оборудование
005	<p>Вертикально-фрезерная Позиция 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать черновую поверхность в размер $16,7 \pm 1$ мм на проход; 2. Фрезеровать чистовую поверхность в размер 16 ± 1 мм на проход; 3. Центровать 4 отверстия 4. Сверлить два отверстия $\varnothing 12H14$ на проход; 5. Зенкеровать два отверстия $\varnothing 12,7H11$ на проход; 6. Развернуть два отверстия $\varnothing 13H9$ на проход; 7. Сверлить два отверстия $\varnothing 13H14$ на проход; 	<p>Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas SMiniMill</p>
010	<p>Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки</p>	<p>Верстак</p>
	<p>Горизонтально-фрезерная Позиция 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать торец в размер $221 \pm 0,5$ мм на проход; 2. Центровать 3 отверстия 3. Сверлить отверстие $\varnothing 20H12$ на проход; 4. Зенкеровать отверстие $\varnothing 21,8H10$ на проход; 5. Развернуть отверстие $\varnothing 22H9$ на проход; 6. Сверлить 2 отверстия $\varnothing 4$ на длину 20^{+2} мм; 7. Зенковать фаски 1×45, 2 отверстия; 8. Нарезать резьбу М6-7Н на длину $15^{+2,2}$ отверстия; <p>Позиция 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Фрезеровать торец в размер 81 ± 1 мм на проход 10. Фрезеровать уступ с обеспечением размеров $\varnothing 56H14$ шириной $5H14$ 11. Расточить отверстие $\varnothing 79,5H12$ на длину 66мм 	<p>Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ DECKEL MANO DMC 60H</p>

015	<p>12. Фрезеровать отверстие $\varnothing 81H14$ на длину $23 \pm 0,5$ мм</p> <p>13. Расточить отверстия $\varnothing 80H9$ на длину $43 \pm 0,5$ мм</p> <p>14. Центровать 5 отверстий</p> <p>15. Сверлить отверстие $\varnothing 5H14$ на проход</p> <p>16. Сверлить четыре отверстия $\varnothing 8,5H12$ на длину 25^{+2} мм</p> <p>17. Зенковать 5 фасок $1,6 \times 45^\circ$</p> <p>18. Нарезать резьбу M10-7H на длину 20^{+2} мм, 4 отверстия</p>	
020	<p>Слесарная</p> <p>1. Точить фаску, 30°</p> <p>2. Скруглить радиус R 0,4</p> <p>3. Удалить заусенцы, притупить острые кромки</p>	Верстак
025	<p>Вертикально-фрезерная</p> <p>1. Фрезеровать поверхность в размер $102 \pm 0,5$ мм на проход</p> <p>2. Фрезеровать поверхность в размер $72 \pm 0,5$ мм, $\varnothing 32H14$</p> <p>3. Фрезеровать 4 уступа R20 в размер 36 мм</p> <p>4. Центровать 5 отверстий</p> <p>5. Сверлить 4 отверстия $\varnothing 5H14$ на длину 17^{+2} мм</p> <p>6. Сверлить $\varnothing 14H12$ на длину 10^{+2} мм</p> <p>7. Зенковать 4 фаски в размер $1 \times 45^\circ$</p> <p>8. Зенковать фаску в размер $2 \times 45^\circ$</p> <p>9. Нарезать резьбу M6-7H на длину 12^{+2} мм, 4 отверстия</p> <p>10. Фрезеровать резьбу M16\times1,5-7H</p>	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas SMiniMill
030	<p>Слесарная</p> <p>Удалить заусенцы, притупить острые кромки</p>	Верстак
035	<p>Контрольная</p> <p>Проверить деталь согласно чертежу и ТП.</p>	Плитка контрольная

2.2 Выбор технологических баз

Выбор баз в значительной степени определяет точность линейных размеров поверхностей, полученных в процессе обработки, выбор режущего и мерительного инструмента, станочных приспособлений и режимов резания.

В качестве технологических баз при обработке штока используются следующие поверхности.

Операция 005 Вертикально-фрезерная

Заготовка устанавливается в специальное приспособление, зажимается прихватами. Заготовка лишена шести степеней свободы. Погрешность базирования равна 0, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

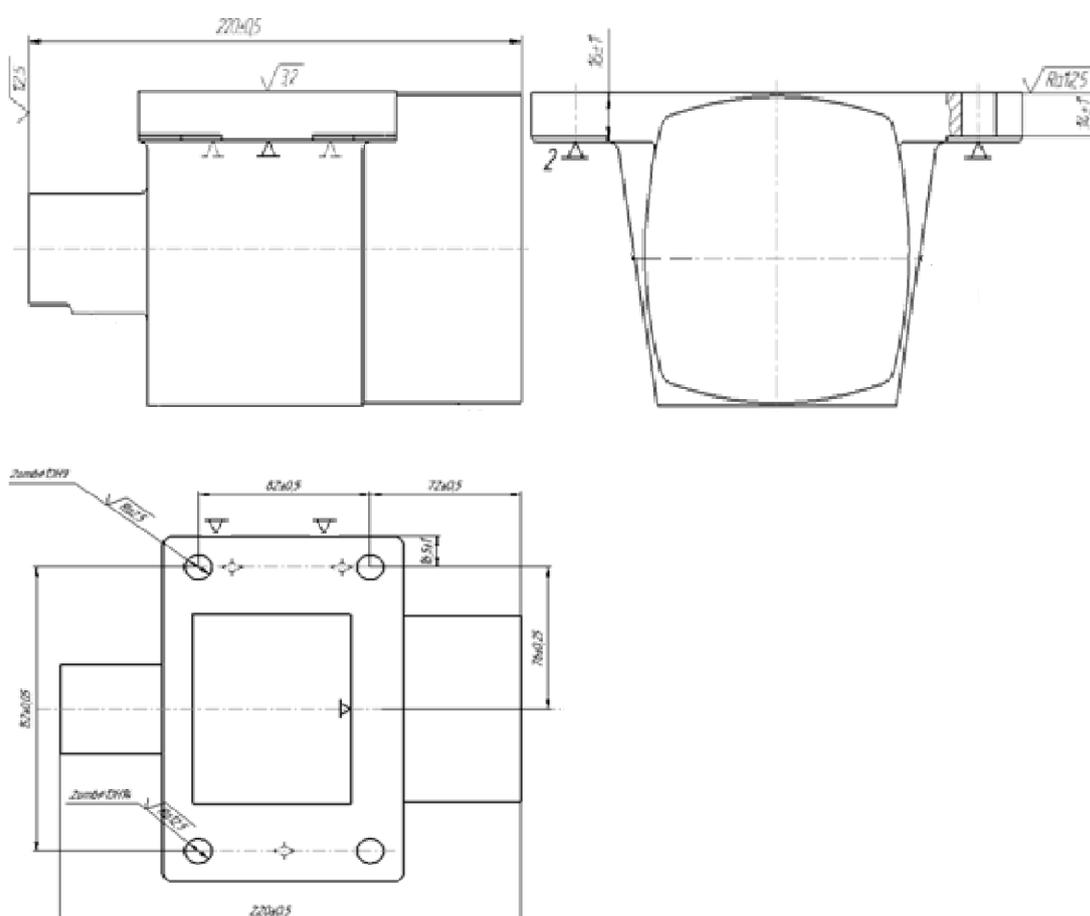


Рисунок 1 – Схема базирования для операции 005.

Операция 005 Горизонтально-фрезерная

Заготовка устанавливается на две пластины и два пальца – цилиндрический и срезанный. Зажимается прихватом. Две пластины лишают

трёх степеней свободы, цилиндрический палец – двух, срезанный одной. Погрешность базирования равна 0, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают и обрабатывается за один установ и осевым инструментом.

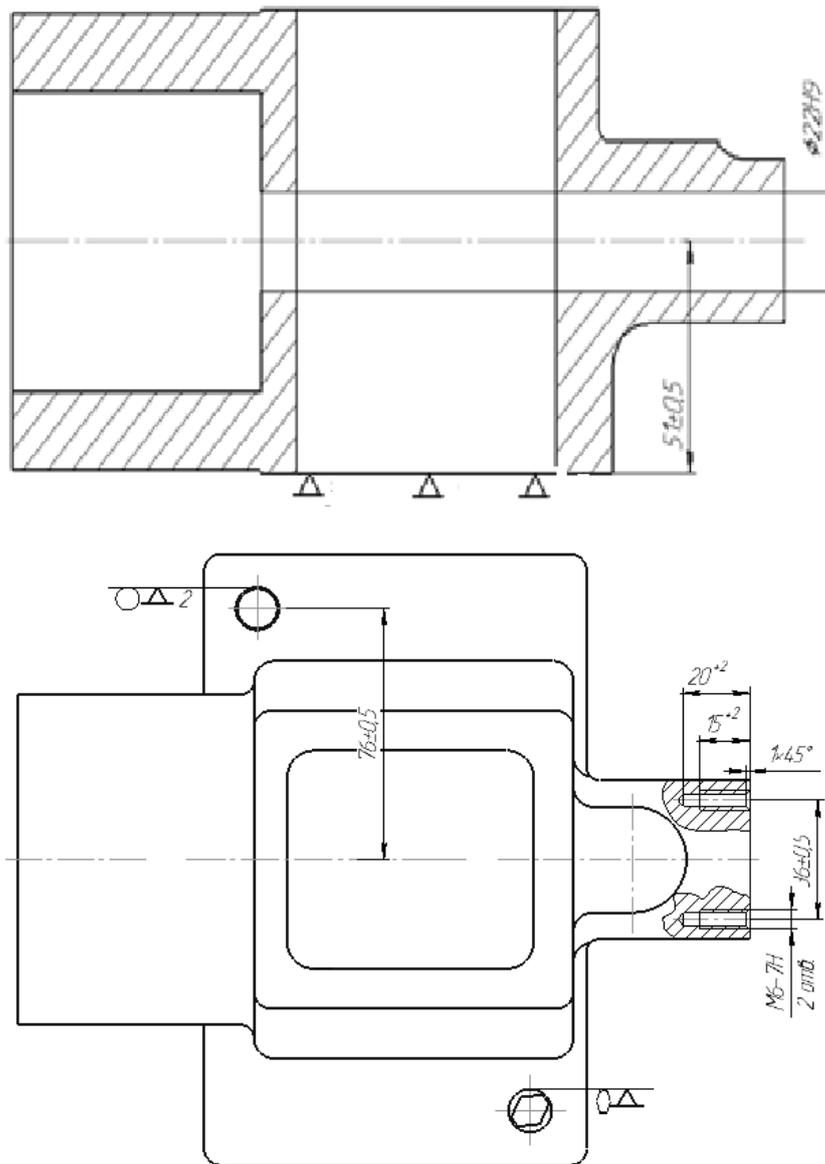


Рисунок 2 – Схема базирования для операции 015 позиция 1.

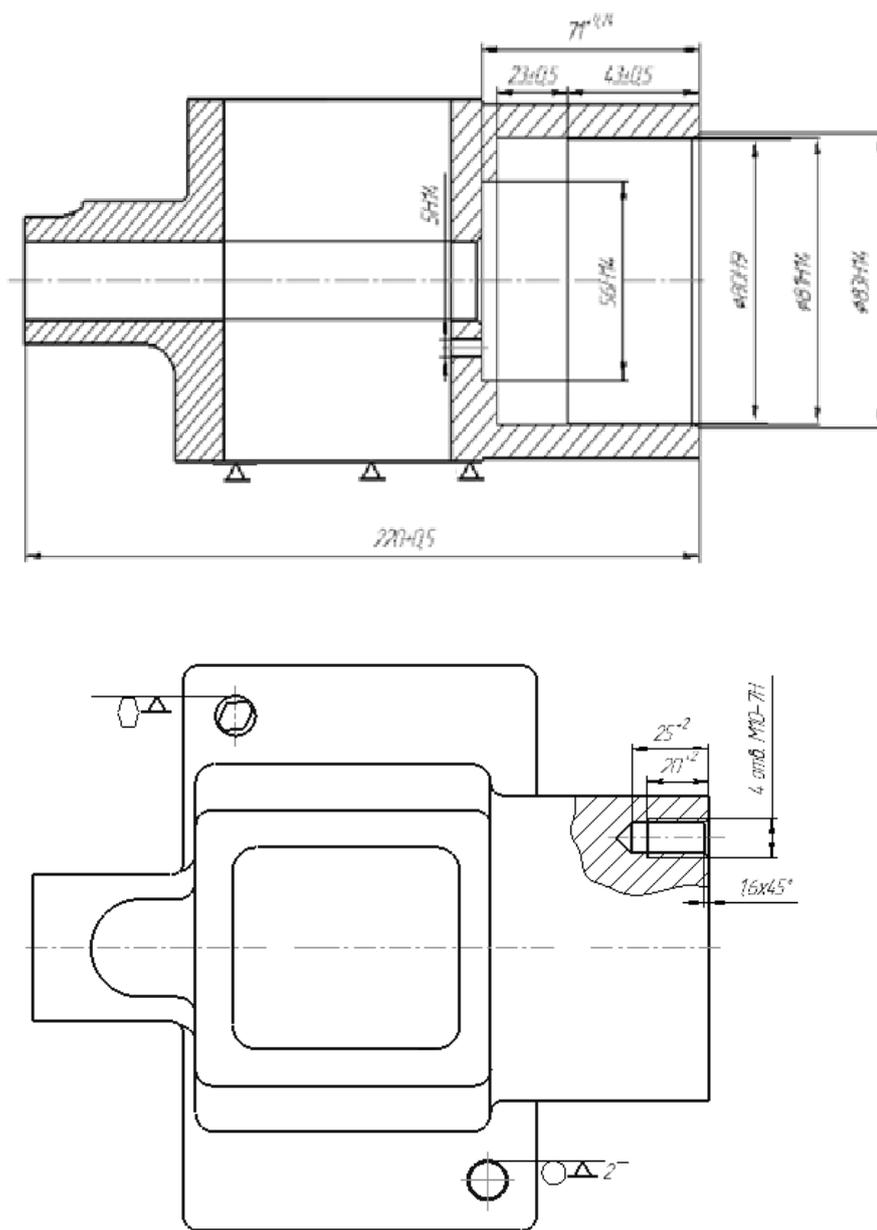


Рисунок 3– Схема базирования для операции 015 позиция 2.

Заготовка устанавливается на две пластины и два пальца – цилиндрический и срезанный. Зажимается прихватом. Две пластины лишают трёх степеней свободы, цилиндрический палец – двух, срезанный одной.

Погрешность базирования на размеры 17^{+2} мм, 12^{+2} мм равна 1 мм, что не превышает допуск на размеры. На размер 5 ± 1 равна 2 мм, что не превышает допуск на размер.

2.3 Выбор средств технологического оснащения

2.3.1 Оборудования

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas SMiniMill

Вертикально-фрезерные обрабатывающие центры с ЧПУ, благодаря своей надежной конструкции и доступной цене, относятся к самым востребованным и распространенным видам оборудования. Оборудование данной серии позволяет решать широкий круг задач: фрезеровать, сверлить, нарезать резьбу в заготовках из самых разных материалов и сплавов. Современные высокоточные центры с ЧПУ выполняют как черновую, так и чистовую обработку, что зачастую позволяет получить со станка полностью готовую деталь.

Таблица 4.1 – Характеристики станка

Макс. перемещение по оси X, мм	406
Макс. перемещение по оси Y, мм	305
Макс. перемещение по оси Z, мм	254
Максимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	356
Минимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	102
Длина стола, мм	730
Ширина стола, мм	305
Макс. нагрузка на стол (равном, распределенная), кг	227
Ширина Т-образных пазов, мм	16
Расстояние между Т-образными пазами, мм	110
Размер конуса шпинделя	40
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	10000
Макс. мощность шпинделя, кВт	11,2
Макс. крутящий момент, Нм	23
Макс. осевое усилие, кН	8,9
Макс. скорость холостых подач, м/мин	30,5
Макс. рабочие подачи по осям XYZ, м/мин	21,2
Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента, шт	10
Макс. диаметр инструмента (при занятых соседних позициях), мм	89
Макс. масса инструмента, кг	5,4

Время смены инструмента (среднее), сек	3,6
Точность позиционирования, мм	±0,0050
Повторяемость, мм	±0,0025
Объем бака СОЖ, л	91
Ориентировочная масса станка (зависит от комплектации), кг	1820

Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ DECKEL МАНО DMC 60Н.

Оборудование данной серии обеспечивает возможность комплексной обработки детали, что существенно сокращает количество необходимого оборудования и оснастки, а также снижает трудоемкость изготовления деталей.

Таблица 4.2 – Характеристики станка

Система управления	Siemens 810 D
Перемещение по осям X / Y / Z	500/560/560 мм
Размер стола	400 x 500 мм
Вращающийся стол	360°
Количество сменных столов (паллет)	2
Макс. нагрузка на стол	600 кг
Автоматически сменных инструментов	40 поз.
Конус шпинделя	HSK 63
Обороты шпинделя	0 - 15,000 об / мин
Мощность шпинделя	20 кВт
Крутящий момент на шпинделе	191 Нм
Ускоренная подача	40 м / мин
Габариты станка ДхШхВ	2,80 x 4,75 x 2,80 м
Вес станка	11 т

2.3.2 Выбор технологического оснащения

Таблица 5 – Выбор технологического оснащения

Номер операции	Оснастка	Количество
005	1. Специальное приспособление	1
	2. Торцевая фреза 345-080Q27-13L, Переходник 392.54005C4027050, Пластина 345R-1305M-PL	1
	3. Сверло центровочное, Цанга 393.15-16 06, Переходник 392.54005C4027050	1
	4. Сверло 880-D1200C4-03, Цанга 393.15-20 12, Переходник A1B14-40 20 070	1
	5. Штангенциркуль ШЦ-II-150-0,05 ГОСТ 166-89	1
	6. Зенкер 2320-2562 ГОСТ 12489-71, Цанга 393.15-16, Переходник 392.54005C400 5C4027050	1
	7. Развертка 835.T-1300-A1-PF, Цанга 393.15-16, Переходник 392.54005C400 5C4027050	1
	8. Сверло 460.1-1300-039A1-ХМ, Цанга 393.15-20 12, Переходник A1B14-40 20 070	1
	9. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-8	1
Позиция 1	1. Торцевая фреза 345-050C5-13M, Переходник C5-390B.140-40 040, Пластина 345R-1305E-PL 4340	1
	2. Сверло центровочное, Цанга 393.15-16 06, Переходник 392.41014-100 40 120А	1
	3. Сверло 861.1-2000-240A1-GM, Переходник 935-НТ06-EF20-110, Цанга 393.15-40 20	1
	4. Зенкер 2320-2584 ГОСТ 12489-71, Переходник 392.41014-63 16 100,	1

015	Цанга 393.15-16 10	
	5. Развертка 2363-3465 ГОСТ 1672-80, Переходник 392.41037А-6316085А	1
	6. Сверло 860.1-0400-032А1-НМ, Цанга 393.15-16 06, Переходник НА06-SH06Q-S-080	1
	7. Зенковка с цилиндрическим хвостовиком с углом при вершине 90° ГОСТ 14953-80, Переходник 392.41014-63 16 100, Цанга 393.15-16 08	1
	8. Метчик Е314М6, Цанга 393.14-25 D080X063, Переходник 392.41014-63 25 100	1
	Позиция 2	
	9. Торцевая фреза 345-040Q22-13L, Переходник 392.41005С8027060	1
	10. Фреза R216.24-20050FСС44Р, Цанга 393.15-40 20, Переходник 392.41014-100 40 120А	1
	11. Расточная инструмент 821-84СС12-С6, Переходник С6-390.419-100 110, Пластина ССМТ 12 04 04-РМ 4335	1
	12. Трёхсторонняя дисковая фреза R331.35-063А25СМ060, Цанга 393.15-40 25, Переходник 392.41014-63 40 120 В	1
	13. Чистовой расточной инструмент 825-87ТС11-С6, Переходник С6-390.419-63 110, Пластина ТСМТ 11 03 04-РМ 4335	1
	14. Сверло центровочное, Цанга 393.15-16 06, Переходник 392.41014-63 16 100	1
	15. Сверло 861.1-0500-075А1-ГМ GC34, Цанга 393.15-16 06, Переходник 392.41014-63 16 100	1
	16. Сверло 860.1-0850-026А1-ММ, Переходник 392.41014-63 16 100, Цанга 393.15-16 10	1
	17. Метчик Т101М10, Цанга 393.14-32 D100X080, Переходник 392.41014-63	1

	<p>32 100В</p> <p>18.Зенковка с цилиндрическим хвостовиком с углом при вершине 90° ГОСТ 14953-80, Переходник 392.41014-63 16 100, Цанга 393.15-16 08</p> <p>19.Профилометр Marsurf PS 10</p> <p>20.Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ166-80</p> <p>21.Щуп измерительный</p> <p>22.Очки 0 ГОСТ12.4.013-85</p> <p>23.Микрометр МК100-1 ГОСТ6507-90</p> <p>24.Калибр-пробка резьбовая двухсторонняя ГОСТ 17758-72</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
025	<p>1. Торцевая фреза 345-050С5-13М, Переходник С5-390В.140-40 040, Пластина 345R-1305E-PL 4340</p> <p>2. Концевая фреза 2P340-2000-РА, Переходник А1В20-40 16 063, Цанга 393.15-40 20</p> <p>3. Сверло центровочное, Цанга 393.15-16 06, Переходник 392.41014-100 40 120А</p> <p>4. Сверло 860.1-0500-019А1-РМ, Переходник А1В14-40 20 070, Цанга 393.15-16 06</p> <p>5. Сверло 870-1400-14L20-3, Переходник А1В14-40 20 070, Цанга 393.15-16 06</p> <p>6. Зенковка с цилиндрическим хвостовиком с углом при вершине 90° ГОСТ 14953-80, Цанга 393.15-20 12, Переходник А1В14-40 20 070</p> <p>7. Метчик ES13KM16X1.5, Цанга 393.15-20 12, Переходник А1В14-40 20 070</p> <p>8. Концевая фреза для нарезание резьбы R217.15-140150АС26N 1630, Переходник А1В14-40 20 070</p> <p>9. Профилометр Marsurf PS 10</p> <p>10.Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ166-80</p> <p>11.Щуп измерительный</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

	12.Очки 0 ГОСТ12.4.013-85	1
	13.Микрометр МК100-1 ГОСТ6507-90	1
	14.Калибр-пробка резьбовая двухсторонняя ГОСТ 17758-72	1

2.4 Расчет припусков

Расчёт припусков производится по аналитическому методу. Данный метод основан на определении минимального припуска, который определяется по формуле.

Для односторонней обработки.

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

Для двухсторонней обработки.

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

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

Δ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение, получаемое на предшествующем технологическом переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Для удобства расчета данным методом предусмотрено заполнение специальной таблицы 6

Последовательность заполнения таблицы:

- заполняем первый столбец таблицы, в котором указываем технологические переходы в принятой последовательности;

- для каждого перехода находим значения каждой составляющей формулы;

- по формулам (1) или (2) находим Z_{\min} для всех переходов;

- для конечного перехода записываем наименьший предельный размер по чертежу;
- для предшествующих переходов определяем расчетный размер, прибавляя к нему Z_{\min} ;
- записываем минимальные предельные размеры по всем переходам, округляя их увеличением до знака допуска;
- определяем максимальные предельные размеры, прибавляя допуск на соответствующий размер;
- определяем Z_{\max} как разность максимальных размеров, Z_{\min} как разность минимальных размеров;
- определяем общий максимальный и минимальный припуск;
- проверяем правильность расчета по правилу: разница допусков должна быть равна разнице припусков.

Рассчитаем припуск на обработку поверхности $\varnothing 80H9$ (таблица 5).

Таблица 6 – Припуск на поверхность $\varnothing 80H9$

Поверхность детали	Чистота поверхности, качество	Допуск на размер, мкм	Элементы припуска, мкм	
			Rz	h
Литье	-	2800	160	200
Точение черновое	12	300	50	60
Точение чистовое	10	120	12,5	30
Растачивание	9	74	6,3	20

Суммарные отклонения определяем по формуле.

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

где Δ_k – общее отклонение оси от прямолинейности определяется по формуле 1.17;

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

$$\Delta_{\Sigma к} = \Delta_{к} \cdot L,$$

(17)

где $\Delta_{к} = 800$ мкм – кривизна поверхности в зависимости от степени коробления;

$L = 99$ мм – длина участка.

$$\Delta_{\Sigma к} = 0,8 \cdot 99 = 79,2 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{ц} = 0,25 \cdot Td, \tag{18}$$

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

$$\Delta_{ц} = 0,25 \cdot 2800 = 700 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{79,2^2 + 700^2} = 704 \text{ мкм.}$$

Остаточная величина пространственного отклонения после предварительной обработки определяется по формуле.

$$\Delta_i = K_y \Delta_{i-1},$$

(19)

Где K_y – коэффициент уточнения формы.

$K_{y1} = 0,06$ – для точения черногого;

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

$K_{y3} = 0,02$ – для растачивания.

$$\Delta_1 = K_{y1} \cdot \Delta_3 = 0,06 \cdot 704 = 42 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_2 = K_{y2} \cdot \Delta_1 = 0,04 \cdot 42 = 2 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_3 = K_{y3} \cdot \Delta_2 = 0,02 \cdot 2 = 0 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки $\varepsilon = 0$ мкм.

Далее производится расчёт минимальных значений межоперационных припусков по формуле (2.7).

Минимальный припуск под точение черновое.

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot (160 + 200 + \sqrt{704^2 + 0^2}) = 2129 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под точение чистовое.

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot (50 + 60 + \sqrt{42^2 + 0^2}) = 305 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под растачивание:

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot (12,5 + 30 + \sqrt{2^2 + 0^2}) = 89 \text{ мкм.}$$

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

$d_p = 80,087$ мм – для растачивания;

$d_p = 80,087 - 0,089 = 79,998$ мм – для чистового точения;

$d_p = 79,998 - 0,305 = 79,693$ мм – для чернового точения;

$d_p = 79,693 - 2,129 = 77,564$ мм – для заготовки.

Определяем максимальный предельный размер суммой минимального размера и допуска Td:

$d_{\min} = 80,07 - 0,074 = 79,996$ мм – для растачивания;

$d_{\min} = 79,99 - 0,12 = 79,87$ мм – для чистового точения;

$d_{\min} = 79,7 - 0,30 = 79,4$ мм – для чернового точения;

$d_{\min} = 77,5 - 2,8 = 74,7$ – для заготовки.

Полученные предельные припуски:

$2 \cdot Z_{\min} = 80,07 - 79,99 = 0,08$ мм – для растачивание;

$2 \cdot Z_{\min} = 79,99 - 79,7 = 0,29$ мм – для чистового точения;

$2 \cdot Z_{\min} = 79,7 - 77,5 = 2,2$ мм – для чернового точения.

$2 \cdot Z_{\max} = 79,99 - 79,87 = 0,12$ мм – для растачивание;

$2 \cdot Z_{\max} = 79,87 - 79,4 = 0,47$ мм – для чистового точения;

$2 \cdot Z_{\max} = 79,4 - 74,7 = 4,7$ мм – для чернового точения.

Расчёт общих припусков:

$Z_{o \max} = 4700 + 470 + 120 = 5290$ мкм – общий максимальный припуск;

$Z_{o \min} = 2200 + 290 + 80 = 2570$ мкм – общий минимальный припуск.

Округляем рассчитанные максимальные размеры до знака допуска Td и заносим в таблицу 7.

Таблица 7 – Припуски на механическую обработку

Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2 \cdot Z_{\text{min}}$ мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск на изготовление Td, мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	R _z	h	Δ	ε				d _{min}	d _{max}	2·Z _{min}	2·Z _{max}
Диаметр 80H9(+0,087)											
Отливка	200	200	704	–	–	77,564	2800	74,7	77,5	–	–
Точение черновое	50	60	42	0	2129	79,693	300	79,4	79,7	2200	4700
Точение чистовое	12,5	30	2	0	305	79,998	120	79,87	79,99	290	470
Растачивание	6,3	20	–	0	89	80,087	74	79,99	80,07	80	120
Проверка расчета: $Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}} = 1400 - 87 = 2 \cdot Z_{\text{o max}} - 2 \cdot Z_{\text{o min}} = 2640 - 1590$.											

Проверка правильности расчётов проводится по формуле.

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

$$5290 - 2580 = 2800 - 74,$$

$$2720 = 2720.$$

Следовательно, расчёт припусков произведён верно.

2.5 Расчет режимов резания

Операция 005 Фрезерно-центровальная.

Фрезеровать поверхность в размер 16 ± 1 мм.

Расчет ведем по рекомендациям.

Глубина фрезерования $t = 3,0$ мм.

Ширина фрезерования $B = 90$ мм.

Диаметр фрезы, мм, выбирают по формуле.

$$D = (1,25 \dots 1,5) \cdot B \quad (21)$$

$$D = (1,25 \dots 1,5) \cdot 90 = 112,5 \dots 135 \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 125$ мм.

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

Скорость резания, м/мин, определяется по формуле.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (22)$$

где $C_v = 445$; $q = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $u = 0,2$; $p = 0$; $m = 0,32$ – коэффициент и показатели степени;

$T = 180$ мин – период стойкости инструмента;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания определяется по формуле.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (23)$$

где K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал определяется по формуле;

$K_{pv} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{iv} = 1,0$ – коэффициент на инструментальный материал;

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}, \quad (24)$$

$n_v = 0,95$ – показатель степени.

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{200} \right)^{0,95} = 0,95.$$

$$K_v = 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,76.$$

$$V = \frac{445 \cdot 125^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,2^{0,35} \cdot 90^{0,2} \cdot 6^0} \cdot 0,76 = 102,115 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя, об/мин, определяем по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (25)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 102,115}{3,14 \cdot 125} = 260,2 \text{ об/мин.}$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 250$ об/мин.

Действительную скорость резания определяем по формуле:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{ст}}}{1000}, \quad (26)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 250}{1000} = 98,125 \text{ м/мин.}$$

Сила резания, (в ньютонах), определяется по формуле:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n_{\text{ст}}^w} \cdot K_{MP}, \quad (27)$$

где $C_p = 54,5$; $x = 0,9$; $y = 0,74$; $u = 1,0$; $q = 1,0$; $w = 0,0$ – коэффициент и показатели степени;

K_{MP} – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, определяется по формуле.

$$K_{MP} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n, \quad (28)$$

где $n = 1,0$ – показатель степени.

$$K_{MP} = \left(\frac{200}{190} \right)^1 = 1,05.$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 3^{0,9} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 90^{1,0} \cdot 6}{125^{1,0} \cdot 250^{0,0}} \cdot 1,05 = 2019,5 \text{ Н.}$$

Крутящий момент, (Н · м), определяется по формуле:

$$M_{кр} = \frac{P_Z \cdot D}{2 \cdot 100}, \quad (29)$$

$$M_{кр} = \frac{2019,5 \cdot 125}{2 \cdot 100} = 1262,2 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Мощность резания, (кВт), определяется по формуле:

$$N_{кр} = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1020 \cdot 60}, \quad (30)$$

$$N_{рез} = \frac{2019,5 \cdot 98,125}{1020 \cdot 60} = 3,24 \text{ кВт}.$$

Проверка на достаточность привода станка проводится по формуле:

$$N_{рез} \leq N_{шп}, \quad (31)$$

где $N_{шп}$ – мощность привода станка определяется по формуле.

$$N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta, \quad (32)$$

где $N_{ст} = 7,5$ кВт – мощность станка;

$\eta = 0,85$ – КПД привода.

$$N_{шп} = 7,5 \cdot 0,85 = 6,375 \text{ кВт}, \quad 3,24 < 6,375.$$

- Минутная подача, мм/мин, определяется по формуле:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{ст} = 0,2 \cdot 6 \cdot 250 = 300 \text{ мм/мин} \quad (33)$$

Основное время, мин, определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L_{р.х}}{S_M} \cdot i, \quad (34)$$

где $L_{р.х}$ – длина рабочего хода, мм, определяется по формуле.

$$L_{р.х} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер}, \quad (35)$$

где $L_{вр} + L_{пер} = 31$ мм – длина врезания и перебега;

i – число проходов.

$$L_{р.х} = 90 + 31 = 141 \text{ мм}.$$

$$T_o = \frac{141}{300} \cdot 2 = 0,94 \text{ мин}.$$

Таблица 8 – Режимы резания и основное время операций

Операция, содержание перехода	t, мм	S, мм/об	S _z , мм/зуб	S _м , мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	P, кВт	T _о , мин
Операция 005								
Фрезеровать поверхность в размер 16±1 мм на проход	2,1	-	0,25	1560	264	1030	2,72	0,45
Центровать 4 отверстия	2	0,31	-	-	25,1	800	0,7	0,128
Сверлить два отверстия ø 12Н14 на проход	6	0,38	-	1080	74	2840	5	0,026
Зенкеровать два отверстия ø12,7Н11 на проход	0,5	0,27	-	-	35	500	1,1	0,28
Развернуть два отверстия ø13Н9 на проход	0,1	1,3	-	-	20,4	3670	2,57	0,01
Сверлить два отверстия ø 13Н14 на проход	6,5	0,38	-	998	71	2630	5,4	0,028
Операция 015 Позиция 1								
Фрезеровать торец в размер 224±0,5 мм на проход	4,5	-	0,29	2150	259	1810	10,5	0,068
Центровать 3 отверстия	2	0,31	-	-	22,08	800	0,65	0,12
Сверлить отверстие ø20Н12 на проход	10	0,18	-	433	72	2400	5,61	0,347
Зенкеровать отверстие ø21,8Н10 на проход	0,5	0,6	-	-	40	1180	2,2	0,031
Развернуть отверстие ø 22Н9 на проход	0,1	1,5	-	-	18,32	265	0,06	0,082
Сверлить 2 отверстия с обеспечением размеров ø4 на длину 20 мм	2	0,11	-	441	70	4010	2,41	0,09
Зенковать фаски 1x45, 2 отверстия	1	-	-	0,68	26,1	710	0,04	0,031

Нарезать резьбу М6-7Н с обеспечением размеров М6-7Н, на длину 15 мм, 2 отверстия	0,5	1,5	-	-	35	1430	2,22	0,014
Позиция 2								
Фрезеровать торец в размер 220± 0,5 мм	4,5	-	0,45	3690	291	2040	17,8	0,108
Фрезеровать уступ с обеспечением размеров ø5Н14 шириной 5Н14,	5	-	0,18	2300	193	3070	7,89	0,019
Расточить отверстие с обеспечением размеров ø79,5Н12 на длину 66 мм	3,6	0,15	-	144	240	962	4,81	0,457
Фрезеровать отверстие с обеспечением размеров ø81Н14 на длину 23±0,5 мм	1,5	-	0,23	493	182	714	0,89	0,8
Расточить отверстие с обеспечением размеров ø80Н9 на длину 43±0,5 мм	0,5	0,15	-	144	200	962	0,74	0,298
Центровать 5 отверстий	2	0,31	-	-	28,17	900	0,78	0,11
Сверлить отверстие ø5Н14 мм на проход	2,5	0,17	-	1220	78	7180	1,31	0,008
Сверлить 4 отверстие с обеспечением размеров ø8,5Н12 на длину 25 мм	4,25	0,26	-	1060	70	4080	2,88	0,024
Зенковать 5 фасок 1,6x45	1,8	0,68	-	-	26,1	710	0,9	0,06
Нарезать резьбу в 4 отверстиях М10-7Н, на глубину 20 мм	0,75	1,5	-	-	37	1590	2,53	0,009
Операция 025								
Фрезеровать поверхность в размер 102±0,5 на проход	1,4	-	0,45	2440	222	1350	4,17	0,19

Фрезеровать поверхность в размер $72\pm 0,5$ на проход	1,4	-	0,45	2150	210	1580	3,65	0,045
Фрезеровать 4 уступа с обеспечением размеров R20 в размер 14 ± 1	2	-	0,24	1890	247	3930	3,4	0,038
Центровать 5 отверстий	2	0,31	-	-	28,3	900	0,78	0,11
Сверлить 4 отверстия с обеспечением размеров $\varnothing 5H14$ на длину 17^{+2} мм	2,5	0,15	-	1080	79	7180	1,2	0,064
Сверлить отверстие с обеспечением размеров $\varnothing 14H12$ на длину 10 мм	7	0,33	-	980	71	2960	7,06	0,01
Зенковать 4 фаски 1×45	1	0,4	-	-	29,1	1320	0,06	0,028
Зенковать фаску 2×45	2	0,9	-	-	26,2	450	0,06	0,02
Нарезать резьбу в 4 отверстиях с обеспечением размеров M6-7H, на длину 12^{+2} мм	0,5	1	-	-	37	2650	1,14	0,04
Фрезеровать резьбу M16x1,5-7H	1	-	0,15	227	50	2430	0,471	0,027

2.6 Нормирование технологического процесса

Под нормированием технологических процессов понимают назначение технически обоснованных норм времени на продолжительность выполнения операций.

Технически обоснованной нормой времени называют время выполнения технологической операции в определённых организационно - технических условиях, наиболее благоприятных для данного типа производства.

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

Различают следующие нормы времени:

T_o – основное (машинное) технологическое время, мин, – время затраченное резание.

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

$T_{оп}$ – оперативное время.

$$T_{оп} = T_o + T_{всп} \quad (36)$$

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

$T_{отд}$ – время на отдых, мин.

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

Для станков с ЧПУ:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_v \cdot K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right) \quad (37)$$

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

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

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

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

Для универсальных станков:

$$T_{шт} = (T_o + T_v \cdot K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right), \quad (38)$$

$T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время, необходимое на ознакомление исполнителя с чертежом, получение консультаций у мастера,

настройку станка и приспособлений. Это время распределяется не на одну деталь, а на всю партию деталей (n), подлежащих изготовлению.

$$T_{ш.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (39)$$

Тш.к. – штучно-калькуляционное время, это и есть технически обоснованная норма времени на выполнение операций.

На основе литературы [10,11] рассчитаны нормирования и приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Результаты нормирования

Наименование операции	T _о , мин	T _в , мин	K _в	T _{п-з} , мин	T _{шт} , мин	T _{ш.к.} , мин
005 Вертикально-фрезерная	0,922	2,74	0,76	10	3,305	3,315
015 Горизонтально-фрезерная	2,676	4,47	0,76	10	6,681	6,691
025 Вертикально-фрезерная	0,572	6,593	0,76	10	6,141	6,151

2.7 Конструкторская часть

2.7.1 Обоснования и описание конструкции приспособления 005

Приспособление ФЮРА.А51052.006.СБ предназначено для закрепления заготовки на столе горизонтально-фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ DECKEL MAHO DMC 60H

Приспособление одноместное. Состоит из основания 1, на котором размещаются две пластины 24 и два пальца: цилиндрический 20 и ромбический 23. Также на основании установлены шпилька 30, на которой находится прихват 5, применяемый для зажима детали. Для закрепления приспособления на столе станка предусмотрены пазы в основании.

Заготовка устанавливается на два пальца, опорной плоскостью опирается на две пластины. Фиксируют заготовку в таком положении два прихвата, при помощи затяжки гайки 17.

Базирование детали в приспособлении осуществляется по плоскости и двум пальцам (цилиндрическом и ромбическом).

Три точки несёт главная базирующая плоскость, две точки – цилиндрический палец, одну точку – ромбический. Для закрепления приспособления на станке в основании корпуса имеются отверстия.

2.7.2 Обоснования и описание конструкции приспособления 015

Приспособление ФЮРА.А51052.005.СБ предназначено для закрепления заготовки на столе вертикально-фрезерного обрабатывающего центра Naas SMiniMill

Приспособление одноместное. Состоит из основания 1, на котором деталь устанавливается на 3 опоры, которые крепятся к плите позиция 1, с помощью винтами, ориентация детали осуществляется с помощью подпружиненными пальцами. Крепление производится двумя прижимными планками, применяемые для зажима детали, установленные шпильками.

2.7.3 Расчет пальцев

Расчет условия установки на два установочных пальца (цилиндрический и ромбический) производится в соответствии с .

Принимаем диаметр отверстий 13H8(+0.027)

Цилиндрический

H13/g6

D=13мм

$S_{\min}=6\text{мкм}$

$S_{\max}=17\text{мкм}$

Срезанный

H13/f9

D=13мм

$S_{\min}=16\text{мкм}$

$S_{\max}=59\text{мкм}$

$$S_1^{\min} + S_2^{\min} \times \frac{D}{b} \geq \delta_o + \delta_n \quad (40)$$

$$\tan \alpha = \frac{S_1^{\max} + S_2^{\max}}{A_o} \quad \text{[?]}$$

(41)

$$\delta_n \leq S_1^{\min} + S_2^{\min} \frac{D}{b} - \delta_o \quad (42)$$

Цилиндрический палец 7030-0907 $\varnothing 13g6$ ГОСТ 12210-66;

Срезанный палец 7030-0928 $\varnothing 13f9$ ГОСТ 12209-66; $b=3$

$$\delta_n \leq 6 + 16 \frac{13}{3} - 50$$

$$\tan \alpha = \frac{17 + 59}{2 \times 172 \times 10^{-3}} = 0,22 \times 10^{-3}$$

$$\delta_n \leq 25,33$$

$$\alpha = 0.013^\circ$$

Погрешность базирования при установке заготовки на цилиндрический и срезанный палец определяется по формуле:

$$E_\delta = (\Delta + T_1 + T_2) \left(\frac{2 \times l_1 + L}{L} \right) \quad (43)$$

Δ - минимальный диаметральный зазор между пальцем $\varnothing 13g6$ и отверстием 13H8 - 0,006 мм

l_1 - наибольшее расстояние от центра пальца до обрабатываемого контура детали-199

$$E_\delta = (0,006 + 0,011 + 0,027) \left(\frac{2 \times 199 + 172}{172} \right) = 0,146 \text{ мм}$$

2.7.4 Расчет приспособления на точность

Расчёт приспособления на точность

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

$$\varepsilon_{\text{пр}} = K \cdot \sqrt{(K_1 \cdot \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + \varepsilon_{\text{изн}}^2 + \Delta_y^2 + \Delta_{\text{н}}^2 + \Delta_{\text{ф}}^2 + \Delta T^2} \text{ мм};$$

Где K – коэффициент, учитывающий возможность отступления от нормального распределения отдельных составляющих, равный 1,2;

K_1 – коэффициент принимается если присутствует погрешность базирования, равный 0;

ε_3 – погрешность закрепления, равная 0,03 мм;

$\varepsilon_{\text{уст}}$ – погрешность установки приспособления на станке, равна 0;

$\varepsilon_{\text{п}}$ – погрешность смещения режущего инструмента;

$\varepsilon_{\text{изн}}$ равна 0, т. к. отсутствуют направляющие элементы приспособления;

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

Δ_y – погрешность, возникающая в результате упругих деформаций;

$\Delta_{\text{и}}$ – погрешность, вызываемая размерным износом инструмента;

$\Delta_{\text{н}}$ – погрешность, возникающая в результате настройки станка;

$\Sigma\Delta_{\text{ф}}$ – погрешность, возникающая в результате геометрической неточности станка;

$\Delta_{\text{т}}$ – погрешность, возникающая в результате температурных деформаций.

Составляющие Δ_y , $\Delta_{\text{и}}$, $\Delta_{\text{н}}$, $\Sigma\Delta_{\text{ф}}$, $\Delta_{\text{т}}$ рассчитываются затруднительно, но известно, что их влияние на точность приспособления невелико, поэтому в расчёте их учитывать не будем.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sqrt{0,03^2 + 0,04^2} = 0,06 \text{ мм.}$$

Допуск на размер по чертежу равен 200 мкм. Следовательно, спроектированное приспособление удовлетворяет точности обработки детали на данной операции.

2.7.5 Силовой расчет для приспособления ФЮРА.А51052.006.СБ

Усилие подачи и сила зажима направлены перпендикулярно друг другу. Сила зажима прижимает заготовку к установочным поверхностям призм, а окружная сила резания стремится сдвинуть деталь в осевом направлении.

Сила зажима без учета подачи, N , определяется по формуле.

$$Q = \frac{K \cdot R_z}{2 \cdot f_1}, \quad (44)$$

где Q – сила закрепления;

R_z – сила резания;

K – коэффициент запаса;

$f_1 = 0,15$ – коэффициент трения.

Осевая сила определяется по формуле.

$$P_z = \frac{10 \cdot C_P \cdot B^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_{Mr}, \quad (45)$$

где $C_P = 445$, $q = 0,2$, $x = 0,15$, $y = 0,35$, $u = 0,2$, $m = 0$, $w = 0,32$ – коэффициент и показатели степени;

D – диаметр фрезы, мм $D=100$ мм;

B – ширина фрезерования, мм $B=90$ мм;

S_z - подача на зуб фрезы, мм $S_z = 0,14 - 0,24$;

K_{Mr} - поправочный коэффициент (по табл. 9 [8]), $K_{Mr} = 1,08$

$$P_z = \frac{10 \cdot 445 \cdot 90^0 \cdot 2^{0,15} \cdot 0,2^{0,35} \cdot 6}{100^{0,2} \cdot 1200^{0,32}} = 694,5, \text{ Н}$$

Коэффициент запаса определяется по формуле.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (46)$$

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

$K_1 = 1,2$ – коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,6$ – коэффициент характеризующий значение силы P_z ;

$K_3 = 1,2$ – коэффициент характеризующий постоянство P_z ;

$K_4 = 1$ – использование гидроцилиндра;

$K_5 = 1,2$ – т.к. приспособление не ручное;

$K_6 = 1,5$ поправочный коэффициент.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 5,18.$$

$$Q = \frac{5,18 \cdot 694,5}{2 \cdot 0,15} = 11992 \text{ Н.}$$

Зная необходимое усилие зажима, определяем требуемый диаметр винта по формуле:

$$D = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\sigma_p}}, \quad (47)$$

где $\sigma_p = 200$ МПа – напряжение растяжения материала винта.

$$D = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{11992}{200}} = 9,8 \text{ мм.}$$

Т.к. используется два прижима, то диаметр винтов можно принять равным $D = 8$ мм.

2.8 Организационная часть

2.8.1 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

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

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \times N}{60 \times F_d} \quad (48)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

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

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

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{п}} \times 100; \quad (49)$$

где $C_{п}$ – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 10

Таблица 10- Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	ТШТ-К, мин	C_p	$C_{п}$	$K_{зо}, \%$
1	2	3	4	5
005	3,315	0,03	1	3
015	6,691	0,07	1	7
025	6,151	0,06	1	6

Средний коэффициент загрузки $K_{зо}$. ср. =6%.

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

2.8.2 Расчет состава работающих

Количество производственных рабочих рассчитывается на основе общей трудоемкости изготовления изделий по формуле:

$$Ч_{осн} = \sum_{i=1}^M (C_{ni} \times П_{сми}), \quad (50)$$

где- количество смен работы оборудования на i-й операции $с_{mi}$ п

$$Ч_{осн} = (1 \times 1) + (1 \times 1) + (1 \times 1) = 3 \text{ чел}$$

Численность вспомогательных рабочих:

$$Ч_{всп} = Ч_{осн} \times \frac{k_{всп}}{100}, \quad (51)$$

где=60% - коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$Ч_{всп} = 3 \times \frac{60}{100} = 1,8$$

Численность вспомогательных рабочих принимаем равной 2 чел.

Специалистов:

$$Ч_{спец} = (Ч_{осн} + Ч_{всп}) \times \frac{k_{спец}}{100}, \quad (52)$$

где =8...12% - коэффициент численности специалистов.

$$Ч_{спец} = (3 + 2) \times \frac{12}{100} = 0,6$$

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

Служащих:

$$Ч_{служ} = (Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец}) \times \frac{k_{служ}}{100}, \quad (52)$$

где =2...4% - коэффициент численности служащих.

$$Ч_{служ} = (3 + 2 + 1) \times \frac{3}{100} = 0,18$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

Руководителей:

$$Ч_{рук} = (Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец} + Ч_{служ}) \frac{k_{рук}}{100}, \quad (53)$$

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

$$Ч_{рук} = (3 + 2 + 1 + 1) \frac{2}{100} = 0,14$$

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет.

$$Ч_{общ} = Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец} + Ч_{служ} + Ч_{рук} \quad (54)$$

$$Ч_{рук} = 3 + 2 + 1 + 1 + 1 = 8 \text{ чел}$$

Таблица 11- Численность рабочих

Наименование профессии	Количество работающих	Разряд	Оборудование
1. Производственные рабочие:			
-оператор станок ЧПУ	2	4	Haas SMiniMill
-оператор станок ЧПУ	1	4	DECKEL MAHO DMC 60H.
2. Вспомогательные рабочие			
-наладчик станков с ЧПУ	1	6	
-заточник	1	3	
3. Специалисты:			
-инженер технолог	1	9	
4. Служащие:			
-уборщик производственных помещений	1	2	
5. Руководители			
-Мастер	1	10	

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В экономической части выпускной квалификационной работы производится расчет себестоимости изготовления корпуса с заводским кодом КС-4372.104.10.003 по разработанному технологическому процессу. При разработке технологического процесса закладывается среднесерийный тип производства, обоснованный параметрами детали и объемом производственной программы ($N = 1030$ шт.). Материал – СЧ20 ГОСТ 1412-85;

Производственная себестоимость изделия охватывает все затраты предприятия на его производство.

Все расчеты ведем согласно рекомендациям [27].

3.1 Расчет объема капитальных вложений

- В объем капитальных вложений входит:
- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах;
- стоимость оборотных средств в незавершенном производстве;
- стоимость оборотных средств в запасах готовой продукции;
- стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

3.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{mo} = \sum_{i=1}^m Q_i \times C_i \quad (55)$$

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 1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	$K_{тоi}$, руб.
005,015	Haas SMiniMill	3 630 372	1	3630372
010	DECKEL MAHO DMC 60H.	12 000 000	1	12 000 000
Всего:				15 630 372

3.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

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

$$\begin{aligned} K_{во} &= K_{mo} \times 0,30 \text{ руб} \\ K_{во} &= 4689112 \text{ руб} \end{aligned} \quad (56)$$

3.1.3 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.)

$$K_{ин} = K_{то} \times 0,10 \quad (57)$$

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

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

$$K_{ин} = K_{то} \times 0,10 = 1563037 \text{ руб}$$

3.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

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

В первом случае общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C'_n = C_{ин} + C_{вп}, \quad (58)$$

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

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

Данные о балансовой стоимости производственных (основных) и вспомогательных помещений взяты в экономическом отделе предприятия ООО «Юргинский машиностроительный завод».

$$C'_n = 450000 + 100000 = 550000 \text{ руб.}$$

3.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{H_m \times N \times Ц_m}{360} \times T_{обм} \quad (59)$$

где H_m - норма расхода материала, кг/ед;

N - годовой объем производства продукции, шт; $Ц_m$ - цена материала, руб./кг;

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

$$K_{пзм} = \frac{8,77 \times 1030 \times 85}{360} \times 30 = 63984,46$$

3.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

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

$$K_{нзп} = \frac{N \times T_{ц} \times C' \times k_g}{360} = \frac{1030 \times 1 \times 931,81 \times 0,9}{360} = 2399,41 \text{ руб} \quad (60)$$

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

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

k_g - коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_m \times Ц_m}{k_m} = \frac{8,77 \times 85}{0,8} = 931,81 \text{ руб} \quad (61)$$

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

Коэффициент готовности:

$$\kappa_2 = (\kappa_m + 1) \times 0,5 = (0,8 + 1) \times 0,5 = 0,9 \quad (62)$$

3.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{гп} = \frac{C' \times N}{360} \times T_{гп} = \frac{931,81 \times 1030}{360} \times 30 = 79980,36 \text{ руб} \quad (63)$$

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

3.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{дз} = \frac{B_{пн}}{360} \times T_{дз} \quad (64)$$

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

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

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

$$B_{пн} = C' \times N \times \left(1 + \frac{p}{100}\right), \text{ руб} \quad (65)$$

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

$$B_{пн} = 931,81 \times 1030 \times \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 1132521,87 \text{ руб}$$

$$K_{дз} = \frac{1132521,87}{360} \times 10 = 31458,9 \text{ руб}$$

3.1.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{изм}} \times 0,10 = 63984,46 \times 0,10 = 6398,45 \text{ руб} \quad (66)$$

3.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

Классификация затрат по экономическим элементам имеет для предприятия важное значение. Сметный разрез затрат позволяет определить общий объем потребляемых предприятием различных видов ресурсов. На основе сметы осуществляется увязка разделов производственно-финансового плана предприятия: по материально-техническому снабжению, по труду, определяется потребность в оборотных средствах и т.д. Группировка затрат по экономическим элементам отражается в смете затрат на производство и реализацию продукции (работ, услуг). В ней собираются затраты по общности экономического содержания, по их назначению.

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- основные материалы за вычетом реализуемых отходов;
- заработная плата производственных рабочих;
- отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих.

Эти статьи относятся к прямым затратам. Остальные расходы образуют косвенные расходы:

- амортизация оборудования предприятия;
- арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений;
- отчисления в ремонтный фонд;
- вспомогательные материалы на содержание оборудования;
- затраты на силовую электроэнергию;
- износ инструмента;
- заработная плата вспомогательных рабочих;
- отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих;
- заработная плата административно-управленческого персонала;

- отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала; - прочие расходы.

3.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_M) рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (\Pi_M \cdot H_M \cdot K_{\text{тзр}} - \Pi_o \cdot H_o), \quad (67)$$

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

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

Π_M – цена материала, руб/кг;

H_M – норма расходов материалов, кг/ед.;

H_o – норма возвратных отходов кг/шт; Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_3 - m_o$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_o – масса изделия, кг.

$$H_o = 8,77 - 6,47 = 2,3 \text{ кг} / \text{шт}$$

$$C_M = 1030 \times (85 \times 12,3 \times 1,04 - 10,7 \times 2,3) = 1062331,7 \text{ руб}$$

3.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

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

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

$$C_{\text{зо}} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i} \times C_{\text{час}j}}{60} \times k_n \times k_p \times N, \quad (68)$$

где m – количество операций технологического процесса;

$t_{\text{шт}i}$ – норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

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

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

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

Таблица 3 - Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{штi}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$, руб.	$C_{зоi}$, руб
Оператор станков с ЧПУ	3,315	4	1	33,15	3678,64
Оператор станков с ЧПУ	6,691	4	1	33,15	7424,98
Оператор станков с ЧПУ	6,151	4	1	33,15	6825,74
Фонд заработной платы всех рабочих					17929,36

3.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{зо} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2, \quad (69)$$

где α_1 – обязательные социальные отчисления, ($\alpha_1 = 0,31$) руб./год;

α_2 – социально страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, ($\alpha_2 = 0,003 \div 0,017$) руб./год.

$$C_{oco} = 17929,36 \times (0,3 + 0,01) = 5558,1 \text{ руб} / \text{год}$$

3.2.4 Расчет амортизации основных фондов

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов ко времени их полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейный и нелинейный.

3.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

При крупном масштабе производства, при полной загрузки оборудования сумма амортизационных начислений распределяется на каждую единицу продукции равномерно.

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

$$a_{ni} = \frac{1}{T_o} \times 100\%$$

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

Сумма амортизации определяется:

n

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \times a_{ni} \quad (70)$$

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

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

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \times a_{ni}}{F_o \times K_{epi}} \times K_{3oi} \quad (71)$$

где n – количество оборудования;

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

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, $F_d=2016$ час.

Таблица 4 - Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц _и , руб.	а _{ни} ,	F _{дi} , ч	A _{чi} , руб.
005 025	3 630 372	0,1	2030	9
015	12 000 000	0,14	2030	58

Вспомогательное оборудование	1 563 037	0,166	2030	20,97
Амортизационные отчисления для всех станков ($A_{\text{ч}}$)				87,97

3.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы.

3.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд можно рассчитать одним из предложенных методов:

$$C_p = (K_{TO} + K_{BO}) \times k_{\text{рем}} + C_{II} \times k_{\text{з.рем}}, \quad (72)$$

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

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

$$C_p = (15630372 + 4689112) \times 0,002 + 550000 \times 0,05 = 68139 \text{ руб}$$

3.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

3.2.6.1 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{\text{сож}} = n \times N \times g_{\text{ох}} \times u_{\text{ох}} \quad (73)$$

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

$u_{\text{ох}}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб/кг; n – количество станков.

$$C_{\text{сож}} = 2 \times 1030 \times 0,03 \times 340 = 21012 \text{ руб} \quad (74)$$

3.2.6.2 Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \times \Pi_{\text{возд}} \times N}{60} \sum t_{oi}, \quad (75)$$

Где $C_{\text{возд}}$ – затраты на сжатый воздух, руб.;

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

$C_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха, руб;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

t_{oi} – основное время на каждой операции, мин.

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \times 65,5 \times 1030}{60} \times 4,17 = 3282,2 \text{ руб}$$

3.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \times F_{\text{д}} \times K_N \times K_{\text{вр}} \times K_{\text{од}} \times \frac{K_{\omega}}{\eta} \times C_{\text{Э}}, \quad (76)$$

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

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

$K_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей;

$K_{\text{од}}$ $0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{\text{од}}=0,7$;

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

η – КПД оборудования, $\eta=0,7$;

$C_{\text{Э}}$ – средняя разность стоимости электроэнергии (по данным городской электросети) на 2019 год, $C_{\text{Э}} = 2,33$ руб.

Таблица 6 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{\text{чЭ}i}$, руб
005, 025	11	8273
015	20	15041
Затраты на электроэнергию для всех операций		23314

3.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ин}=2344556$) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учет как плановые и включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

3.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{3Mj} \times Ч_{ВРj} \times 12 \times k_{nj} \times k_{pj} \times k_y, \quad (77)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

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

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

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

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

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

$$C_{зврВСП} = 7800 \times 1 \times 12 \times 1,3 \times 1,2 \times 0,08 = 11681,3 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} (0,3 + 0,5)$$

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

$C_{звр}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.

$$11681,3 \times (0,3 + 0,05) = 4088,5 \text{ руб}$$

3.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{3Mj} \times Ч_{ВРj} \times 12 \times k_{nj} \times k_{pj} \times k_y, \quad (78)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

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

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

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

$к_{рj}$ – районный коэффициент ($к_{рj} = 1,3$).

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

$$C_{заупРУК} = 13700 \times 1 \times 12 \times 1,3 \times 1,2 = 256464 \text{ руб}$$

$$C_{заупСПЕЦ} = 11350 \times 1 \times 12 \times 1,3 \times 1,2 = 212472 \text{ руб}$$

$$C_{зауп} = (256464 + 212472) \times 0,02 = 9379 \text{ руб}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала

$$C_{оауп} = C_{зауп} \times (0,26 + 0,02) \quad (79)$$

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

$С_{зауп}$ – заработная плата административно-управленческого персонала, руб.

$$C_{оауп} = 9379 \times (0,26 + 0,02) = 2626 \text{ руб}$$

3.2.11 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:

$$C_{проч} = ПЗ \times N \times 0,7, \quad (80)$$

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

$$C_{проч} = 148,58 \times 1030 \times 0,7 = 107126,2 \text{ руб}$$

3.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Таблица 7 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:		
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	1031,39	1062331,7
заработная плата производственных рабочих	17,4	17929,36
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	5,4	5558,1
Косвенные затраты:		
амортизация оборудования предприятия	88	90644
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	533,98	550000
отчисления в ремонтный фонд	66,2	68139
вспомогательные материалы на содержание оборудования	273	281346,7
затраты на силовую электроэнергию	22,7	23321
заработная плата вспомогательных рабочих	11,3	11681,3
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	3,97	4088,5
заработная плата административноуправленческого персонала	9,1	9379
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	2,6	2626
прочие расходы	104	107126
Итого	2163	2234118

Вывод: В ходе выполнения работы по разделу ФМРиР был выполнен расчет прямых и косвенных затрат за год, заработной платы работников предприятия с их социальными доходами. Кроме того были проведены расчеты амортизации основных фондов а также получены значения затрат на основные и вспомогательные материалы.

4 Социальная ответственность

4.1 Характеристика объекта исследования

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

В ходе технологического процесса изготавливается корпус с заводским кодом КС-4372.104.10.003.

Материалом детали является СЧ20 ГОСТ 1412-85, масса детали – 6,47 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ 12.3.020-80 перемещение грузов массой менее 10 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно-транспортных устройств или средств механизации [28]. Для корпуса применяем подъёмник непрерывного действия.

Корпус изготавливается на горизонтально-фрезерном и вертикально-фрезерном оборудовании. Данные операции характеризуются большим выделением следующих компонентов, а именно: стружки, тепла

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей.

4.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов

В процессе обработки корпуса на рабочего действуют следующие вредные: недостаточное освещение, шум и вибрация, а также опасные производственные факторы такие как: электрический ток, движущиеся органы станка.

4.2.1 Шум

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 – от 500 до 8000 Гц с допустимыми уровнями звукового давления от 83 до 74 дБ соответственно, что не превышает предельно допустимого уровня.

Для снижения уровня шума на участке разработан защитный экран. Экран устанавливается непосредственно вокруг металлорежущего оборудования и позволяет значительно снизить общий уровень шума на участке. [29]

4.2.2 Вибрация

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на:

- общую (действует на всё тело);
- местную (действует только на руки рабочего).

Общую вибрацию можно разделить на следующие категории:

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

4.2.2.1 Разработка методов защиты от вибрации

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы–амортизаторы. Принцип работы опоры основан на некоторых особенностях деформации резины: при сжатии деформация происходит за счёт изменения формы, а не

объёма. С ростом нагрузки увеличивается и коэффициент жёсткости опоры. Поэтому частота собственных колебаний станка на этих опорах мало зависит от нагрузки на опору. металлообрабатывающие станки, имеющие достаточно большую частоту вращения по сравнению с собственными частотами номинально нагруженных опор, устанавливают на данных опорах. При этом станина станка должна быть достаточно жёсткой: отношение длины и ширины к высоте сечения должно быть менее 5 по ГОСТ 17712-72.

Чем больше амплитуда колебаний, тем больше энергия колебательных движений и тем сильнее на них реакция человека. Фактическое значение вибрации на производстве, действующее на рабочего составляет 7,43 Гц, что является допустимым при нормативном значении 9,3 Гц. [30]

4.2.3 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 и искусственное).

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% и определяется по формуле:

$$KEO = \frac{E}{E_0} \times 100\% \quad (81)$$

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 отрегулированные так, чтобы освещённость

была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Качество выпускаемой продукции в значительной степени зависят от качества освещения помещений и рабочих мест. Кроме того, недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

В цехе 22, где происходит технологический процесс изготовления корпуса, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы – фонари. Так как освещенность, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещенности применяется комбинированное освещение – естественное и искусственное. Искусственное общее освещение – лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

На участке предусмотрено искусственное освещение при помощи светильников типа «Универсал» с лампами накаливания, в прозрачной колбе.

Для нормальной освещенности необходимо: регулярная замена вышедших из строя ламп, периодическая очистка от пыли. СНиП 23-06-95 «Естественное и искусственное освещение». Фактическое значение освещенности при комбинированном освещении в цехе, оборудованном металлорежущими станками, составляет 750 лк, что является допустимым, для нормативного значения 250 лк [31]

4.2.4 Травмирующие воздействия движущихся органов станка

Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если уборка стружки не механизирована, то применяют крючки, щетки.

Все двигающиеся части, представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок

отключается. На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка, в нашем случае станок оснащен защитным экраном

4.2.5 Электрический ток

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

Расчёт заземления.

Защитное заземление является простым, эффективным и широко распространённым способом защиты человека от поражения электрическим током. Обеспечивается это снижением напряжения оборудования, оказавшегося под напряжением и 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 м и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства для электроустановок мощностью до 100 кВт 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, в омах, вертикально установленного в землю, определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \times \pi \times l_m} \times \ln\left(\frac{4 \times h_T}{d}\right), \quad (82)$$

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

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

$l_m = 250$ см – длина трубы;

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

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

Определяем требуемое число заземлителей, в штуках, по формуле.

$$П = \frac{R_3}{R \times \eta}, \quad (83)$$

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

$$П = \frac{34}{5 \times 0,8} = 8,5 \text{ шт}$$

Принимаем $П = 9$ шт.

Длину соединительной полосы, в метрах, определяем по формуле:

$$l_n = 1,05 \times a \times (П - 1), \quad (84)$$

где a – расстояние между заземлителями.

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

Сопротивление соединительной полосы, в омах, определяем по формуле:

$$R_{II} = \frac{\rho_{II}}{2 \times \pi \times l_{II}} \times \ln\left(\frac{4 \times l_n^2}{h_n \times b}\right), \quad (85)$$

$b=1,2$ см – ширина полосы;

$l_n = 4200$ см – длина полосы;

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

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

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

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

$$R_c = \frac{R_3 \times R_n}{R_3 \times \eta_n + R_n + \eta_3 \times \Pi}, \quad (86)$$

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

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

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

Сопротивление заземляющего устройства для установок напряжением до 1 кВ и мощностью до 100 кВт должно быть не более 10 Ом. Предельно допустимое значение заземляющего устройства зависит от характеристики электроустановки и заземляющего объекта, а также от удельного сопротивления грунта, выраженного в Ом·м. Оно должно быть в следующих пределах при использовании заземляющего устройства одновременно для электроустановок до 1000 В:

- при удельном сопротивлении грунта до 500 Ом·м – $\frac{125}{J_p}$,

где J_p – расчётная сила тока замыкания на землю, А;

- более 500 Ом·м – $\frac{0,25 \cdot \rho}{J_p}$.

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

Вывод: Система защитного заземления должна состоять из 9 проводников, длина соединительной полосы должна быть 42м, и глубина погружения трубы в землю должна составлять 0,8 м, а диаметр трубы заземлителя принимаем 0,4 м.

4.3 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места

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

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

Работа вентиляционной системы создает на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.5480-96.

Применяется приточно-вытяжная вентиляция, т.к. при технологическом процессе обработки идёт малое выделение вредных веществ. У ворот цеха предусмотрена воздушная тепловая завеса, которая образуется при помощи специальной установки путём создания струй воздуха. [32]

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

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

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.5480-96 и ГОСТ 12.1.005-88. [33]

Таблица 8 – Основные параметры микроклимата

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

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

- 50% и более – 35 Вт/м²;
- от 25 до 50% – 70 Вт/м²;
- не более 25% – 100 Вт/м².

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

- температура – от 14 °С зимой до 24 °С летом;
- относительная влажность – от 50% зимой до 80% летом;
- скорость движения воздуха – 0,15 м/с.
- уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела от 25 до 50% – 65Вт/м².

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

4.4 Выбор СОЖ

СОЖ выбрана учитывая разрешение министерства здравоохранения РФ в соответствии с ГОСТ 12.3.025-80:[34]

- МР – 3 (ТУ 38.201254-76) – маловязкое минеральное масло;
- ВЕЛС – I (ТУ 38.00145843017-94) – полусинтетическая эмульсия.

Допустимая концентрация вредных веществ для здоровья человека соответствует ГОСТ 12.0.004-79. Периодичность замены СОЖ 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 СОЖ на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания. Дополнительно контроль может проводиться при появлении запаха или раздражении кожи.

Хранить и транспортировать СОЖ необходимо в чистых стальных резервуарах, изготавливаемых из белой жести, оцинкованного листа или пластмасс. СОЖ хранится в соответствии с требованиями СНиП 11-106-72. [35]

4.5 Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте

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

На рабочих местах должна быть предусмотрена площадь, на которой размещаются стеллажи, тара, столы и другие устройства для размещения оснастки материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей и отходов производства. На каждом рабочем месте около станка на полу должны быть

деревянные решётки на всю длину рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6 м от выступающих частей станка.

4.6 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

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

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность – это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Производственные помещения, в которых осуществляется обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНиП II-2-80, СНиП II-89-80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП II-92-76. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83: [36], [37].

- огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением – 2 шт;
- песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением – 0,5 м³;
- кран внутреннего пожарного водопровода – 1 шт;
- огнетушитель углекислотный ОУ-8 – 2 шт.

На каждом участке должны быть оборудованы места для курения. На рабочих местах курить строго запрещается.

4.7 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

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. Водную фазу СОЖ очищают до предельно допустимой концентрации или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию.

Выводы по разделу Социальная ответственность.

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, возникающие в процессе изготовления изделия по разработанному технологическому процессу, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были предложены мероприятия по защите от них, а именно:

- от поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства;
- для улучшения освещённости рабочих мест применены искусственные источники освещения;

Предложенные мероприятия позволяет снизить вредное воздействие на человека. В целом же можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма, а так же благоприятствует повышению производительности труда.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления корпуса КС-4372.104.10.003, являющейся частью раздаточной коробки крана КС-5871А.

Разработанный технологический процесс в значительной степени отличается от базового. С целью повышения эффективности производства применены следующие технические решения:

- определили тип производства – среднесерийный с производственной программой выпуска 1000 шт. в год;

- рассмотрели два варианта получения заготовки – литье в песчаные формы ($m_3 = 8,77$ кг; Ким = 0,738) и литье в кокиль ($m_3 = 8,3$ кг; Ким = 0,78). В качестве заготовки был принят вариант получения заготовки литьем в ПГФ, а экономический эффект применения от данного метода составил $\mathcal{E} = 30694$ руб./год;

- для уменьшения основного времени было применено более производительное оборудование, и инструменты.

В конструкторской части было спроектировано специальное приспособление для фрезерных операций

В организационной части работы произведен расчет потребного количества оборудования, которое составило 2 единицы, коэффициент его загрузки $K_{зо.ср.}$ равный 6%. А также произведен расчёт необходимой численности основных, вспомогательных рабочих.

В разделе ФМРиР был выполнен расчет прямых и косвенных затрат за год, заработной платы работников предприятия с их социальными доходами. Кроме того были проведены расчеты амортизации основных фондов а также получены значения затрат на основные и вспомогательные материалы.

В разделе социальная ответственность были рассмотрены опасные и вредные факторы, возникающие в процессе изготовления изделия по

разработанному технологическому процессу, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Предложенные мероприятия позволяют снизить вредное воздействие на человека. 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.

Список использованных источников

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

- 12 Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов / Под. ред. Б.А. Князевского. – 3 -е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.
- 13 Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. 1995; – 27 с.
- 14 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997. – 20 с.
- 15 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 400с.
- 16 ГОСТ 2590–88. Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент – М.: Стандартиформ, 1988. – 4 с.
- 17 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.– М.: Стандартиформ, 1989. – 36 с
- 18 Симкина, Л.Г. Экономическая теория: Учебник для студентов вузов. - 2-е изд. – СПб: Питер, 2010. - 382 с
- 19 Экономика и социология труда: Учебник для вузов / Под ред. А.Я. Кибанова. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 584 с. - (Высшее образование)..
- 20 Кондраков Н.П. Бухгалтерский (финансовый, управленческий) учет: учебник 2011 г.
- 21 Момот, М.В.Деньги. Кредит. Банки: Учебное пособие / М.В. Момот. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 123 с.
- 22 Каракеян, В.И.Экономика природопользования: Учебник для вузов / Каракеян В.И. - М.: Юрайт, 2011. - 576 с. - (Основы наук).
- 23 Финансы: Учебник для вузов / А.С. Нешиной, Я.М. Воскобойников. - 9-е изд., перер. и доп. - М.: «Дашков и К», 2010. - 525 с.
- 24 Минько, Э.В.Организация коммерческой деятельности промышленного предприятия [Текст]: Учебное пособие / Э.В.Минько,А.Э.Минько;под ред.А.В.Самойлова. - М. : Финансы и статистика, 2010. - 608 с.

25 Вахрушина, М.А. Управленческий анализ: Учебное пособие для вузов / М.А. Вахрушина. - 6-е изд., испр. - М. : Омега-Л, 2010. - 399 с. - (Высшее финансовое образование).

26 Экономика предприятия: Учебник / Семенов В.М., Баев И.А., Терехова С.А. и др. Под ред. В.М.Семенова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Центр экономики и маркетинга, 2004.

27 Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов механико-машиностроительного факультета. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. –24с

28 Система стандартов безопасности труда(ССБТ): ГОСТ 12.3.020-80. Процессы перемещения грузов на предприятиях [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200000300>

29 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах [Электронный ресурс] URL <https://base.garant.ru/4174553/>

30 Вибрация ГОСТ 17712-72. Правовой и нормативно-технический документ [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/464617545>

31 Строительные нормы и правила: СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/871001026>

32 Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Электронный ресурс] URL <https://base.garant.ru/4173106/>

33 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда(ССБТ) [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200003608>

34 ГОСТ 12.3.025-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Обработка металлов резанием. Требования безопасности [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200008343>

35 Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектно-планировочной документации СП 11-106-97 [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/901704794>

36 СНиП II-2-80 Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений [Электронный ресурс] URL <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293833/4293833010.htm>

37 Система стандартов безопасности труда(ССБТ): ГОСТ 12.4.009-83. Пожарная техника для защиты объектов. [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200003611>