



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса контактного устройства

УДК: 621.3.035.223.42-214

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Абрамов Вячеслав Владимирович		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств, доцент	Сапрыкина Н.А.	К.т.н., доцент		

Юрга – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У) -10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культу-

	ры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-14	Способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
Сапрыкина Н.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
10А91	Абрамов Вячеслав Владимирович

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса контактного устройства	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	31.01.2023г. № 31-74/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	
--------------------------------------------	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>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.).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рабочий чертеж корпуса 2. Служебное назначение детали. 3. Программа выпуска 1000 деталей в год. 4. Отчет по преддипломной практике
<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Разработка технологического процесса изготовления корпуса. 3. Конструирование приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 5. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Чертеж детали (1,5 листа А1). 2. Чертеж заготовки (1 лист А1) 2. Карты технологических наладок (4,5 листа А1). 3. Приспособление сверлильно-фрезерно-расточное (1 лист А1).
---------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
Реферат	

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Абрамов В.В.		



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
10А91	Абрамов Вячеслав Владимирович

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления корпуса контактного устройства

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	
--------------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела	Максимальный балл раздела
24.02.2023	Введение	15
20.04.2023	Основная часть	50
15.05.2023	Финансовый менеджмент	15
30.05.2023	Социальная ответственность	15
01.06.2023	Заключение	5

СОСТАВИЛ:

руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств	Сапрыкина Н.А.	К.т.н., доцент		

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Абрамов В.В.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 82 с., 7 рисунков, 17 таблиц, 23 источника, 2 приложений, 8 листов графического материала.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СЕБЕСТОИМОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, БАЗА, БАЗИРОВАНИЕ, ПРИПУСК, ЗАГОТОВКА.

Служебное назначение изделия: деталь является основным элементом контактного устройства, которое предназначено для подвижного токоперехода с нижней рамы на поворотную часть крана и состоит из корпуса с контактами и колонки с контактными дисками.

Цель работы: разработка технологического процесса изготовления корпуса.

В технологической части работы выбран метод получения заготовки, разработан технологический процесс механической обработки детали, выполнены расчёты припусков и режимов резания.

В конструкторской части спроектировано специальное приспособление и произведены соответствующие расчёты.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана себестоимость детали для спроектированного технологического процесса.

В разделе «Социальная ответственность» разработан необходимый комплекс мероприятий по технике безопасности, охране труда и защите окружающей среды.

ABSTRACT

The final qualifying work contains 82 pages, 7 figures, 17 tables, 23 sources, 2 applications, 8 sheets of graphic material.

Key words: TECHNOLOGICAL PROCESS, DETAIL, BLANK, CUTTING TOOL, CUTTING SPEED, TECHNOLOGICAL EQUIPMENT, PRODUCTION COST, BASE, BASE, STOCK, BLANK.

Service purpose of the product: the part is the main element of the contact device, which is designed for a movable current transfer from the lower frame to the rotary part of the crane and consists of a body with contacts and a column with contact disks.

Purpose of the work: development of a technological process for the manufacture of the case.

In the technological part of the work, a method for obtaining a workpiece was chosen, a technological process for machining a part was developed, calculations of allowances and cutting modes were performed.

In the design part, a special device was designed and the corresponding calculations were made.

In the section "Financial management, resource efficiency and resource saving", the cost of a part for the designed technological process is calculated.

In the "Social responsibility" section, the necessary set of measures for safety, labor protection and environmental protection has been developed.

Содержание

Введение.....	12
1 Основной раздел.....	13
1.1 Объект и методы исследования.....	13
1.1.1 Служебное назначение детали	13
1.1.2 Анализ технологичности изделия и чертежа	13
1.1.3 Описание базового технологического процесса	14
1.1.4 Анализ технологического процесса	16
1.1.5 Производственная программа выпуска и определение типа производства.	17
1.1.6 Формулировка проектной задачи	17
1.2. Расчеты и аналитика.....	19
1.2.1. Технологическая часть	19
1.3 Конструкторская часть.....	44
1.3.1 Проектирование приспособления на сверлильно-фрезерно-расточную операцию	44
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	51
2.1 Расчет объема капитальных вложений.....	51
2.1.1 Стоимость технологического оборудования.....	51
2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования.....	51
2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	51
2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений	52
2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах.....	52
2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве	52
2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции	53
2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности	53
2.1.9 Денежные оборотные средства.....	54
2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	54
2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	54
2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников	54
2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	55
2.2.4 Расчет амортизации основных фондов	55

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы при содержании оборудования	56
2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию	56
2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	57
2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	57
2.3 Экономическое обоснование технологического проекта	58
3. Социальная ответственность	61
3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	61
3.1.1 Описание рабочего места	61
3.1.2 Законодательные и нормативные документы	63
3.1.3 Производственная безопасность	65
3.2. Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	67
3.3 Экологическая безопасность	73
3.3.1 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	73
3.3.2 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места	74
3.3.3 Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте	75
3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	76
3.4.1 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	76
Заключение	80
Список используемой литературы	81

Приложение А Спецификация

Приложение Б Комплект документов на технологический процесс

Диск CD-R

В конверте на обороте обложки

ФЮРА 760054.001 Корпус. Файл Корпус.cdw в формате КОМПАС 16

ФЮРА 760054.002 Заготовка. Файл Заготовка.cdw в формате КОМПАС

16

ФЮРА 760054.003 Карта наладки. Файл Операция 005.cdw в формате КОМПАС 16

ФЮРА 760054.004 Карта наладки. Файл Операция 015.cdw в формате КОМПАС 16

ФЮРА 760054.005 Карта наладки Файл Операция 025.cdw в формате КОМПАС 16

ФЮРА 760054.006 Карта наладки Файл Операция 035.cdw в формате КОМПАС 16

ФЮРА 760054.007 Приспособление вертикально-фрезерное. Файл Приспособление.cdw в формате КОМПАС 16

Графический материал

На отдельных листах

ФЮРА 760054.001 Корпус

ФЮРА 760054.002 Заготовка

ФЮРА 760054.003 Карта наладки

ФЮРА 760054.004 Карта наладки

ФЮРА 760054.005 Карта наладки

ФЮРА 760054.006 Карта наладки

ФЮРА 760054.007.000СБ Приспособление сверлильно-фрезерно-расточное

Введение

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

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

Целью выпускной квалификационной работы является подведение итогов обучения. В работе подтверждается необходимый уровень профессиональной подготовки, необходимый для использования накопленных теоретических знаний:

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

1 Основной раздел

1.1 Объект и методы исследования

1.1.1 Служебное назначение детали

Вращающееся контактное устройство предназначено для подвижного токоперехода с нижней рамы на поворотную часть крана и состоит из корпуса с контактами и колонки с контактными дисками. Подвижный электрический контакт обеспечивается скольжением контактов по контактными дискам. Корпус служит для размещения внутри системы контактов и контактной колонки.

Корпус изготавливается из алюминиевого сплава АК7₄ ГОСТ 1583-93. Химический состав сплава соответствует приведённому в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Химический состав сплава АК7₄

Al, %	Si, %	Mg, %	Примеси: Fe, %
основа	6-8	0,20-0,50	не более 1.3

Физико-механические свойства (ГОСТ 1583-93) в соответствии с техническими требованиями представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Механические свойства сплава АК7₄

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	KCV, Дж/см	НВ, МПа
-	157	Не менее 2	-	-	Не более 50

Сплав применяется для изготовления сложных по конфигурации деталей, работающих при средних нагрузках в интервале температур от -196°С до 150°С. Сплав обладает хорошими литейными свойствами, герметичностью, свариваемостью и коррозионной стойкостью.

1.1.2 Анализ технологичности изделия и чертежа

Технологичность конструкции – совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность при достижении оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ. Все требования устанавливаются по ГОСТ 14.201-83 и 14.202 - 83.

Оценка технологичности конструкции может быть двух видов: качественной и количественной [27].

1.1.2.1 Качественная оценка технологичности.

Рассмотрим качественную оценку технологичности. Рассматриваемая деталь относится к классу корпусных деталей. Конфигурация детали позволяет применить оптимальный способ получения заготовки – литье в песчано-глинистые формы, которое имеет максимальное приближение своей формы к форме детали, а это, в свою очередь ведет к увеличению коэффициента исполь-

зования материала. Толщина стенок отливки более 8мм, что является достаточным для отливок из цветных сплавов.

Конструкция детали позволяет вести обработку поверхностей на проход. Конструкция обеспечивает свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям.

Большинство отверстий в детали, особенно резьбовых, являются глухими, что показывает некоторую нетехнологичность конструкции, но исключить ее, т.е. сделать отверстия сквозными невозможно.

Нет наклонных поверхностей. Все поверхности либо параллельны, либо перпендикулярны друг другу. Нет также отверстий расположенных под углом к плоскости входа.

Деталь жесткая и не ограничивает применяемые режимы резания.

Точность размеров и формы, шероховатости, взаимного расположения поверхностей соответствуют функциональному назначению детали.

Чертеж детали содержит необходимые виды, а также разрезы и сечения. Деталь не содержит замкнутых размерных цепей.

Как показала качественная оценка, в целом конструкция детали является технологичной.

1.1.2.2 Количественная оценка технологичности.

Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = m_d / m_z \geq 0,7 \quad (1.1)$$

где m_d - масса детали, кг;

m_z – масса заготовки, кг.

$$K_{им} = 8,5 / 11,6 = 0,73$$

По этому показателю деталь технологична, так как $K_{им} > 0,7$.

1.1.3 Описание базового технологического процесса

Базовый технологический процесс - единичный, разработанный для мелкосерийного производства, способ получения заготовки – литье в песчано-глинистые формы. Технологический процесс представлен в таблице 1.3

Таблица 1.3 – Базовый технологический процесс

№ опер.	Модель оборуд.	Приспособления	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4	5
005 Фрезерная	65А60Ф1	Приспособ. 315-3152	Фреза 051-294 Резцы 058-200	Щуп 3мм; толщиномер
010 Слесарная	Верстак слесарный	Тиски	Молоток; напильник	

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5
015 Фрезерная	65А60Ф1	Приспособ. 315-3195	Фреза 051-294 Резцы 058-200	Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-80; угломер тип 1-2 ГОСТ 5378-66
020 Слесарная	Верстак слесарный		Напильник	
025 Фрезерная	65А60Ф1	Приспособ. 315-3150	Фреза 051-294	Штангенциркуль ШЦ-II-160-0,05 ГОСТ 166-80; Скоба 140h11 СТП 406-4316-80
030 Слесарная	Верстак слесарный		Напильник	
035 Фрезерная	65А60Ф1	Тиски 7200-0214 ГОСТ 14904-80; упор	Фреза 63x170 СТП406-1457-79	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80
040 Фрезерная	65А60Ф1	Тиски 7200-0214 ГОСТ 14904-80; упор	Фреза 63x170 СТП406-1457-79	Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-80
045 Слесарная	Верстак слесарный		Напильник	
050 Фрезерная	65А60Ф1	Прижимы, втулка 6103-0024 ГОСТ 13791-68	Фреза 40 СТП406-1430-78	Шаблон 10 СТП 406-4340-75
055 Слесарная	Верстак слесарный		Напильник	

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5
060 Фрезерная	ИР500М Ф4	Приспособ. 319-995	Фреза 125 СТП406-1430-78; Сверло 15; Сверло 50 2301-0166 ГОСТ 10903-77; фреза 50 2223-1088 ГОСТ 16225-81; фреза 20 2223-1068 ГОСТ 16225-81; Сверло 5 2300-6173 ГОСТ 10903-77; Сверло 3,3 2300-7525 ГОСТ 10903-77	Штангенцикуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-80; пробка п/р М6-6Н СТП 406-7307-82; пробка п/р М4-6Н СТП 406-7307-82; фаскомер; скоба 142h12 СТП 406-4316-84
065 Слесарная	Верстак слесарный		Напильник	
070 Фрезерно-расточная	ИР500М Ф4	Приспособ. 319-1003	Сверло 15 ГОСТ 10903-77; Сверло 60 2301-0177 ГОСТ 10903-77; Сверло 3,3 2300-7525 ГОСТ 10903-77; фреза 50 2223-1088 ГОСТ 16225-81; фреза 44; резец 16x16x63 СТП 406-1166-78; Сверло 6,8 2301-0189 ГОСТ 10903-77; Сверло 7,8 ГОСТ 10903-77; Сверло 5 ГОСТ 10903-77; раз-вертка 8Н11 ГОСТ 1672; фреза 160	Пробка 90Н9 СТП 406-4308-78; пробка 130Н9 СТП 406-4308-78; нутромер; пробка п/р М4-6Н СТП 406-7307-82; ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; пробка п/р М8-6Н СТП 406-7307-82; пробка п/р М6-6Н СТП 406-7307-82
075 Слесарная	Верстак слесарный		Напильник; метчик М4-6Н 2620-1091 ГОСТ 3266-81; М6-6Н ГОСТ 3266-81; М8-6Н 2620-1219 ГОСТ 3266-81	Пробка М4-6Н ГОСТ 17756-72; пробка М6-6Н ГОСТ 17756-72; пробка М8-6Н ГОСТ 17756-72

1.1.4 Анализ технологического процесса

В базовом технологическом процессе широко применяется стандартизованный режущий инструмент: фрезы, резцы, сверла. В качестве мерительного

инструмента используется в основном стандартный инструмент. В связи с большим количеством операций не соблюдается принцип постоянства баз.

На основании анализа базового технологического процесса можно сделать следующие выводы:

- не учтена возможность сверления отверстий под резьбу с одновременным образованием фасок;
- базовый технологический процесс достаточно дифференцирован, т.е. имеется большое количество переустановок детали, что приводит к снижению точности обработки;
- имеет место большая длительность и трудоемкость изготовления;
- операции нарезания резьбы вынесены в слесарную операцию, что резко увеличивает трудоемкость обработки.

1.1.5 Производственная программа выпуска и определение типа производства.

Для каждого типа производства характерны свои технологические процессы изготовления деталей. Исходя, из заданной производственной программы и характера подлежащей обработки детали установим тип производства и соответствующую ему форму организации выполнения технологического процесса.

Тип производства на данном этапе определяется ориентировочно. Программа выпуска изделий составляет 1000 штук в год. Согласно [32] в зависимости от массы детали (8,5 кг) устанавливаем тип производства – мелкосерийный.

Рассчитываем размер партии запуска деталей в производство:

$$n = \frac{N \cdot a}{F_a}, \quad (1.2)$$

где N – годовая программа выпуска изделия;

$F_a = 247$ – число рабочих дней в году;

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

$$n = \frac{1000 \cdot 6}{247} = 24 \text{ шт.}$$

1.1.6 Формулировка проектной задачи

1.1.6.1 Наименование и область применения разработки

Тема представленной выпускной квалификационной работы «Разработка технологического процесса изготовления корпуса контактного устройства». Областью применения данной разработки может быть участок цеха завода грузоподъемного оборудования.

1.1.6.2 Основание для разработки

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

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

1.1.6.3 Цель проектирования

Технологический процесс – это совокупность технологических операций, обеспечивающих обработку заготовки по технологическому маршруту.

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

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

1.1.6.4 Источники разработки

Источниками для разработки являются:

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

1.1.6.5 Технические требования на разработку

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

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

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

1.2. Расчеты и аналитика

1.2.1. Технологическая часть

1.2.1.1 Выбор заготовки и метода ее получения

Одно из направлений развития машиностроения – совершенствование заготовительных процессов с целью снижения припусков на механическую обработку, ограничивающую ее операциями окончательной обработки, в ряде случаев полного исключения, т.е. обеспечение малоотходного или безотходного производства.

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, размерами, серийностью производства, экономичностью изготовления, а также возможностями заготовительных цехов предприятия. Исходя из конструкции детали, серийности производства, назначения детали заготовку для рассматриваемой детали необходимо получить литьем. Таким образом, производим технико-экономический расчет двух вариантов получения заготовки, полученной литьем в песчано-глинистые формы и литьем в металлические формы.

Расчет заготовок осуществляем в соответствии с рекомендациями [7].

Масса детали – $m_{дет.} = 8,5$ кг.

1.2.1.1.1 Заготовка, полученная литьем в песчано-глинистые формы

Расчет заготовки производим в соответствии с ГОСТ 26645-85.

Точность отливки 12-11-17-12.

Ряд припусков – 10.

Размеры отливки заносим в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 – Размеры отливки

Размер детали, мм	Шероховатость поверхности, мкм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
1	2	3	4	5
397 ₋₁	Rz40	3,9	405	±4,5
142 _{-0,63}	12,5	3,6	149	±3,2
140 ₋₁	12,5	3,6	147	±3,2
Ø130H9	2,5	5,6	119	±3,2
Ø90H9	2,5	5,1	80	±2,8
37±2	Rz40	3,9	41	±2,5
31 _{-0,62}	Rz40	3,9	39	±2,5
330 ⁺¹	Rz40	3,9	322	±4
7±1	12,5	3,9	11	±1,8
55 ^{+0,3}	Rz40	3,3	48	±2,5
43 _{-0,62}	Rz40	3,3	49	±2,5
25±2	12,5	2,8	23	±2,0
Ø122 ⁺¹	Rz80	3,4	115	±3,2

Формовочные уклоны назначаем по ГОСТ 3112-80 - тип 1.

Радиусы внутренних углов не более 10 мм, наружных – не более 3 мм.

Массу заготовки считаем, используя графический пакет «Компас 15.0».

Масса заготовки – $m_3 = 11,6$ кг.

Технологическая себестоимость заготовки:

$$S_T^I = \frac{m_{дет}}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + C_c \cdot (1 - K_{им})], \quad (1.3)$$

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

$C_{заг}$ – стоимость 1 кг материала заготовки, руб. ($C_{заг} = 540$ руб. для данного сплава);

$C_c = 7$ руб/кг – стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению.

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}} = \frac{8,5}{11,6} = 0,73. \quad (1.4)$$

$$S_{\text{т}}^I = \frac{8,5}{0,73} \cdot [540 + 7 \cdot (1 - 0,73)] = 6309,8 \text{ руб.}$$

1.2.1.1.2 Заготовка, полученная литьем в металлические формы

Расчет заготовки производим по ГОСТ 26645-85.

Точность отливки – 11-11-14-11.

Ряд припусков – 8.

Размеры заготовки указаны в таблице 1.5

Таблица 1.5 – Размеры отливки

Размер детали, мм	Шероховатость поверхности, мкм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
1	2	3	4	5
397-1	Rz40	3,6	403	±1,2
142-0,63	12,5	3,3	149	±1,1
140 ₋₁	12,5	3,3	147	±1,6
∅130H9	2,5	4,8	120	±1,1
∅90H9	2,5	4,8	80	±1
37±2	Rz40	4	41	±0,8
31 _{-0,62}	Rz40	4	35	±0,8
330 ⁺¹	Rz40	3,6	323	±1,2
7±1	12,5	3,6	11	±0,6
55 ^{+0,3}	Rz40	3,1	49	±0,9
43 _{-0,62}	Rz40	3,9	47	±0,9
25±2	12,5	2,7	22	±0,7
∅122 ⁺¹	Rz80	3,3	115	±1,1

Формовочные уклоны назначаем по ГОСТ 3112-80 – тип 1.

Радиусы внутренних углов не более 10 мм, наружных – не более 3 мм.

Массу заготовки считаем, используя графический пакет «Компас 15.0».

Масса заготовки – $m_{\text{з}} = 10,8$ кг.

Технологическая себестоимость заготовки:

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}} = \frac{8,5}{10,8} = 0,79.$$

$$S_T^I = \frac{8,5}{0,79} \cdot [600 + 7 \cdot (1 - 0,79)] = 6471,5 \text{ руб.}$$

1.2.1.2 Оценка экономической эффективности выбранной заготовки

Экономический эффект от выбранного метода получения заготовки рассчитываем по формуле:

$$\dot{Y} = (S_o^I - S_o^{II}) \cdot N, \quad (1.5)$$

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

$$\dot{Y} = (6471,5 - 6309,8) \cdot 1000 = 161700 \text{ руб.}$$

Исходя из экономического эффекта остановимся на получении заготовки по второму способу – литье в металлические формы.

1.2.1.3 Выбор баз

Большое значение при проектировании технологического процесса, с точки зрения обеспечения заданной точности, имеет выбор баз.

Под базированием понимают придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат. При механической обработке заготовки на станке базирование принято считать придание заготовке требуемого положения относительно элементов станка, определяющих траекторию движения подачи обрабатывающего инструмента.

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

Известно, что для полного исключения подвижности тела в пространстве необходимо лишить его шести степеней свободы.

При выборе баз необходимо руководствоваться принципом совмещения баз, т.е. следует за технологические базы по возможности применять измерительные базы. Обработка заготовки обычно начинается с создания технологических баз. Вначале за технологическую базу приходится применять черновые поверхности. Выбранная черновая база должна обеспечивать равномерность снятия припуска при последующей обработке поверхностей с базированием на обработанную базу и наиболее точное взаимное положение поверхностей детали. При построении маршрута обработки следует соблюдать принцип постоянства баз, т.е. на всех основных операциях использовать в качестве баз одни и те же поверхности заготовки.

Для проектируемого технологического процесса:

Операция 005 Фрезерная

Заготовка базируется по трем плоскостям. На размер 7 ± 1 измерительная и технологическая базы совпадают, поэтому погрешность базирования равна нулю, $\varepsilon_6=0$ (Рисунок 2.1).

Операция 015 Вертикально-фрезерная

Заготовка базируется по трем плоскостям. Погрешность базирования (рисунок 2.2) для размера 19 ± 1 - $\varepsilon_6=1$ мм; на размер 17 - $\varepsilon_6=2$ мм. На остальные размеры - $\varepsilon_6=0$ мм.

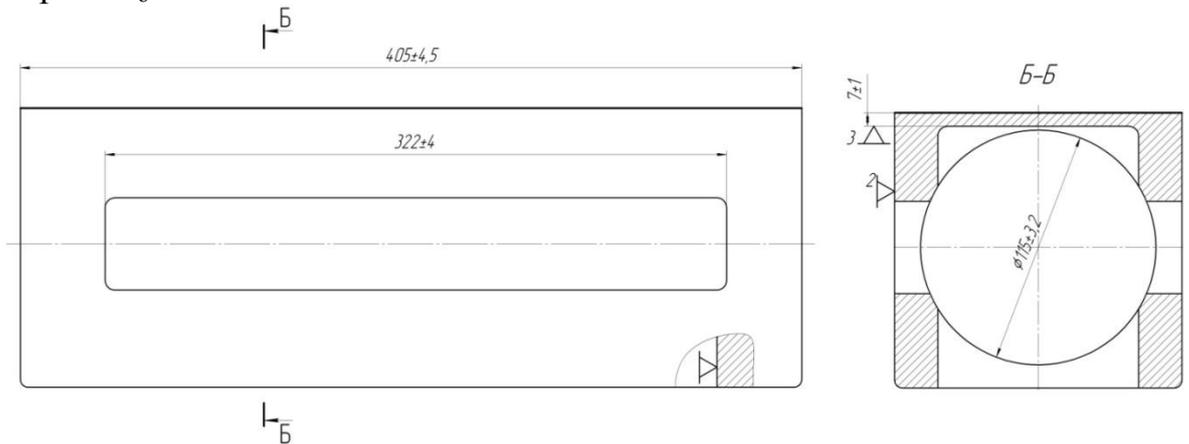


Рисунок 2.1

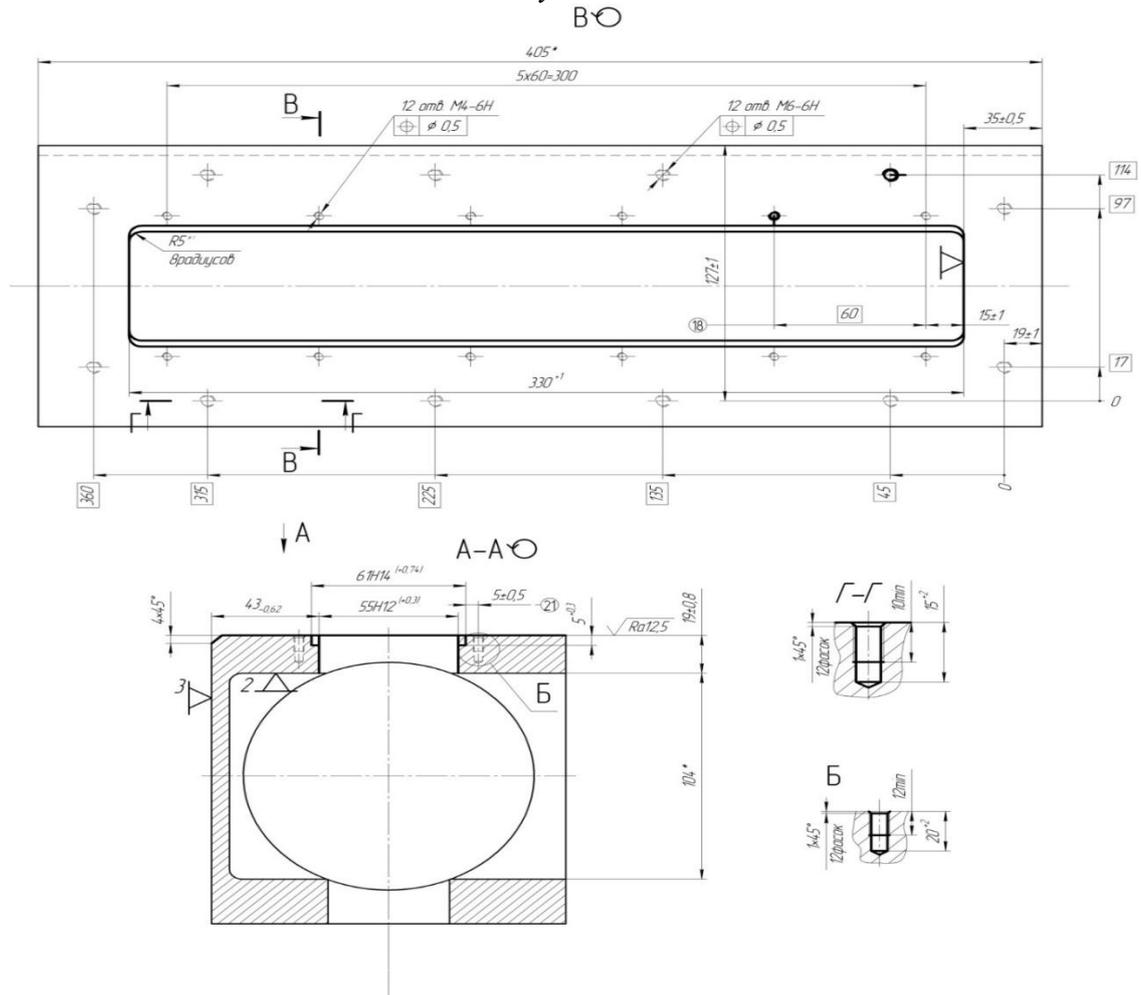


Рисунок 2.2

Операция 025 Вертикально-фрезерная
 На данной операции (рисунок 2.3) за базу принимаем обработанную по-
 верхность.

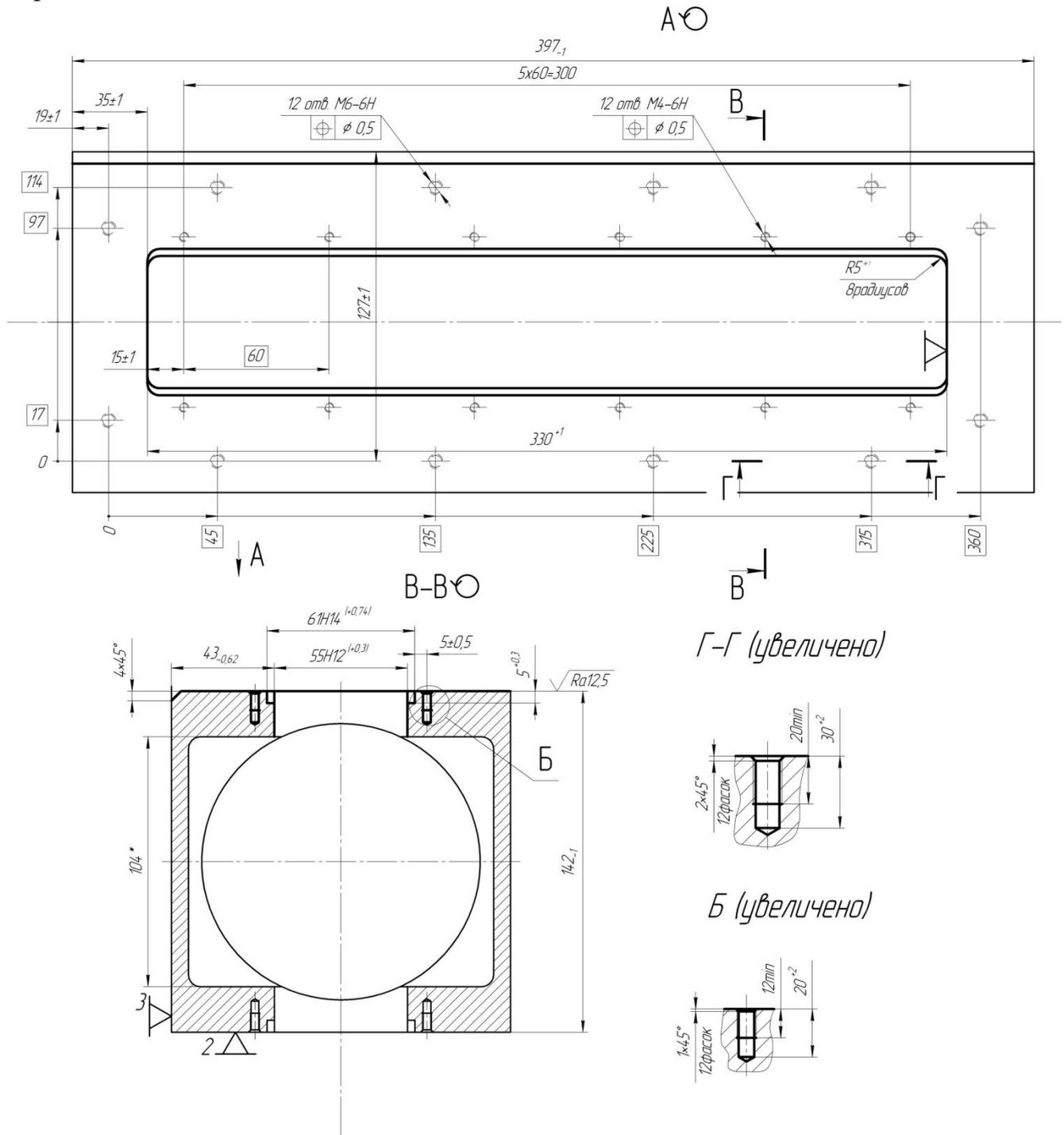


Рисунок 2.3

1.2.1.4 Составление технологического маршрута обработки

Порядок технологического процесса (ТП) устанавливаем в зависимости от характера продукции и типа производства. Маршрут представлен в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Маршрут обработки детали

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Наименование станка
1	2	3
005	Фрезерная Фрезеровать поверхность в размер 7 ± 1 напроход	Вертикально- фрезерный 6P13
010	Слесарная Снять заусенцы	
015	Вертикально-фрезерная 1 Фрезеровать поверхность в размер $19\pm 0,8$ напроход 2 Фрезеровать окно в размеры $42,5_{-0,62}$, на длину 330^{+1} , ширину $55H12$ с образованием радиусов 5 мм 3 Фрезеровать паз в размеры $42,5_{-0,62}$, на длину 330^{+1} , ширину $61^{+0,74}$, глубину $5^{+0,3}$ с образованием радиусов 5 мм 4 Фрезеровать фаску $4\times 45^\circ$ 5 Центровать 24 отверстий 6 Сверлить 12 отверстий $\varnothing 5H12$ на глубину 15^{+2} . 7 Сверлить 12 отверстий $\varnothing 3,5H12$ на глубину 10^{+2} . 8 Нарезать резьбу М4-6Н на длину 6 мм в 12 отверстий. 9 Нарезать резьбу М6-6Н на длину 10 мм в 12 отв.	Вертикально-фрезерный с ЧПУ ГФ-2171С6
020	Слесарная	
025	Вертикально-фрезерная Повторить переходы 1-9 с операции 015	Вертикально-фрезерный с ЧПУ ГФ-2171С6
030	Слесарная	

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3
035	<p>Сверлильно-фрезерно-расточная Позиция 1</p> <p>1 Фрезеровать поверхность в размер 37±2 2 Расточить отверстие Ø130Н9 предварительно 3 Расточить отверстие Ø130Н9 окончательно 4 Фрезеровать канавку Ø131 шириной 8,5 мм 5 Центровать 4 отверстия Ø10 6 Сверлить 4 отверстия Ø6,7Н12 на глубину 17⁺² 7 Нарезать резьбу М8-7Н в четырех отверстиях, глубиной 12 min 8 Фрезеровать фаску 4x45°</p>	Сверлильно-фрезерно-расточной ИР500МФ4
	<p>Позиция II (поворот заготовки на 90°)</p> <p>9 Фрезеровать поверхность в размер 140.1 10 Фрезеровать 2 фаски 4x45° 11 Центровать 18 отверстий согласно эскиза 12 Сверлить 2 отверстия Ø8Н11 на глубину 10⁺² мм 13 Сверлить 16 отверстий Ø3,5 глубиной 10⁺² 14 Нарезать резьбу М4-6Н на длину 6мм в 16 отверстиях</p> <p>Позиция III (поворот заготовки на 90°)</p> <p>15 Фрезеровать поверхность в размер 397.1 16 Расточить отверстие Ø90Н9 предварительно 17 Расточить отверстие Ø90Н9 окончательно 18 Центровать шесть отверстий Ø10Н12 19 Сверлить 4 отверстия Ø6,7Н12 на глубину 17⁺² 20 Сверлить 2 отверстия Ø5Н12 на глубину 13⁺² 21 Нарезать резьбу М8-7Н в четырех отверстиях на длину 12 min 22 Нарезать резьбу М6-7Н в двух отверстиях на глубину 8 min 23 Фрезеровать фаску 1x45°</p>	
040	Слесарная	
045	Контроль	

1.2.1.5 Выбор средств технологического оснащения

1.2.1.5.1 Выбор оборудования

005 Вертикально фрезерный станок модели 6P13	
Размеры рабочей поверхности стола, мм	1600x400
Наибольшие перемещения стола, мм:	
ось X	1000
ось Y	300
ось Z	420
Наибольшие перемещения гильзы со шпинделем, мм	80
Внутренний конус шпинделя	50
Число скоростей шпинделя	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5-1600
Число подач стола	18
Подача, мм/мин	25-1250
Скорость быстрого перемещения, мм/мин	3000
Мощность электродвигателя привода, кВт	11
Габаритные размеры, мм	2560x2260x4200
Масса, кг	4200
015 Станок вертикально-фрезерный с ЧПУ модели ГФ2171С6	
Размеры рабочей поверхности стола (ширина x дли- на), мм	400x1600
Наибольшие перемещения стола, мм:	
продольное	1010
поперечное	400
вертикальное	250
Количество Т-образных пазов	3
Ширина Т-образных пазов	18H12
Расстояние между пазами по ГОСТ 6569-75, мм	100
Число скоростей шпинделя	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	50-2500
Число подач	б/с
Мощность электродвигателя привода главного движе- ния, кВт	11
Емкость инструментального магазина	12
Габаритные размеры, мм	3660x4200x2850
Масса, кг	6500

025 Сверлильно-фрезерно-расточной станок модели ИР500МФ4		
Размеры рабочей поверхности стола(ширина x длина), мм		500x500
Наибольшие перемещения стола, мм:		
продольное		500
поперечное		800
Наибольшая масса обрабатываемой заготовки, кг		700
Перемещение шпиндельной головки вертикальное		500
Расстояние от торца шпинделя до центра стола, мм		120-620
Расстояние от оси шпинделя до рабочей поверхности стола, мм		500
Вместимость инструментального магазина		30
Число скоростей шпинделя		89
Частота вращения шпинделя, об/мин		21,2-3000
Рабочие подачи, мм/мин		1-2000
Число рабочих подач		б/с
Наибольшая сила подачи стола, МН		10
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт		14
Габаритные размеры, мм		4450x4655x3100
Масса, кг		11370

1.2.1.5.2 Выбор инструмента и приспособлений

005 Фрезерная

Приспособление: тиски гидравлические.

Режущий инструмент: фреза F90SD D200-40-CP12; пластина SDMT 1205 PDR-HQ-M.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ II-250-0,05 ГОСТ 166-80.

Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85.

015 Вертикально – фрезерная

Приспособление специальное.

Режущий инструмент: фреза F90SD D200-40-CP12; пластина SDMT 1205 PDR-HQ-M; фреза специальная с углом 45°; фреза ECA-B-3 10-22C10-72 (z=3); сверло 10x90° P6M5K5 ГОСТ 19265-73; сверло Ø5 ГОСТ10902-77; сверло Ø3,5 ГОСТ4010-77; метчик 2620-1405.3 ГОСТ 3266-81; метчик 2620-1415.3 ГОСТ 3266-81.

Мерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ II-250-0,05 ГОСТ 166-80; штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-80; калибр-пробка п/р М6x1-6Н ГОСТ 17756-80; калибр-пробка п/р М4x0,7-6Н ГОСТ 17756-80; калибр-пробка резьбовая ПР М4x0,7-6Н СТП -4201-82; калибр-пробка резьбовая НЕ М4x0,7-6Н СТП -4201-82; калибр-пробка резьбовая ПР М6x1-6Н СТП -4201-82; калибр-пробка резьбовая НЕ М6x1-6Н СТП -4201-82.

Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85; тара 505-190.

025 Сверлильно-фрезерно-расточная

Приспособление специальное.

Режущий инструмент: фреза F90SD D160-40-CP12; пластина SDMT 1205 PDR-HQ-M; резец 392195 1000 TY2-035-558-77; головка расточная Ø90H9; головка расточная Ø130H9; фреза дисковая Ø50x8 BK60M; Сверло 10x90° P6M5K5 ГОСТ 19265-73; сверло 6,7 ГОСТ10902-77; метчик 2620-1425.3 ГОСТ 3266-81; фреза специальная с углом 45°; сверло Ø3,5 ГОСТ4010-77; метчик 2620-1405.3 ГОСТ 3266-81; сверло Ø5 ГОСТ10902-77; метчик 2620-1415.3 ГОСТ 3266-81.

Мерительный инструмент: калибр соосности Ø90-Ø130; штангенциркуль ШЦ II-400-0,1 ГОСТ 166-80; штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ 162-80; калибр-пробка п/р М6x1-6H ГОСТ 17756-80; калибр-пробка п/р М4x0,7-6H ГОСТ 17756-80; калибр-пробка п/р М8x1,25-6H ГОСТ 17756-80; калибр-пробка резьбовая ПР М4x0,7-6H СТП -4201-82; калибр-пробка резьбовая НЕ М4x0,7-6H СТП -4201-82; калибр-пробка резьбовая ПР М6x1-6H СТП -4201-82; калибр-пробка резьбовая НЕ М6x1-6H СТП -4201-82; Калибр-пробка резьбовая ПР М8x1,25-6H СТП -4201-82; калибр-пробка резьбовая НЕ М8x1,25-6H СТП -4201-82; пробка ПР 90H9 СТП 406-4307-82; пробка НЕ 90H9 СТП 406-4307-82; пробка ПР 130H9 СТП 406-4307-82; пробка НЕ 130H9 СТП 406-4307-82; пробка 8H11 СТП 406-4307-82; нутромер.

Тара 505-190.

1.2.1.6 Расчет припусков на механическую обработку

Расчет припусков производится по методике, изложенной в [10].

Для удобства расчета данным методом предусмотрено заполнение специальной таблицы (см. таблицу 2.4).

Последовательность заполнения таблицы:

- заполняем первый столбец таблицы, в котором указываем технологические переходы в принятой последовательности;
- для каждого перехода находим значения каждой составляющей формулы.
- по вышеуказанной формуле 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 аналитическим методом на отверстие $\varnothing 90H9^{(+0.1)}$.

Отверстие $\varnothing 90H9^{(+0.087)}$.

Заготовка		Rz 200	h = 200 мкм
Растачивание черновое (12кв.)	88H12 ^(+0.4) ₀	Rz 40	h = 35

мкм

Растачивание чистовое (9кв.)	90H9 ^(+0.087) ₀	Rz 20	h=20 мкм
------------------------------	---------------------------------------	-------	----------

где Rz – высота неровностей профиля, мкм;

h – глубина дефектного поверхностного слоя, мкм.

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{см}^2}, \quad (1.6)$$

где $\Delta_{кор} = \Delta_k L$ – величина удельного коробления для отливок, мкм;

$\Delta_{см}$ – смещение стержней, образующих отверстие (определяется как допуск на наибольший размер от оси отверстия до технологической базы), мкм;

L – длина заготовки (расстояние между отверстиями), мм.

$$\Delta_k = 1,5 \text{ мкм}; \quad \Delta_{см} = 500 \text{ мкм}.$$

$$\Delta_{кор} = 1,5 \cdot 405 = 607,5 \text{ мкм}.$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{607,5^2 + 500^2} = 787 \text{ мкм}.$$

Остаточная величина пространственного отклонения после предварительной обработки:

$$\Delta_{ост} = K_y \cdot \Delta_{i-1}, \quad (1.7)$$

где K_y – коэффициент уточнения формы [10];

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

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

$$\Delta_1 = K_{y1} \cdot \Delta_{\Sigma} = 0,06 \cdot 787 = 47 \text{ мкм}$$

$$\Delta_2 = K_{y2} \cdot \Delta_1 = 0,04 \cdot 47 = 2 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки $E = 0$.

Далее производится расчёт минимальных значений межоперационных припусков:

$$2z_{\min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + E_i^2} \right); \quad (1.8)$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей профиля на предшествующем переходе, мкм;

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

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

E_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Минимальный припуск под черновое растачивание:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left(200 + 200 + \sqrt{787^2 + 0^2} \right) = 2374 \text{ мкм}.$$

Минимальный припуск под чистовое растачивание:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left(40 + 35 + \sqrt{47^2 + 0^2} \right) = 244 \text{ мкм}.$$

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

$d_p = 90,087$ мм – для чистового растачивания;

$d_p = 90,087 - 0,244 = 89,843$ мм - для чернового растачивания;

$d_p = 89,843 - 2,374 = 87,469$ мм – для заготовки.

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

Определяем минимальный предельный размер вычитанием из максимального размера поля допуска T_d :

$$d_{\min} = d_{\max} - T_d . \quad (1.9)$$

$d_{\min} = 90,087 - 0,087 = 90,000$ мм – для чистового растачивания;

$d_{\min} = 89,8 - 0,4 = 89,4$ мм – для чернового растачивания;

$d_{\min} = 87,5 - 5,6 = 81,9$ мм – для заготовки.

Полученные предельные припуски:

$2Z_{\min} = 89,8 - 87,5 = 2,3$ мм – для чернового растачивания;

$2Z_{\min} = 90,087 - 89,8 = 0,287$ мм - для чистового растачивания.

$2Z_{\max} = 90,0 - 89,4 = 0,6$ мм – для чистового растачивания;

$2Z_{\max} = 89,4 - 81,9 = 7,5$ мм - для чернового растачивания.

Расчёт общих припусков:

$Z_{\max} = 0,6 + 7,5 = 8,1$ мм – общий максимальный припуск;

$Z_{\min} = 0,287 + 2,3 = 2,587$ мм - общий минимальный припуск.

Проверка правильности расчётов:

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

$$8,1 - 2,587 = 5,6 - 0,087$$

$$5,513 = 5,513$$

Следовательно, расчёт припусков произведён верно.

Полученные выше значения заносим в таблицу 3.4.

Аналогичные расчеты произведем для диаметра $130H9^{(+0.1)}$ и данные занесем в таблицу 1.7.

Таблица 1.7

Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min p}$, мкм	Расчетный максимальный размер d_p , мм	Допуск на изготовление T_d , мм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	Rz	h	Δ	E				d_{\max}	d_{\min}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Ø90Н9. Заготовка	200	200	787	-	--	87,469	5,6	87,5	81,9	--	--
Растачивание черновое	40	35	47	-	2374	89,843	0,4	89,8	89,4	7,5	2,3
Растачивание чистовое	20	20	2	-	244	90,087	0,087	90,087	90,0	0,6	0,287
Ø130Н9. Заготовка	200	200	787	-	--	127,482	6,4	127,5	121,1	--	--
Растачивание черновое	40	35	47	-	2374	129,856	0,4	129,9	129,5	8,4	2,4
Растачивание чистовое	20	20	2	-	244	130,1	0,1	130,1	130	0,5	0,2

1.2.1.7 Расчет режимов резания

005 Фрезерная.

Фрезеровать поверхность в размер 7 ± 1 напроход.

Инструмент: фреза F90SD D200-40-CP12 ($\varnothing 200, z = 10$).

Глубина фрезерования $t = 4$ мм; ширина фрезерования $B = 147$ мм.

Расчет производится по методике фирмы ISKAR.

Результаты расчета приводим ниже.

Подача на один зуб фрезы $S_z = 0,15$ мм/зуб.

Скорость резания $V = 314$ м/мин.

Частота вращения шпинделя $n = 500$ об/мин.

Сила резания $P_z = 1609$ Н.

Крутящий момент $M_{кр} = 151,6$ Н·м.

Мощность резания $N_e = 7,94$ кВт.

Проверка на достаточность привода станка ($N_e < N_{шп}$):

$$N_{шп} = N \cdot \eta = 11 \cdot 0,85 = 9,35 \text{ кВт}, \quad (1.10)$$

где $\eta = 0,85$ – КПД привода.

$$7,94 < 9,35.$$

Основное время [16]:

$$T_o = \frac{L_1}{S_M} \cdot i, \quad (1.11)$$

где $S_M = S_z \cdot z \cdot n = 0,15 \cdot 10 \cdot 500 = 750$ мм/мин – минутная подача (по паспорту станка $S_{M ст} = 790$ мм/мин);

L_1 – длина обработки.

$$L_1 = l_1 + (l_1 + l_2),$$

где $l_1 + l_2 = 44$ мм – длина врезания и перебега.

$$L_1 = 403 + 44 = 447 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{447}{790} \cdot 1 = 0,57 \text{ мин.}$$

015 Вертикально-фрезерная.

Назначение режимов резания для фрезерования производится по методике фирмы ISCAR.

Переход 6: сверлить 12 отверстий $\varnothing 5H12$ на глубину 15^{+2} .

Материал режущей части P6M5.

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

Подача: $S = 0,13 \dots 0,19$ мм/об [10]; принимаем $S = 0,15$ мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.12)$$

где $T = 20$ мин – период стойкости сверла [10];

$C_v = 36,3$; $q = 0,25$; $y = 0,55$; $m = 0,125$ – показатели степени [10];

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

где $K_{mv} = 1$.

$$K_{uv}=1,0; K_{ПV}=1,0.$$

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

$$V = \frac{36,3 \cdot 5^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,15^{0,55}} \cdot 1 = 106 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 106}{\pi \cdot 5} = 6749 \text{ об/мин.} \quad (1.13)$$

Корректируем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка: $n_{ст} = 2500$ об/мин.

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} = \frac{\pi \cdot 5 \cdot 2500}{1000} = 39,25 \text{ м/мин.} \quad (1.14)$$

Крутящий момент и осевая сила:

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

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.16)$$

где $C_m=0,005$; $q=2,0$; $y=0,8$; $C_p=9,8$; $q=1,0$; $y=0,7$ [10];

$K_p=1$.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 5^{2,0} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1 = 0,27 \text{ Н·м;}$$

$$P_o = 10 \cdot 9,8 \cdot 5^{1,0} \cdot 0,15^{0,7} \cdot 1 = 130 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{\dot{I}_{\text{ед}} \cdot n_{\text{н\ddot{o}}}}{9750} = \frac{0,27 \cdot 2500}{9750} = 0,07 \text{ кВт.} \quad (1.17)$$

Проверка на достаточность привода станка:

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

$$0,07 < 9,35.$$

Основное время [16]:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (1.18)$$

где $L=l+l_1$ – длина обработки,

$l_1=2$ мм – величина врезания [16];

$i=12$ – число проходов (2 отверстия).

$$L=15+2=17 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{17}{2500 \cdot 0,15} \cdot 12 = 0,55 \text{ мин.}$$

Переход 9: нарезать резьбу М6-6Н на длину 10 мм в 12 отверстиях.

Инструмент: метчик М6; материал режущей части Р6М5.

Глубина резания: $t=0,5 \cdot (D-d)=0,5 \cdot (6-5)=0,5$ мм.

Подача: $S = P = 1$ мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.19)$$

где $T = 90$ мин – период стойкости метчика [10];

$C_v = 20$; $q = 1,2$; $y = 0,5$; $m = 0,9$.

$K_v = 1$.

$$V = \frac{20 \cdot 6^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1^{0,5}} \cdot 1 = 3 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 3}{\pi \cdot 6} = 159 \text{ об/мин.}$$

Принимаем частоту вращения шпинделя станка $n_{ст} = 160$ об/мин.

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p, \quad (1.20)$$

где $C_m = 0,0022$; $q = 1,8$; $y = 1,5$ [10];

$K_p = K_{мп} = 1$.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0022 \cdot 6^{1,8} \cdot 1^{1,5} \cdot 1 = 0,55 \text{ Н·м}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} = \frac{0,55 \cdot 160}{9750} = 0,009 \text{ кВт.} \quad (2.19)$$

Основное время [16]:

$$T_o = \frac{L + L_{всп}}{n \cdot P} \cdot i, \quad (1.21)$$

где $L = l + l_1$ – длина обработки;

$l_1 = 3P = 3 \cdot 1 = 3$ мм – длина врезания.

$L = 10 + 3 = 13$ мм.

$L_{всп.} = L = 13$ мм.

$$T_o = \frac{13 + 13}{160 \cdot 1} \cdot 12 = 1,95 \text{ мин.}$$

Режимы на остальные переходы считаем аналогично 005 операции и 6 и 9 переходам 015 операции. Результаты расчетов заносим в таблицу 1.8.

Таблица 1.8

Наименование перехода	t, мм	S_z , мм/зуб	V, м/мин	n, об/мин	$S_{мин}$, мм/мин	P_z , Н	N, кВт	T_o , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Фрезеровать поверхность в размер $19 \pm 0,8$	3,5	0,15	314	500	790	1570	7,58	0,57
2. Фрезеровать окно в размеры $42,5_{-0,62}$, на длину 330^{+1} ,	3,5	0,08	78,5	2500	600	1472	0,99	1,3

Продолжение таблицы 1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ширину 55H12 с образованием радиусов 5 мм								
3. Фрезеровать паз в размеры 42,5 _{-0,62} , на длину 330 ⁺¹ , ширину 61 ^{+0,74} , глубину 5 ^{+0,3} с образованием радиусов 5 мм	3	0,08	78,5	2500	600	586	0,22	1,12
4. Фрезеровать фаску 4x45°	4	0,05	157	2500	500	53,3	0,14	0,83
5. Центровать 24отверстий	3	0,15	62,8	2500	-	-	-	0,24
7. Сверлить 12 отверстий Ø3,5H12 на глубину 10 ⁺² .	1,75	0,15	27,5	2500	-	130	0,07	0,38
8. Нарезать резьбу М4-6Н на длину 6 мм в 12 отв.	0,25	0,7	2	160	-	-	0,00 9	1,22

Суммарное основное время на операцию:

$$\Sigma T_0 = 0.57 + 2.6 + 2.23 + 0.83 + 0.2 + 0.55 + 0.38 + 1.22 + 1.95 = 8.12 \text{ мин}$$

025 Вертикально-фрезерная

Режимы резания смотреть в операции 015.

$$\Sigma T_0 = 8.12 \text{ мин}$$

035 Сверлильно-фрезерно-расточная

Переход 2

Расточить отверстие Ø130H9 предварительно. Инструмент: резец расточной с механическим креплением пластины ВК6, φ = 90°, h x b = 32 x 15.

Глубина резания t = 4,5 мм.

Подача S = 0,4 мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \cdot 0.9, \quad (1.22)$$

где T = 45 мин – период стойкости инструмента;

C_v, x, y, m – коэффициент и показатели степени (C_v = 328; x = 0,12; y = 0,5; m = 0,28) [10];

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

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{UV}, \quad (1.23)$$

где $K_{MV} = 1$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние обрабатываемого материала;

$K_{IV} = 0,85$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{UV} = 2,7$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента [10].

$$K_V = 1 \cdot 0,85 \cdot 2,7 = 2,3.$$

$$V = \frac{328}{45^{0,28} \cdot 4,5^{0,12} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 2,3 \cdot 0,9 = 309 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 309}{\pi \cdot 128} = 768 \text{ об/мин.}$$

Выбираем $n_{ст} = 750$ об/мин.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot 128 \cdot 750}{1000} = 301 \text{ м/мин.}$$

Сила резания:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (1.24)$$

где $C_p = 40$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = 0$ [10];

K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{TP}. \quad (1.25)$$

$K_{MP}=1$; $K_{\phi P} = 0,89$; $K_{\gamma P} = 1$; $K_{\lambda P}=1,0$; $K_{TP}=1,0$.

$$K_p = 1 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,89.$$

$$P_Z = 10 \cdot 40 \cdot 4,5^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 301^0 \cdot 0,89 = 805,8 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{805,8 \cdot 301}{1020 \cdot 60} = 3,96 \text{ кВт.} \quad (1.26)$$

Проверка на достаточность привода станка:

$$N_{шп} > N_e,$$

где $N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta_{ст}$ – мощность привода станка.

$$N_{шп} = 14 \cdot 0,85 = 11,9 \text{ кВт.}$$

$$3,96 < 11,9.$$

Основное время [16]:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (1.27)$$

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

$l_1 = 5$ мм – величина врезания [16];

$l_2 = 1$ мм – величина перебега;

i – число проходов.

$$L = 25 + 5 + 1 = 31 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{31}{750 \cdot 0.4} \cdot 1 = 0,1 \text{ мин.}$$

Расчет режимов резания на остальные переходы указан в таблице 1.9.

Таблица 1.9 Режимы резания

Наименование перехода	t, мм	S _z , мм/об	V, м/мин	n, об/мин	S _{мин} , мм/мин	P _z , Н	N, кВт	T ₀ , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Позиция I								
1 Фрезеровать поверхность в размер 37±2	4	0,15	314	500	790	1751	8,31	0,25
2 Расточить отверстие Ø130H9 предварительно	4,5	0,4	750	301	-	805,8	3,96	0,1
3 Расточить отверстие Ø130H9 окончательно	1	0,1	734	1800	-	63,3	0,76	0,14
4 Фрезеровать канавку Ø131 шириной 8 мм	0,5	0,13	196	2500	3250	152,9	0,13	2,23
5 Центровать 4 отверстий	3	0,15	62,8	2500	-	-	-	0,04
6 Сверлить 4 отверстия Ø6,7H12 на глубину 17 ⁺² .	3,35	0,15	52,6	2500	-	174	0,94	0,21
7 Нарезать резьбу М8-7Н в 4 отверстиях, глубиной 12 min	0,65	1,25	4	160	-	-	0,009	0,63
8 Фрезеровать фаску 4x45°	4	0,13	162	2500	-	-	-	0,1
Позиция II								
9 Фрезеровать поверхность в размер 140 ₋₁	2	0,15	314	500	790	1751	8,31	0,53
10 Фрезеровать 2 фаски 4x45°	4	0,1	157	2500	500	53,3	0,14	1,66

Продолжение таблицы 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11 Центровать 18 отверстий	3	0,15	62,8	2500	-	-	-	0,18
12 Сверлить 2 отверстия Ø8Н11 на глубину 10 ⁺²	4	0,15	50,2	2000	-	174	0,94	0,09
13 Сверлить 16 отв. Ø3,5 глубиной 10 ⁺²	1,75	0,15	27,5	2500	-	130	0,07	0,51
14 Нарезать резьбу М4-6Н на длину 6мм в 16 отверстий	0,25	0,7	2	160	-	-	0,09	1,63
Позиция III								
15 Фрезеровать поверхность в размер 397 ₋₁	4	0,15	314	500	790	1701	8,73	0,25
16 Расточить отверстие Ø90Н9 предварительно	4	0,4	207	750	-	805,8	3,96	0,1
17 Расточить отверстие Ø90Н9 окончательно	1	0,1	734	1800	-	63,3	0,76	0,14
18 Центровать 6 отверстий	3	0,15	62,8	2500	-	-	-	0,06
19 Сверлить 4 отверстия Ø6,7Н12 на глубину 17 ⁺²	3,35	0,15	52,6	2500	-	174	0,94	0,21
20 Сверлить 2 отверстия Ø5Н12 на глубину 13 ⁺²	2,5	0,15	39,3	2500	-	130	0,07	0,09
21 Нарезать резьбу М8-7Н в четырех отверстиях,	0,65	1,25	4	160	-	-	0,09	0,63

Продолжение таблицы 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
глубиной 12 min								
22 Нарезать резьбу М6-7Н в двух отверсти- ях,	0,5	1	3	160	-	-	0,09	0,33
глубиной 8 min								
23 Фрезеровать фаску 1x45°	1	0,13	196	2500	-	-	-	0,09

$$\Sigma T_0 = 10.1 \text{ мин}$$

1.2.1.8 Нормирование технологического процесса механической обработки

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (1.28)$$

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

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

Для станков с ЧПУ:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{ив}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right); \quad (1.29)$$

где $T_{\text{ца}} = T_0 + T_{\text{мв}}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

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

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

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

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

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

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{опер}} + T_{\text{изм}}, \quad (1.30)$$

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

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

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

$$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-з1}} + T_{\text{п-з2}} + T_{\text{п-з.обр}}, \text{ мин}, \quad (1.31)$$

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

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

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

Для универсальных станков:

$$T_{шт} = (T_o + T_v \cdot K_{ив}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right). \quad (1.32)$$

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы [20] и приведены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Нормирование операций

№ оп	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
005	Фрезерная 1 Основное время 2 Вспомогательное время: время на установку и снятие детали время, связанное с переходом Время на измерение: Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3 Время на обслуживание рабочего места 4 Время перерывов на отдых и личные надобности 5 Подготовительно-заключительное время на партию деталей (суммарное) Штучное время Штучно-калькуляционное время	Карта 16 поз. 49 Карта 31 поз. 2 Карта 45, поз. 1	0,57 1,8 0,22 0,22 1,0 2,24 4% 4% 26 3,03 4,4
015	Вертикально-фрезерная 1 Основное время 2 Вспомогательное время: время на установку и снятие детали машинно-вспомогательное время Время на измерение: Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3 Время на обслуживание рабочего места 4 Время перерывов на отдых и личные надобности 5 Подготовительно-заключительное время на партию деталей (суммарное) Время цикла автоматической работы станка	Карта 14 поз. 1-6 Карта 13 поз. 3 Карта 86 поз. 26 Карта 2645	8,12 1,2 0,9 0,37·2 6 1,0 11,72 4% 4% 39,3 4,6

Продолжение таблицы 1.10

1	2	3	4
	Штучное время Штучно-калькуляционное время		26,4 28,46
025	Вертикально-фрезерная Штучное время Штучно-калькуляционное время		26,4 28,46
035	Сверлильно-фрезерно-расточная 1 Основное время 2 Вспомогательное время: время, связанное с операцией время на установку и снятие изделия машинно-вспомогательное время по программе Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 3 Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности 5 Подготовительно-заключительное время на партию деталей (суммарное) Время цикла автоматической работы станка по про- грамме Штучное время Штучно-калькуляционное время	Карта 14, поз.1-6 Карта 13, поз. 3 Карта 16 Поз.39 Карта 26,	10,1 3,3 1,2 5,5 1,0 10,0 14% 39,3 20,07 45,79 46,85

1.2.1.9 Определение численности рабочих

Численность рабочих определяем по формуле [22]:

$$Ч_{осн} = \sum_{i=1}^M (C_{ni} \cdot n_{cmi}), \quad (1.33)$$

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

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

Численность вспомогательных рабочих [22]:

$$Ч_{всп} = Ч_{осн} \cdot \frac{k_{всп}}{100}, \quad (1.34)$$

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

$$Ч_{всп} = 3 \cdot \frac{60}{100} = 2 \text{ чел.}$$

Численность специалистов [22]:

$$Ч_{спец} = (Ч_{осн} + Ч_{всп}) \cdot \frac{k_{спец}}{100}, \quad (1.35)$$

где $k_{спец}$ принимают от 8 до 12% - коэффициент численности специа-
листов.

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

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

Численность служащих [22]:

$$Ч_{\text{служ}} = (Ч_{\text{осн}} + Ч_{\text{всп}} + Ч_{\text{спец}}) \frac{k_{\text{служ}}}{100}, \quad (1.36)$$

где $k_{\text{служ}}$ принимают от 2 до 4% - коэффициент численности служащих.

$$Ч_{\text{служ}} = (3 + 2 + 1) \frac{4}{100} = 0,24.$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

Численность руководителей [22]:

$$Ч_{\text{рук}} = (Ч_{\text{осн}} + Ч_{\text{всп}} + Ч_{\text{спец}} + Ч_{\text{служ}}) \frac{k_{\text{рук}}}{100}, \quad (1.37)$$

где $k_{\text{рук}}$ принимают от 1,5 до 2% - коэффициент численности руководителей.

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

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет

$$Ч_{\text{общ}} = Ч_{\text{осн}} + Ч_{\text{всп}} + Ч_{\text{спец}} + Ч_{\text{служ}} + Ч_{\text{рук}} = 3 + 2 + 1 + 1 + 1 = 8 \text{ чел.}$$

1.3 Конструкторская часть

1.3.1 Проектирование приспособления на сверлильно-фрезерно-расточную операцию

На операцию 035 проектируется специальное приспособление. Приспособление предназначено для установки детали типа «Корпус» при обработке на станке модели ИР-500МФ4. Базирование детали осуществляется по трем плоскостям.

Приспособление состоит из корпуса сварного 1, на котором установлены опоры 11. На эти опоры устанавливается заготовка, прижимается к опорам 13 и досылается до опоры 12. Затем заготовка прижимается к опорам прихватами 3 при помощи гаек 9.

Приспособление базируется на столе станка при помощи пальца 2, который вставляется в отверстие стола. Затем приспособление точно устанавливается обкатыванием его по боковой поверхности. Для транспортировки приспособления служат рым-болты 14, один из которых после установки приспособления на станок выкручивается.

1.3.1.1 Силовой расчет приспособления

Схема сил, действующих на приспособление, показана на рисунке 2.5.

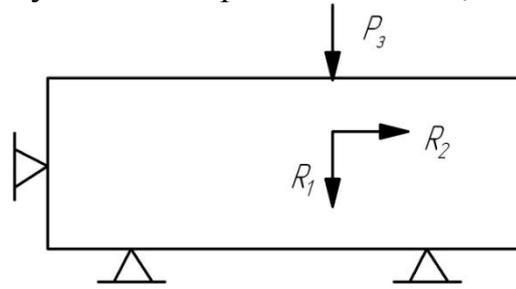


Рисунок 2.5 Схема сил

На данной операции максимальной является сила при фрезеровании торца. Данная сила стремится сдвинуть заготовку во время обработки. В расчете участвуют силы, изображенные на рисунке 2.6.

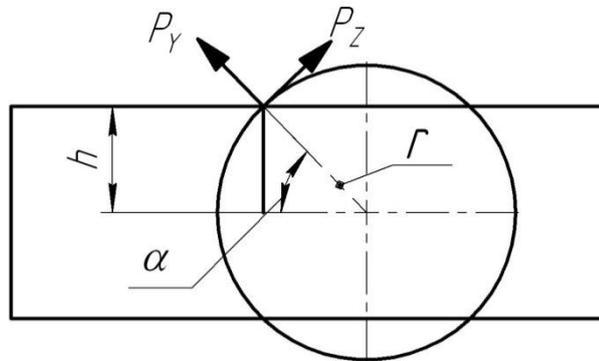


Рисунок 2.6

Сила $P_z=1570$ Н. Сила P_y при торцовом фрезеровании $P_y=0,9P_z=1413$ Н [10]. Найдем параметры h и α (рисунок 4.2). Величина h равна половине высоты заготовки, т.е. $h=70$ мм. Тогда угол α определится:

$$\alpha = \arcsin \frac{h}{r} = \arcsin \frac{70}{100} = 45^\circ. \quad (1.38)$$

Тогда силы R_1 и R_2 равны:

$$R_1 = P_z \cdot \cos 45^\circ - P_y \cdot \sin 45^\circ = 1570 \cdot \cos 45^\circ - 1413 \cdot \sin 45^\circ = 111 \text{ Н}$$

$$R_2 = P_z \cdot \sin 45^\circ + P_y \cdot \cos 45^\circ = 1570 \cdot \sin 45^\circ + 1413 \cdot \cos 45^\circ = 2109.3 \text{ Н}$$

Сила зажима определяется по формуле [26].

$$P_{\text{з}} = \left[K \cdot R_2 + f_{\text{сг}} \cdot R_1 \cdot J_1 / (J_1 + J_2) - f_{\text{н}} \cdot R_1 \cdot J_2 / (J_1 + J_2) \right] / (f_{\text{н}} + f_{\text{сг}}), \quad (1.39)$$

где J_1 и J_2 – жесткости зажимных механизмов и опор соответственно (в проектных расчетах можно принять $\frac{J_2}{J_1 + J_2} = 0.6 \div 0.7$; $\frac{J_1}{J_1 + J_2} = 0.3 \div 0.4$);

$f_{\text{оп}}$, $f_{\text{зм}}$ – коэффициенты трения в местах контакта заготовки с опорами и зажимными механизмами соответственно ($f_{\text{оп}}=0,16$, $f_{\text{зм}}=0,2$);

K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воз-

действий на заготовку, который рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (1.40)$$

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

$K_1 = 1$ - коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,3$ – характеризует увеличение сил резания из-за затупления инструмента;

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

$K_4 = 1,3$ – т. к. зажим ручной;

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

$K_6 = 1,5$ – т.к. заготовка установлена на опорные пластины.

$$K=1,5 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,5=4,57.$$

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3 = [4.57 \cdot 2109.3 + 0.16 \cdot 111 \cdot 0.3 - 0.16 \cdot 111 \cdot 0.7] / (0.16 + 0.16) = 32595 \text{ Н}.$$

В приспособлении применяется два прихвата, поэтому сила, которая обеспечивается одним прихватом $P_3=16297,5 \text{ Н}$.

Тогда сила на зажимном механизме (рисунок 2.7):

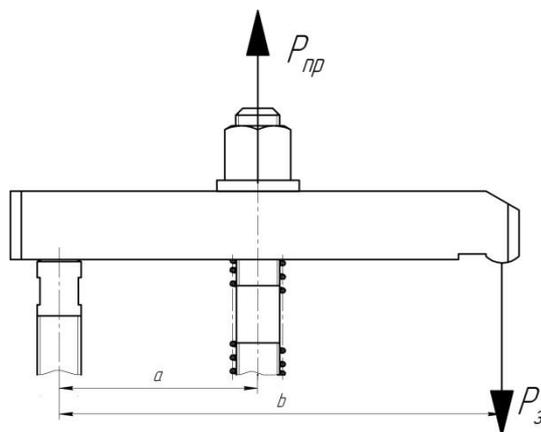


Рисунок 2.7

$$P_{пр} = \frac{P_3 \cdot b}{a} = \frac{16297.5 \cdot 160}{72} = 36217 \text{ Н}, \quad (1.41)$$

где $a=30 \text{ мм}$, $b=65 \text{ мм}$ – расстояния от приложенных сил P_3 и $P_{пр}$ до опоры соответственно.

Для данной силы зажима подходит резьба метрическая М16. Для данной резьбы $d_1=13,835 \text{ мм}$; $d_2=14,701 \text{ мм}$; $p=2 \text{ мм}$.

Момент затяжки:

$$M = 0.2 \cdot P_3 \cdot d_2 = 0.2 \cdot 36217 \cdot 14.701 \cdot 10^{-3} = 57.5 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (1.42)$$

Длина гаечного ключа $L=175\text{мм}$. При данной длине ключа усилие, развиваемое на рукоятке равно 248 Н. Максимально допустимая сила зажима на рукоятке для приспособлений с ручным зажимом 250Н, следовательно, ручной зажим для данного приспособления может быть применён.

1.3.1.2 Расчет приспособления на точность

Заготовка базируется по трем плоскостям. Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления [8].

$$\varepsilon_{\text{пр}} = K \cdot \sqrt{(K_1 \cdot \varepsilon_{\text{б}})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + \varepsilon_{\text{изн}}^2 + \Delta_y^2 + \Delta_{\text{и}}^2 + \Delta_{\text{н}}^2 + \Sigma\Delta_{\text{ф}}^2 + \Delta_{\text{т}}^2}, \quad (1.43)$$

где $K = 1,2$;

K_1 – принимается если присутствует погрешность базирования, (K_1 изменяется в пределах от 0,8 до 0,85);

$\varepsilon_{\text{б}}$ – погрешность базирования (для данной операции $\varepsilon_{\text{б}}=0$);

$\varepsilon_3 = 0,07$ мм – погрешность закрепления;

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

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

$\varepsilon_{\text{изн}} = 0,04$ мм – погрешность положения детали из-за износа приспособления.

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

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sqrt{0 + 0,07^2 + 0,02^2 + 0,04^2} = 0,1\text{мм}$$

Заданная точность обработки на данном приспособлении обеспечивается, т.к. допуск на изготавливаемый размер (фрезерование плоскостей) составляет 0,63мм.

1.3.1.3 Организационная часть

1.3.1.3.1 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле [10]:

$$C_{\text{р}} = \frac{T_{\text{шт-к}} \cdot N}{60 \cdot F_{\text{д}}}, \quad (1.44)$$

где $C_{\text{р}}$ – расчётное количество станков данного типа, шт;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения нормы, $K_{\text{вн}} = 1,04$;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

$$F_{\text{д}} = F_{\text{н}} \cdot K_{\text{н}}, \quad (1.45)$$

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

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

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{30} = \frac{C_p}{C_{II}} 100, \quad (1.46)$$

где C_{II} – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Определение количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	F_d	C_p	C_{II}	$K_{30}, \%$
005	1984	0,03	1	3
015, 025	1984	0,38	1	38
035	1984	0,31	1	31

Средний коэффициент загрузки $K_{30, ср.} = 24 \%$.

Уточняем серийность производства по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{30} = F_d \cdot 60 / N \cdot T_{шт-к. ср.} = 1984 \cdot 60 / 1000 \cdot 36,06 = 3,3. \quad (1.47)$$

1.3.1.3.2 Определение численности рабочих

Численность рабочих определяем по формуле [22]:

$$Ч_{осн} = \sum_{i=1}^M (C_{pi} \cdot n_{сми}), \quad (1.48)$$

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

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

Численность вспомогательных рабочих [22]:

$$Ч_{всп} = Ч_{осн} \cdot \frac{k_{всп}}{100}, \quad (1.49)$$

где $k_{всп} = 60\%$ – коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$Ч_{всп} = 3 \cdot \frac{60}{100} = 2 \text{ чел.}$$

Численность специалистов [22]:

$$Ч_{спец} = (Ч_{осн} + Ч_{всп}) \frac{k_{спец}}{100}, \quad (1.50)$$

где $k_{спец}$ принимают от 8 до 12% – коэффициент численности специалистов.

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

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

Численность служащих [22]:

$$Ч_{\text{служ}} = (Ч_{\text{осн}} + Ч_{\text{всп}} + Ч_{\text{спец}}) \frac{k_{\text{служ}}}{100}, \quad (1.51)$$

где $k_{\text{служ}}$ принимают от 2 до 4% - коэффициент численности служащих.

$$Ч_{\text{служ}} = (3 + 2 + 1) \frac{4}{100} = 0,24.$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

Численность руководителей [22]:

$$Ч_{\text{рук}} = (Ч_{\text{осн}} + Ч_{\text{всп}} + Ч_{\text{спец}} + Ч_{\text{служ}}) \frac{k_{\text{рук}}}{100}, \quad (1.52)$$

где $k_{\text{рук}}$ принимают от 1,5 до 2% - коэффициент численности руководителей.

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

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет

$$Ч_{\text{общ}} = Ч_{\text{осн}} + Ч_{\text{всп}} + Ч_{\text{спец}} + Ч_{\text{служ}} + Ч_{\text{рук}} = 3 + 2 + 1 + 1 + 1 = 8 \text{ чел.}$$

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
10А91	Абрамов Вячеслав Владимирович

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление ООП/ОПОП	15.03.01 «Машинострое- ние» / «Технология, обору- дование и автоматизация машиностроительных про- изводств»
Уровень образования	бакалавр		

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

Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1 кв/ч – 5,27 руб. Фонд оплаты труда годовой 1523830,7 руб. Производственная программа 1000 шт.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Масса заготовки 10,8 кг. Масса материала на программу выпуска 10800кг
--------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Прочие расходы 5679450 руб. Отчисления на социальные нужды 411279 руб. Отчисления в ремонтный фонд 614350 руб.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала

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

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	24.04.2023
-----------------------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Абрамов В.В.		

2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсобережение

2.1 Расчет объема капитальных вложений

Цель данного раздела ВКР – обосновать технологическое решение, предложенное на основе расчёта себестоимости продукции (корпус) при заданном объёме производства 1000 шт.

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

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

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

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

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

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	Ц _i , руб.	Q _i , шт.	K _{тоi} , руб.
005	6P13	28000000	1	28000000
015, 025	ГФ-2171С6	33000000	1	33000000
035	ИР500МФ4	52000000	1	52000000
Всего:				113000000

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

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

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

$$K_{во} = K_{то} \cdot 0,30 = 113000000 \cdot 0,3 = 33900000 \text{ руб.} \quad (2.2)$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ин}$) по предприятию может быть установлена приближенно в размере от 10 до 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.).

$$K_{ин} = K_{мо} \cdot 0,1 = 113000000 \cdot 0,1 = 11300000 \text{ руб.} \quad (2.3)$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

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

В нашем случае общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C_{п}^{II} = (S_{пп} \cdot A_{пп} + S_{сп} \cdot A_{сп}) \cdot T, \quad (2.4)$$

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

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

T – отчетный период ($T=12$ мес.)

$$C_{п}^{II} = (600 \cdot 45 + 600 \cdot 45) \cdot 12 = 648000 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{N_M \cdot N \cdot C_M}{360} \cdot T_{обм} = \frac{10,8 \cdot 1000 \cdot 600}{360} \cdot 30 = 540000 \text{ руб.} \quad (2.5)$$

где $N_M = 10,8$ кг/ед – норма расхода материала;

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

$C_M = 600$ руб./кг – цена заготовки материала сплав АК-7;

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

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

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

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_r}{360}, \quad (2.6)$$

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

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

k_r – коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_M \cdot Ц_M}{k_M}, \quad (2.7)$$

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

Коэффициент готовности:

$$k_r = (k_M + 1) \cdot 0,5 = (0,83 + 1) \cdot 0,5 = 0,915. \quad (2.8)$$

$$C' = \frac{10,8 \cdot 600}{0,83} = 7807,2 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{нзп}} = \frac{1000 \cdot 0,5 \cdot 7807,2 \cdot 0,915}{360} = 9921,7 \text{ руб.}$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{гп}} = \frac{7807,2 \cdot 1000}{360} \cdot 30 = 21686,7 \text{ руб.} \quad (2.9)$$

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

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{дз}} = \frac{V_{\text{рп}}}{360} \cdot T_{\text{дз}}, \quad (2.10)$$

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

$$V_{\text{рп}} = C' \cdot N \cdot (1 + p/100), \quad (2.11)$$

где $T_{\text{дз}}$ – продолжительность дебиторской задолженности ($T_{\text{дз}} = 7 \div 40$), дней;

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

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

$$V_{\text{рп}} = 7807,2 \cdot 1000 \cdot (1 + 15/100) = 8978280 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{дз}} = \frac{8978280}{360} \cdot 10 = 249397 \text{ руб.}$$

2.1.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \cdot 0,10 = 540000 \cdot 0,10 = 54000 \text{ руб.} \quad (2.12)$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_m) рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot H_m \cdot K_{\text{тзр}} - C_0 \cdot H_0), \quad (2.13)$$

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

C_0 – цена возвратных отходов, руб/кг;

H_0 – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_0 = m_3 - m_0 = 10,8 - 8,5 = 2,3 \text{ кг,}$$

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

$$C_m = 1000 \cdot (600 \cdot 10,8 \cdot 1,04 - 7 \cdot 2,3) = 6723100 \text{ руб.}$$

Таблица 2.2 – Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_{mi} , руб.
ФЮРА Б81154.001	6739200	16100	6723100
Всего:			6723100

2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

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

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

$$C_{30} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i} \cdot C_{\text{час}j}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (2.14)$$

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 2.3 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$t_{уми}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часi}$, руб.	$C_{зоi}$, руб
Фрезеровщик	3,03	3	1	296,5	29197,8
Оператор станков с ЧПУ	52,8	3	1	296.5	508794
Оператор станков с ЧПУ	45,79	3	1	296.5	441243,9
Фонд заработной платы всех рабочих					979235,7

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{зо} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2) = 979235,7 \cdot (0,34 + 0,08) = 411279 \text{ руб.} \quad (2.15)$$

где α_1 – обязательные социальные отчисления ($\alpha_1 = 0,34$), руб/год

α_2 – социальное страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям ($\alpha_2 = 0,3 \div 1,7\%$).

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

2.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

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

$$a_{ни} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\% = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,3\% \quad (2.16)$$

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

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:

$$A = \sum_{i=1}^n \frac{\Pi_i \cdot a_{ни}}{F_d \cdot K_{вpi}}, \quad (2.17)$$

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 2.4 – Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц _і , руб.	а _{ни} , %	Ф _{дi} , ч	А _{чi} , руб.
005	28000000	8,3	2016	39,5
015, 025	33000000	8,3	2016	363,3
035	52000000	8,3	2016	701,7
Вспомогательное оборудование	3390000	8,3	2016	562,3
Амортизационные отчисления на оборудование (А _ч)				1666,8

2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Амортизация эксплуатируемых площадей входит в стоимость арендной платы за помещения.

2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_p = (K_{то} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_{п} \cdot k_{з.рем}. \quad (2.18)$$

$$C_p = (113000000 + 3390000) \cdot 0,005 + 648000 \cdot 0,05 = 614350 \text{ руб.}$$

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы при содержании

оборудования

2.2.6.1 Затраты на СОЖ

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot ц_{ох} = 3 \cdot 1000 \cdot 0,03 \cdot 34 = 3060 \text{ руб.} \quad (2.19)$$

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

$ц_{ох}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, $ц_{ох} = 34$ руб/кг;

n – количество станков.

2.2.6.2 Затраты на сжатый воздух

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \cdot Ц_{возд} \cdot N}{60} \cdot \sum t_{0i} = \frac{0,7 \cdot 15 \cdot 1000}{60} \cdot 26,91 = 4709,3 \text{ руб.} \quad (2.20)$$

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

$Ц_{возд}$ – стоимость сжатого воздуха, $Ц_{возд} = 15$ руб.

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{чЭ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_{д} \cdot K_N \cdot K_{сп} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot Ц_{э}, \text{ руб.} \quad (2.21)$$

$$C_{чЭ} = \sum_{i=1}^m 11 \cdot 2016 \cdot 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot \frac{1,06}{0,7} \cdot 5,27 = 18582$$

$$C_{чЭ} = \sum_{i=1}^m 14 \cdot 2016 \cdot 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot \frac{1,06}{0,7} \cdot 5,27 = 23650$$

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

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

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

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

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

$\text{Ц}_{\text{Э}} = 5,27$ руб/кВт – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети).

Таблица 2.5 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{\text{чЭ}i}$, руб/ч
005	11	18582
015, 025	11	18582
035	14	23650
Затраты на электроэнергию для всех операций		60814

2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановый показатель (от 5 до 7% от стоимости инструментов, приспособлений, инвентаря) $K_{ин} = 56500$ руб. и включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятии затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{звр}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{зм}j} \cdot \text{Ч}_{\text{вр}j} \cdot 12 \times k_{\text{п}j} \times k_{\text{р}j}, \quad (2.22)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

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

$C_{\text{зм}j}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

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

$k_{\text{р}j}$ – районный коэффициент ($k_{\text{р}j} = 1,3$);

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

$$C_{\text{зврВСП}} = 15279 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,1 = 61971,6 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{\text{овр}} = C_{\text{звр}} \cdot 0,34 = 61971,6 \cdot 0,34 = 21070,3 \text{ руб.}$$

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

2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{змj}} \cdot Ч_{\text{аупj}} \cdot 12 \cdot k_{\text{рj}} \cdot k_{\text{пдj}} \cdot k_{\text{y}}, \quad (2.23)$$

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

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

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

$$C_{\text{зЛУП}} = 18500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,1 = 37518 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оауп}} = C_{\text{зауп}} \cdot 0,34 = 37518 \cdot 0,34 = 12756,1 \text{ руб.}$$

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

2.2.11 Прочие расходы

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

Прочие расходы рассчитаем как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = ПЗ \cdot N \cdot 0,7, \quad (2.24)$$

$$C_{\text{проч}} = 8113,5 \cdot 1000 \cdot 0,7 = 5679450, \text{ руб.}$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

В разделе необходимо экономически обосновать технологический проект, т.е. сделать аналитические выводы по произведенным расчетам, также необходимо указать рыночную цену продукции и определить предполагаемую прибыль, произвести расчет рентабельности капитальных вложений и рентабельности продукции; определить критический объемреализации.

Таблица 2.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	8113,6	8113614,7
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	6723,1	6723100
заработная плата производственных рабочих	979,2	979235,7
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	411,3	411279
Косвенные затраты:	6478,8	7001866,1
амортизация оборудования предприятия	1,7	1666,8
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	488	448000
отчисления в ремонтный фонд	614,4	614350
вспомогательные материалы на содержание оборудования	7,8	7769,3
затраты на силовую электроэнергию	60,8	60814
износ инструмента	56,5	56500
заработная плата вспомогательных рабочих	62	61971,6
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	21,1	21070,3
заработная плата административно-управленческого персонала	37,5	37518
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	12,8	12756,1
прочие расходы	5679,5	5679450
итого	15115	15115481

Вывод: При годовой программе выпуска (1000 шт.) изделия «корпус» и разработанном технологическом процессе себестоимость изделия составляет 15115руб. При реализации изделия по цене 17930руб. предполагаемая прибыль составит 4137900 руб. при заданной программе выпуска, что говорит о рентабельности капитальных вложений и безубыточности производства.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
10А91	Абрамов Вячеслав Владимирович

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	– указать характеристики объекты исследования
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	– указать нормативные документы
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	– перечислить вредные и опасные факторы
3. Экологическая безопасность:	– указать область воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– перечислить возможные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – указать наиболее типичную ЧС

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Абрамов В.В.		

3. Социальная ответственность

3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

3.1.1 Описание рабочего места

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

В ходе технологического процесса обрабатывается корпус контактного устройства.

Материалом корпуса является алюминиевый сплав АК7 ГОСТ1583-93, масса заготовки – 11,6 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно – транспортных устройств или средств механизации. Для женщин введены нормы предельно допустимых масс грузов при подъёме и перемещении тяжестей или вручную: при подъёме и перемещении тяжестей постоянно в течение смены – 10кг. т. о. женщин для обработки данных деталей не привлекаем. Следовательно, для установки заготовки на станок не требуются подъёмно-транспортные устройства.

Корпус изготавливается на универсальном вертикально-фрезерном, вертикально-фрезерном станке с ЧПУ, сверлильно-фрезерно-расточном оборудовании. Данные операции характеризуются большим выделением:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- тепла, поэтому возникает необходимость применения СОЖ

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 50м² максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Между станками поставлены ограждения от летящей стружки. Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если не механизирована уборка стружки, то применяют крючки, щетки. Все двигающиеся части: зубчатые

колеса, валы, вращающиеся детали и т.д., представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключается. На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

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

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

Двери, ворота и технологические проемы участка оборудуют воздушными и воздушно - тепловыми завесами (с подогревом или без подогрева воздуха), которые защищают людей в зимний период от охлаждения, проникающего в цех холодного воздуха.

3.1.2 Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий тру-

да, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

9. 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.

10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

3.1.3 Производственная безопасность

Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов

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

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

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

- движущиеся органы станков могут нанести травму, работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении.

- вибрации, могут привести к развитию виброболезни. Вибрация ухудшает самочувствие работника и снижают производительность труда, часто приводят к серьёзным профессиональным заболеваниям.

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

- СОТС (использования СОЖ). В данном технологическом процессе используется в качестве СОЖ - керосин. Результате тонкого разбрызгивания при использовании на металлорежущих станках образуется своего рода туман, представляющий собой аэрозоль керосина. В результате вдыхания паров керосина возможно развитие случаев как острого, так и хронического отравления работающих.

а. Шум - любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданиях и на территории жилой застройки» составляет 85 Дб. Шум большинства металлорежущих станков лежит в средне- и высокочастотной областях –500...8000 Гц с допустимыми уровнями звукового давления 83...74 дБ.

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

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

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

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

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

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

с. СОЖ может привести к развитию кожных заболеваний, так как в зоне резания, при высокой температуре образуются вредные вещества. Для защиты от нужно попадания СОЖ на работников предусматривается спецодежда. Для предотвращения разбрызгивания и загрязнения рабочей зоны от СОЖ, используются в схеме специальные конструкции сопел, а также применяются защитные экраны и щитки. Отработанная СОЖ собирается в специальные емкости для ее последующей обработки. Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ применяются различные дерматологические средства, а также рабочие участки снабжаются чистыми обтирочными материалами. Не допускается применение одной и той же ветоши для протирки рук, и станков.

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

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

3.2. Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

В процессе обработки корпуса на рабочего могут действовать следующие вредные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

- электрический ток, поражение электрическим током может привести к по-настоящему серьёзным травмам и смерти человека;
- движущиеся органы время станков, могут нанести травму работнику.
- стружка, может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка.

d. Электрический ток

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

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

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

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right), \quad (3.1)$$

где d – диаметр трубы-заземлителя, см;

ρ_3 – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

l_m – длина трубы, см;

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

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

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

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

Определяем требуемое число заземлителей Π , шт. по формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}, \quad (3.2)$$

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

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

Принимаем $\Pi = 9$ шт.

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1), \quad (3.3)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

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

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b} \right), \quad (3.4)$$

где b – ширина полосы, см;

l_n – длина полосы, см;

ρ_n – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

h_n – глубина погружения трубы в землю, см.

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

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

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

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi}, \quad (3.5)$$

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

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

Подставив значения в формулу получим:

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

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

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

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

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

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

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

Все электрошкафы оснащены концевыми выключателями, которые предотвращают случайное попадание человека в зону электрического тока.

е. Движущие изделия и механизмы.

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

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

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

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

f. Стружка скалывания образуется при операциях фрезерования. В России существует стандартная классификация средств этому защиты от факторов механического повреждения: ГОСТ 12.4.125" Средства защиты от механических травм опасных факторов". При обработке АК7 образуется методы металлическая стружка, которая имеет требования высокую температуру и представляет серьезную опасность не только для работающих на станке,

но и для лиц, находящихся рядом со станком. Опасность для глаз представляет не только отлетающая стружка, но пылевые частицы обрабатываемого материала, опасные осколки режущего инструмента.

Для профилактики травматизма применяются средства индивидуальной защиты: спецодежда, спецобувь, перчатки, щитки, маски, очки и др.

Для уборки металлической стружки применяется шнек и пневмопистолет. Два шнека расположены в рабочей зоне с обеих сторон рабочего стола. Стружка со шнеков поступает на скребковый стружечный конвейер и транспортируется для сбора стружки. Форсунки подачи СОЖ в рабочей зоне станка способствуют эффективному стружкоудалению.

Металлическая стружка с рабочих мест и от станков должна храниться в рабочих контейнерах на специально отведенных местах.

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

Различают виды искусственного освещения:

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

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

$$KEO = \frac{E}{E_0} \cdot 100\%,$$

где E - освещённость на рабочем месте, лк;

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

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

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

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

Рассчитываем требуемое количество светильников.

Световой поток лампы ФЛ (лм) определяется по формуле:

$$F_{\text{л}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (3.6)$$

где E – заданная минимальная освещённость, лк;

K_3 – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, м²;

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

N – количество светильников, шт;

η – коэффициент использования светового потока.

Из вышеприведенной формулы рассчитаем необходимое количество светильников.

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

Принимаем $S=140$ м², $z=1,3$, $\eta = 50\%$.

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

$$N = \frac{150 \cdot 1,6 \cdot 140 \cdot 1,3}{105 \cdot 50} = 8,3 \text{ шт.}$$

Принимаем количество светильников "Универсаль" с лампой накаливания В- 15 9 шт.

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

3.3 Экологическая безопасность

3.3.1 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

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

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

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

стружка вывозится в специальное помещение, проходит термообработку и прессуется в брикеты для дальнейшей отправки на металлургический завод.

3.3.2 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места

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

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

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

По характеру охвата помещений различают на общеобменную и местную.

По времени действия на постоянно действующая и аварийная.

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

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

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

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

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

Основные параметры микроклимата приведены в табл.20.

Таблица 3.1 – Параметры микроклимата

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

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

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

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

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

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

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

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

Правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы трудовых движений, использование оборудования,

отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии, обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают опасность получения травм и возникновения профессиональных заболеваний. Неправильное положение тела на рабочем месте приводит к возникновению статической усталости, снижению качества и скорости работы, а также снижению реакции на опасность.

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

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

3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

3.4.1 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или в следствие этих действий предприятие создаёт и

содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

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

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

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

При проектировании и строительстве производственных зданий (электромашинных помещений, трансформаторных подстанций) необходимо учитывать категорию пожароопасности производства. Согласно СНиП 2-90-81 в зависимости от характеристики обращающихся в производстве веществ и их количества производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д и Е. Производства категорий А, Б, В характеризуется обращением горючих газов, жидкостей, пылей с различными показателями пожароопасности от более опасных (категория А - склады бензина,

аккумуляторные) до менее опасных (категория Б - размольные отделения мельниц, мазутное хозяйство, категория В - применение и хранение масел, узлы пересыпки угля); Г - наличие веществ, материалов в горячем, раскаленном, расплавленном состоянии - котельные, РУ с масляными выключателями, литейные, кузнечные; Д - наличием негорючих веществ в холодном состоянии (электроремонтные мастерские, щитовые); Е - взрывоопасные производства - наличие газов и взрывоопасной пыли, но в таком количестве, что возможен только взрыв без последующего горения (зарядные станции). Согласно СНиП 2-90-81 рассматриваемый участок принадлежит категории В.

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

Вывод

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

1. От поражения электрическим током, произведён расчёт и проектирование контурного заземляющего устройства.
2. Для обеспечения допустимых параметров микроклимата разработана вытяжная вентиляция и тепловая завеса.
3. Для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах ОВ-31.
4. Для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль».

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, издаваемый движущимися частями оборудования.

щимися органами станков, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. отсутствует система кондиционирования воздуха, поэтому в летний период возможно возникновение отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

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

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был спроектирован технологический процесс обработки корпуса контактного поворотного устройства.

Отличительной особенностью данного технологического процесса является замена оборудования, позволившая сконцентрировать технологические переходы, сократить количество операций и увеличить производительность. Соблюдение принципа постоянства и совмещения баз при разработке операций дало возможность увеличить точность обработки. Спроектированное специальное приспособление сверлильно-фрезерно-расточной операции позволили увеличить точность базирования на выполняемой операции и сократить количество переустановок заготовки. Способ получения заготовки вполне оправдан для заданной программы выпуска деталей, при этом получается более качественная поверхность с низкой шероховатостью.

На основе анализа существующих марок смазывающе-охлаждающих жидкостей была подобрана наиболее оптимальная марка для обработки данной детали.

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

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

Путем расчетов в разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» была определена себестоимость детали в размере 15115 руб. при заданной программе выпуска и в условиях спроектированного технологического процесса.

Список используемой литературы

1. Технология машиностроения: методические указания к содержанию и выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения» для студентов направления 150700 «Машиностроение» всех форм обучения. / Сост. А.А. Ласуков. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2012. – 31с.
2. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983. –256 с.
3. Афонькин М.Г. Производство заготовок в машиностроении. –М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
4. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»: Учебн. пособие для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – М.: Машиностроение, 1985. -184 с.
5. Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985. –656 с.
6. Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985. –496 с.
7. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / Под ред. А.А. Панова, - М.: Машиностроение, 1988. -736 с.
8. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога- машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. –461 с.
9. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Баратинский В.А. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. –Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1983. ч.1 –543 с.; ч. 2 –448 с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, ч. 1.. – М.: Экономика, 1990. – 250 с.
11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, ч. 1. - М.: Экономика, 1990.– 418 с.
12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, ч. 2. - М.: Экономика, 1990.– 420 с.
13. Краткий справочник металлиста. /Под ред. П.Н. Орлова, В.А. Скороходова –М.: Машиностроение, 1987. –960 с.
14. Справочник инструментальщика. /Под общ. ред. И.А. Ординарцева -Л.: Машиностроение. ленинградское отделение, 1987. –846 с.
15. Кузнецов Ю.И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник. 2-ое изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1990. – 510 с.
17. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент.: Справочник /Самойлов В.С. и др. –М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
18. Фадюшин И.Л., Музыкант Я.А. и др. Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС. –М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.

19. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. –М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
20. Горошкин А.К. Приспособления для лабораторных станков: Справочник. – М.: Машиностроение, 1979 –303 с.
21. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1 /Под ред. Б.Н.Вардашкина, А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
22. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.2 /Под ред. Б.Н.Вардашкина, В.В. Данилевского. – М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.
23. ISCAR_KOMLETE. Russian catalog
24. Расчет экономической эффективности новой техники: Справочник. /Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1990. – 448 с
25. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. –М.: Машиностроение, 1987. – 798 с.
26. Юдина Е.Я. Охрана труда в машиностроении. –М.: Машиностроение, 1976. – 334 с.
27. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: изд. Филиала ТПУ, 2002. – 96 с.