

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология изготовления корпуса волнового редуктора с промежуточными телами качения

УДК: 621.83.05-21

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Мухидинов Мухаммадин Сайфидинович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Проскоков А.В.	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
И.о. директора ЮТИ	Солодский С.А.	К. т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Рецензент

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер-технолог	Клековкин М.Е.			

Юрга – 2022 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 культуры 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

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
10A81	Мухидинов Мухаммадин Сайфидинович

Тема работы:

Технология изготовления корпуса волнового редуктора с промежуточными телами качения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.02.2022г. №32-2/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	1. Чертеж детали. 2. Годовая программа выпуска 600 шт. 3. Отчет по преддипломной практике.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Разработка технологического процесса изготовления детали. 3. Подбор оборудования и технологической оснастки 4. Конструкторская часть. Разработка приспособления на вертикально-фрезерную операцию.

	5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 6. Социальная ответственность.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Корпус (1 листа А1). 2. Карты наладок (4 листа А1). 3. Приспособление вертикально-фрезерное (1 лист А1). 4. Карта наладки (1 лист А1). 5. Сборочный чертёж (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 русском и иностранном языках:	
Реферат	

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A81	Мухидинов М.С.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A81	Мухидинов Мухаммадамин Сайфидинович

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1) Стоимость приобретаемого оборудования 13 400 000 руб 2) Фонд оплаты труда годовой 59 950,04 руб
2. Нормы расходования материала	1) Нормы расходования материала на 1шт. 1,8кг 2) Количество деталей 600шт.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	25.04.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A81	Мухидинов Мухаммадамин Сайфидинович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A81	Мухидинов Мухаммадамин Сайфидинович

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

Тема ВКР

Технология изготовления корпуса волнового редуктора с промежуточными телами качения

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Введение Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	Объект исследования <u>Деталь</u> Область применения <u>Механическая обработка детали</u> Рабочая зона: <u>производственное помещение</u> Размеры помещения _____ Количество и наименование оборудования рабочей зоны <u>Вертикально-фрезерный станок 6P13, плоскошлифовальный станок 3Д722, Вертикально-сверлильный станок 2P135Ф2-1, сверлильно-фрезерно-расточной станок СТП320ПМФ4</u> Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне <u>Механическая обработка</u>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. СП 2.2.3670-20. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Н/д с 11 марта 2021 ГОСТ 12.1.01-89. ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. Приказ Минтруда России от 15.12.2020 N 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».
---	---

2. Производственная безопасность при разработке проектного решения: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Вредные производственные факторы: 1. Шум 2. Вибрации от оборудования 3. Недостаточное освещение 4. СОТС (воздействие на руки) 5. Запыленность рабочей зоны 6. Повышенная или пониженная температура в помещении Опасные производственные факторы: 1. Движущиеся части оборудования 2. Электричество 3. Стружка 4. Разогретые детали Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: Спецодежда Защитные крема Очки Приоритетным считать расчет освещения и заземления
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);	Основными факторами, загрязняющими окружающую среду при изготовлении деталей является: отработанные масла, смазочно-охлаждающие жидкости и их ипарения.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	Возможные ЧС <u>ливень, пожар</u> Наиболее типичная ЧС <u>пожар</u>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о.директора ЮТИ	Солодский С.А.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Мухидинов Мухаммадамин Сайфидинович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 99 с., 5 рисунков, 20 таблиц, 29 источников, 2 приложение, 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: Корпус является базовой деталью волнового редуктора, который предназначен для ориентации в пространстве роботов и обеспечивает возможность их перемещения на заданное расстояние. Цель работы: разработка технологического процесса изготовления корпуса.

В ходе выполнения работы был разработан технологический процесс получения заготовки и механической обработки детали.

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.

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

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассчитана себестоимость детали при спроектированном технологическом процессе.

ABSTRACT

The final qualifying work will contain 99 pages, 5 figures, 20 tables, 29 sources, 2 appendix, 8 sheets of graphic material.

Keywords: TECHNOLOGICAL PROCESS, PART, WORKPIECE, CUTTING TOOL, CUTTING SPEED, TECHNOLOGICAL EQUIPMENT, MANUFACTURING COST, BASE, BASING, ALLOWANCE, WORKPIECE.

The service purpose of the product: The housing is the basic part of the wave reducer, which is designed for orientation in the space of robots and provides the ability to move them to a given distance. The purpose of the work: development of the technological process of manufacturing the case.

In the course of the work, the technological process of obtaining the workpiece and machining the part was developed.

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

A special device has been designed in the design part.

The section "Social Responsibility" has developed the necessary set of measures for safety, labor protection and environmental protection.

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

Оглавление

Введение	14
1. Объект и методы исследования	15
1.1 Служебное назначение изделия	15
1.2 Производственная программа выпуска изделия и определение типа производства	18
2. Расчеты и аналитика	20
2.1 Формулировка проектной задачи	20
2.1.1 Основание для разработки.	20
2.1.2 Цель и назначение разработки	20
2.2 Технологическая часть	21
2.2.1 Отработка конструкции изделия на технологичность	21
2.2.2 Выбор заготовки и метода ее изготовления	23
2.2.3. Составление технологического маршрута обработки или сборки	24
2.2.4 Выбор технологических баз	26
2.2.5 Выбор оборудования	29
2.2.6 Выбор технологического оснащения	34
2.2.7 Расчет припусков	36
2.2.8 Расчет режимов резания.	40
2.3 Конструкторская часть	51
2.3.1 Обоснование и описание конструкции	51
2.3.2 Силовой расчет приспособления.	51
2.3.3 Расчет приспособления на точность	54

2.4 Организационная часть	55
2.4.1 Нормирование технологического процесса	55
3 Финансовый менеджмент, ресурс эффективность	
ресурсосбережение	58
3.1 Расчет объема капитальных вложений	58
3.1.1 Стоимость технологического оборудования	59
3.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования	59
3.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	60
3.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений	60
3.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	61
3.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве	61
3.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции	62
3.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности	62
3.1.9 Денежные оборотные средства	63
3.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции.	63
3.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	64
3.2.2 Расчет заработной платы производственных работников	65
3.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	66
3.2.4 Расчет амортизации основных фондов	66
3.2.5 Расчет амортизации оборудования	66
3.2.6 Расчет амортизационных отчислений зданий	68
3.2.7 Отчисления в ремонтный фонд	68
3.2.8 Затраты на СОЖ определяются по формуле:	68
3.2.9 Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:	69
3.3 Затраты на силовую электроэнергию	69
3.3.1 Расчёт затрат на электроэнергию:	69

3.3.2 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	70
3.3.3 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	70
3.3.4 Прочие расходы	71
3.3.5 Экономическое обоснование технологического проекта	72
4. Социальная ответственность	75
4.1 Описание рабочего места	75
4.2 Законодательные и нормативные документы	75
4.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	77
4.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	79
4.5 Охрана окружающей среды	87
4.6 Защита в чрезвычайных ситуациях.	88
4.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	90
4.8 Вывод	91
Заключение	92
Список использованных источников	93
Приложение А	95
Приложение Б	96

Введение

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

Целью работы является проектирование технологического процесса механической обработки детали «Корпус». В процессе выполнения работ проводились:

изучение составных деталей изделия; обзор и анализ литературы; разработка требований, предъявляемых конструкции; выбор материалов, оборудования, оснастки, расчёт режимов резания элементов приспособления и основных элементов; техническое и материальное нормирование; рассчитаны основные технико-экономические показатели; произведен анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.

1. Объект и методы исследования

1.1 Служебное назначение изделия

Корпус является базовой деталью волнового редуктора, который предназначен для ориентации в пространстве роботов и обеспечивает возможность их перемещения на заданное расстояние.

Волновые передачи с промежуточными телами качения (ВППТК) это гибрид двух распространённых видов передач - механических передач с промежуточными телами качения и волновых зубчатых передач (ВЗП). Забрав себе лучшие качества обеих передач, ВППТК получил новые преимущества, такие как снижение нижнего предела передаточного числа по сравнению с волновой зубчатой передачей ВЗП. Применение в этих передачах роликов или шариков, которые выпускаются шарикоподшипниковой промышленностью в массовых масштабах, с высокой точностью геометрических размеров, с требуемой шероховатостью рабочих поверхностей, термообработки, высококачественных материалов и др., что при должном изготовлении жёсткого колеса и генератора обеспечивает большой ресурс передач с сохранением их работоспособности.

Волновые передачи бывают разных видов например такие как циклоидальные с циклоидой в виде волны (рис) или же зубчатая волновая передача с треугольными зубьями (рис), но всё же ВППТК из-за снижения трения к минимуму, гораздо ресурснее и плавнее работает, что и является задачей нашего проекта.

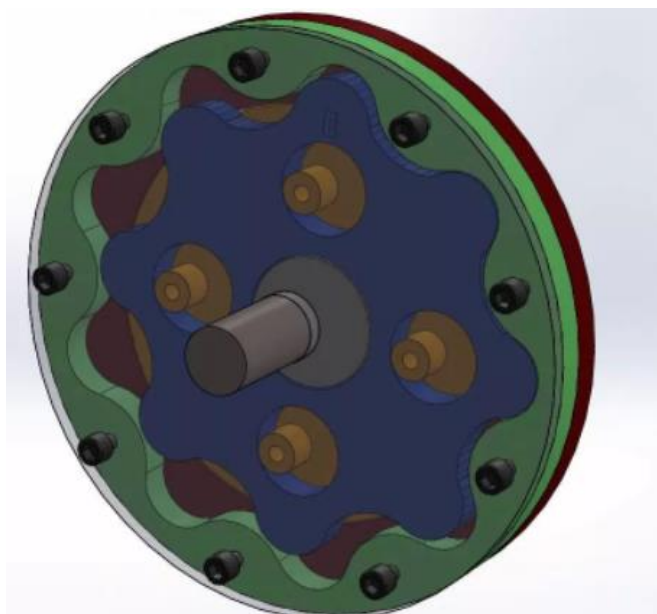


Рисунок 1.1 Циклоидальная передача

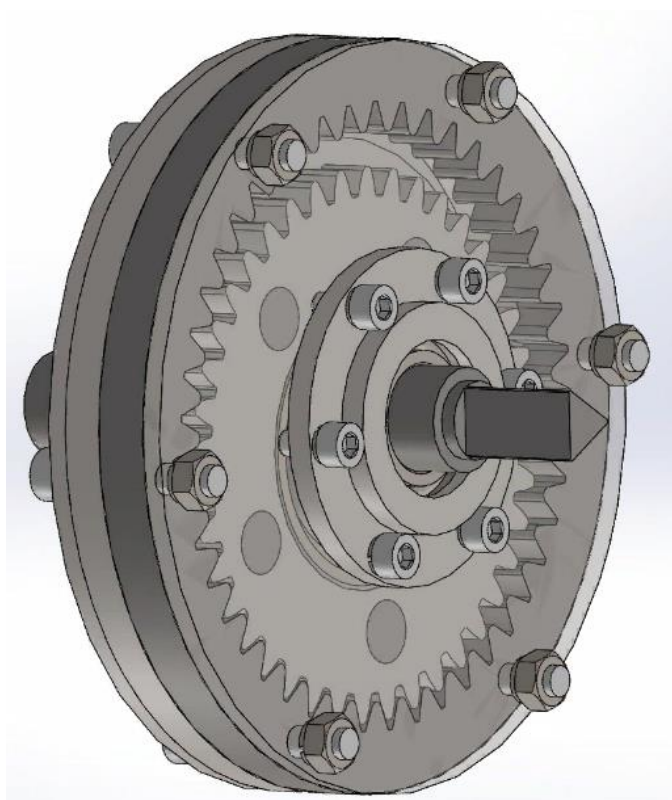


Рисунок 1.2 Зубчато-волновая передача

Таблица 1–Преимущества ВППТК над другими видами передач.

Большие передаточные отношения	В одноступенчатых ВППТК 6-60 В двухступенчатых до 3000 и даже больше В многоступенчатых свыше 1000 000
Большой крутящий момент на выходе, Большая перегрузочная способность	В ВППТК нагрузка передается с помощью шариков или роликов. При этом половина тел качения находится в зацеплении, что позволяет передать больше крутящий момент в 5-10 раз больше чем зубчатая передача.
Компактность	В отличии от зубчатой передачи при одинаково равных условиях эксплуатации, ВППТК гораздо меньше по габаритам в 2-8 раз.
Высокий КПД	0,8-0,98
Небольшой момент инерции Высокий уровень динамичности	В ВППТК с большой скоростью вращается только вал с эксцентриковым генератором, который имеет небольшую массу и диаметр. Поэтому общий момент инерции масс подвижных звеньев небольшой и сравним с моментом инерции электромотора. Это позволяет осуществлять быстрый и резкий запуск и торможение этих редукторов, а также динамичное реверсивное вращение.
Возможность использовать в виде мультипликатора	ВППТК позволяет создавать мультипликаторы с высоким значением КПД (в специальной конструкции до 0.97), что расширяет область ее применения.
Высокая надёжность и большой срок службы	Применение пластичной смазки в конструкции не требует контроля за уровнем смазки и значительно уменьшает затраты на техническое обслуживание. При применении перманентной смазки, имеется возможность создания специальных необслуживаемых механизмов со сроком службы до 15 лет.

Таблица 2–Недостатки ВППТК.

Шум при работе	Из-за большого количество узлов в зацеплении и движении.
Опасность разрыва сепаратора	Из-за большого крутящего момента может разорвать сепаратор или привести к его скручиванию, что в последствии выведет из строя механизм.
Ненадёжность при работе в агрессивных средах	Например в воде или в жарких условиях.

Химический состав соответствует приведенному в таблице 3.

Таблица 3–Химический состав Сталь 20Х ГОСТ 4543-71

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0.17-0.37
Медь (Cu), не более	0.30
Марганец (Mn)	0.50-0.80
Никель (Ni), не более	0.30
Фосфор (P), не более	0.035
Хром (Cr)	0.70-1.00
Сера (S), не более	0.035

Механические свойства Сталь 20Х ГОСТ 4543-71

Предел прочности при растяжении $\sigma_B=780\text{МПа}$

Твердость по Бринелю $HB=179\text{ Мпа}$

1.2 Производственная программа выпуска изделия и определение типа производства

Тип производства при изготовлении деталей - мелкосерийное

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

Годовая программа выпуска деталей вычисляется по формуле:

$$N = N_1 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \quad (1.1)$$

где $N_1=600$ шт.– годовая программа выпуска изделий;

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

$\beta=4\%$ – количество деталей, которое необходимо изготовить дополнительно в

качестве запасных частей, заданное в процентах от годовой программы.

$$N = 600 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{4}{100}\right) = 624 \text{ шт.},$$

Масса детали и годовая программа выпуска приведены в табл. 4

Таблица 4—Годовая программа выпуска изделий

№ чертежа	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запчасти	Число деталей, шт			Масса, г.	
					На программ	На запча	Всего	Детали	Всего
001	Корпус волнового пеллктона	20X	1	5	600	24	624	0,0018	1,1232

Программа выпуска изделий составляет 600 шт. в год. После разработки технологического процесса тип производства подлежит уточнению по коэффициенту закрепления операций

Рассчитываем размер партии запуска:

где N-годовая программа выпуска изделия;

F=248—число рабочих дней в году;

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

n=624·12/248=30 шт.

Производственная программа и определение типа производства

В соответствии с заданием, количество обрабатываемых в год деталей – 600 штук. Данному количеству обрабатываемых деталей соответствует среднесерийному типу производства (свыше 100 шт).

2. Расчеты и аналитика

2.1 Формулировка проектной задачи

Тема представленной выпускной классификационной работы технология изготовления корпуса волнового редуктора с промежуточными телами качения. Областью применения данной разработки является робототехника, в авиационной и космической технике, в промышленных роботах и манипуляторах, в приводах грузоподъемных машин, станков, конвейеров и др., а также любой механизм передающий вращение с большими передаточными числами.

2.1.1 Основание для разработки.

Основанием для курсового проекта 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.

2.1.2 Цель и назначение разработки

Целью проектирования является разработка технологического процесса механической обработки корпуса волнового редуктора с промежуточными телами качения, 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.

2.2 Технологическая часть

2.2.1 Отработка конструкции изделия на технологичность

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

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

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

Для определения количественной оценки технологичности детали используют несколько коэффициентов.

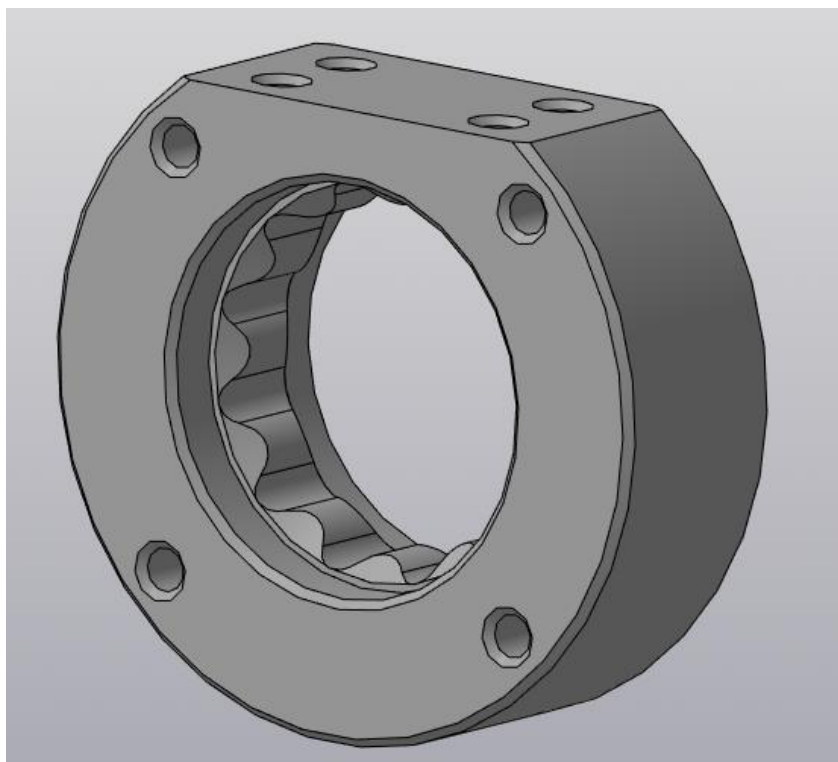


Рисунок 2.1 3D модель корпуса

Таблица 5–Поверхности детали.

Наименование поверхности	Количество поверхности Q _э	Количество унифицированных элементов Q _{уэ}	Квалитет точности	Параметр шероховатости
Ø80h14	1		14	6,3
1x45°	2			
Ø47H6	1		6	1.6
1x45°	1		14	6.3
L27	1		14	
1x45°	2			
L72	1		14	6,3
Ø 5H14	8	4	14	
1.6x45°	12		14	3.2
M5-6H	4	4	6	1.6
R5	12		9	1.6
R3	12		9	

Коэффициент использования материала, который находится по формуле:

$$K_{им} = \frac{T_d}{T_3} \quad (2.1)$$

$$K_y = \frac{Q_{у.э}}{Q_э} \quad (2.2)$$

$$K_y = \frac{2}{12} = 0,16$$

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

$Q_э$ – количество поверхностей.

Полученное значение коэффициента технологичности унификации конструктивных элементов детали показывает, что деталь является технологичной.

Коэффициент точности обработки определяется по формуле:

$$K_{т.ч} = 1 - \frac{1}{A_{ср}} \geq 0,8 \quad (2.3)$$

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

$$A_{ср} = \frac{n_1 + 2 \cdot n_2 + 3 \cdot n_3 + \dots + 19 \cdot n_{19}}{\sum_{i=1}^{19} n_i}; \quad (2.4)$$

$$A_{ср} = \frac{14 + 6 + 14 + 14 + 14 + 14 + 14 + 6 + 9 + 9}{10} = 11,4$$

$$K_{т.ч} = 1 - \frac{1}{11,4} = 0,91 > 0,8$$

В этой формуле n_i – число поверхностей детали точностью соответственно по 1...9-му квалитетам.

По этому показателю деталь является технологична, так как $K_{т.ч} > 0,8$.

2.2.2 Выбор заготовки и метода ее изготовления

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

Исходя из конструкции детали, и учитывая применяемый материал, в качестве заготовки можно использовать круглый стальной прокат Ø90 мм ..

Материал –Сталь 20Х ГОСТ 4543-71

Масса детали –1,8 кг.

Стоимость заготовки:

$$C_{\text{заг}} = \alpha_i \cdot Q_i \cdot m_{\text{б}i} \quad (2.5)$$

где Q_i – масса материала по варианту, кг.;

$m_{\text{б}i}$ – стоимость одного килограмма заготовки, изготовленной базовым способом, 77,3 руб/кг;

$$C_{\text{заг}} = 1,09 \cdot 1,8 \cdot 77,3 = 152 \text{ руб}$$

α_i – коэффициент относительной 1 кг. заготовки:

Из приложения В. выбираем Значение коэффициент для заготовок

$$\alpha_i = k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\Pi} \quad (2.6)$$

где k_T – коэффициент, зависящий от класса точности заготовки, 1:

k_C – от группы сложности, 1,20;

k_B – от массы заготовки, 0,91;

k_M – от марки материала, 1;

k_{Π} – от объёма производства, 1.

$$\alpha_i = 1 \cdot 1,20 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 = 1,09$$

Величина Q_i оценивается по формуле:

$$Q_i = \frac{Q_{\partial}}{k_{\text{им}i}};$$

где Q_{∂} масса детали рабочими чертежу, 1,2 кг.;

$k_{\text{им}i}$ – средний коэффициент использования материала для выбранного для метод получения заготовки, 0,8.

$$Q_i = \frac{1,2}{0,8} = 1,5 \text{ кг}$$

2.2.3. Составление технологического маршрута обработки или сборки

Структура процесса механической обработки корпуса представлена

в таблице 6.

Таблица 6 – Технологический маршрут механической обработки детали

№ опер	Наименование и содержание операции	Оборудование
005	Токарная 1.Подрезать торец в размер $30\pm 0,5$ мм на проход; 2.Центровать отверстие; 3.Сверлить отверстие в размер $\varnothing 20H14$ на проход; 4.Расточить отверстие в размер $\varnothing 47K9$ с образование фаски $1\times 45^\circ$; 5.Точить канавку в размеры $\varnothing 48H14, 2, R0.5, 45^\circ$.	Токарный центр SKM NL 1500
010	Токарная 1. Подрезать торец в размер $27+0,26$ мм на проход; 2. Точить поверхность в размер $80h14$ мм на проход; 3.Расточить отверстие в размер $\varnothing 47K9$ с образование фаски $1\times 45^\circ$; 4.Точить канавку в размеры $\varnothing 48H14, 2, R0.5, 45^\circ$.	Токарный центр SKM NL 1500
015	Вертикально-фрезерная 1.Установить деталь, закрепить; 2. Фрезеровать поверхность 12 волн по контуру в размер выступов R 5мм, впадин R3мм, $\varnothing 45,5$ мм; 3. Центровать 4 отверстия; 4.Сверлить 4 отверстие в размер $\varnothing 5H14$ мм 5. Зенковать 4 фаски в размер $1\times 45^\circ$	Вертикально-фрезерный станок Haas DT-2

Продолжение таблицы 6

020	Вертикально-фрезерная 1. Установить деталь, закрепить 2. Фрезеровать поверхность в размер 72-0,1 3. Центровать 4 отверстия; 4. Сверлить 4 отверстие в размер ø4H14 мм глубину 10 + 0.5мм; 5. Зенковать 4 фаски в размер 0,5×45°; 6. Нарезать резьбу M5-6H на длину min7мм, 4 отверстия	Вертикально- фрезерный станок Haas DT-2
025	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак
030	Закалка ТВЧ Закалить до 50-63 HRC	Муфельная печь FX-03 Witeg (Daihan)
035	Внутришлифовальная Установ А Шлифовать поверхность под подшипники ø47k6 Установ Б Шлифовать поверхность под подшипники ø47k6	Станок внутришлифовальный с ЧПУ 3K227A
040	Контрольная Проверить деталь согласно чертежу и ТП.	Плитка контрольная

2.2.4 Выбор технологических баз

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

В качестве технологических баз при обработке штока используются следующие поверхности.

005 Токарная с ЧПУ.

Базирование заготовки осуществляется по наружному диаметру и плоскости, заготовка устанавливается в трёхкулачковый патрон с упором в торец.

Это схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы. Закрепление заготовки осуществляется патроном.

Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

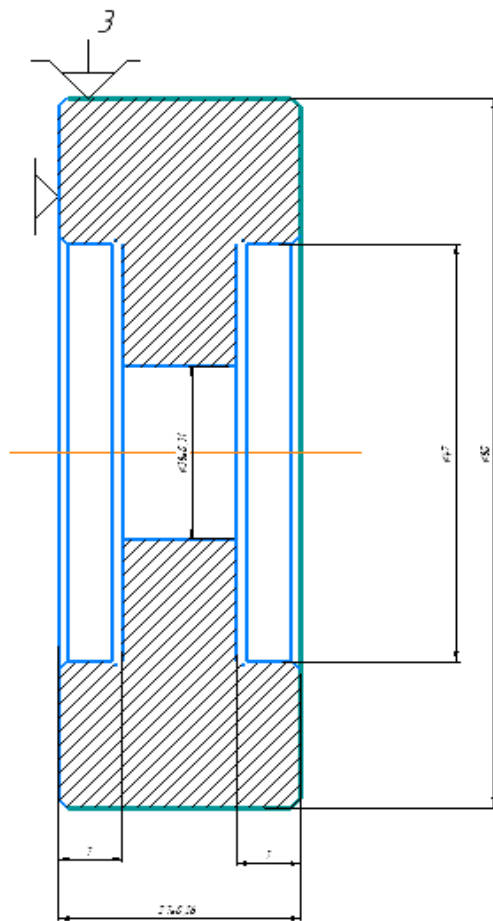


Рисунок 2.2 Схема базирования для операции 005 и 010

Операция 015 Вертикально-фрезерная

Заготовка устанавливается в тиски станочные винтовые самоцентрирующие с призматическими губками для круглых профилей, на круглую пластину, зажимается призматическими губками. Заготовка лишена шести степеней свободы. Погрешность базирования равна 0, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

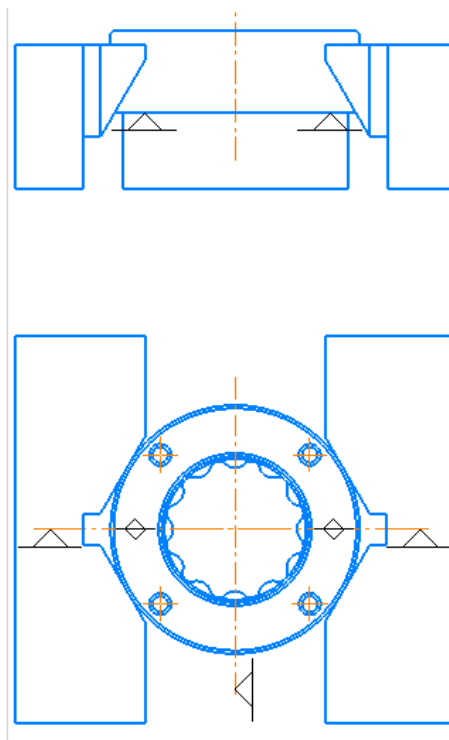


Рисунок 1 – Схема базирования для операции 015

Операция 020 Вертикально-фрезерная

Заготовка устанавливается на специальное приспособление через проставку (упорную пластину) и два пальца – цилиндрический и ромбический. Зажимается гайкой и специальной шайбой. Пластина лишает трёх степеней свободы, цилиндрический палец – двух, срезанный одной.

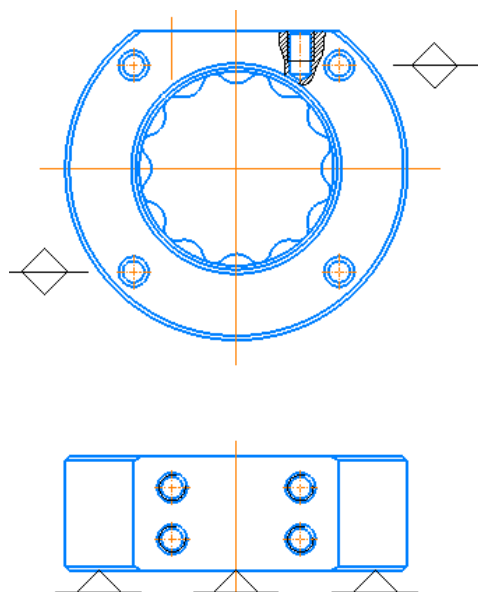


Рисунок 2.3– Схема базирования для операции 020

2.2.5 Выбор оборудования

Для операций 005 и 010 выбираем Токарный центр SKM NL 1500. Технические характеристики станка представлены в таблице 7

Таблица 7 – Технические характеристики токарного центра SKM NL 1500

Наибольший Ø обработки над станиной, мм	570
Наибольший Ø точения, мм	381
Наибольшая длина точения, мм	540
Размер патрона, дюйм	6
Частота вращения шпинделя, об/мин	6000
Мощность шпинделя (пост./30 мин), кВт	15 / 18,5
Конус шпинделя	A2-5
Крутящий момент шпинделя (макс.), Нм	157
Ø обрабатываемого прутка, мм	52
Ø обрабатываемого прутка, мм	52
Рабочее перемещение по оси X, мм	230
Рабочее перемещение по оси Z, мм	560
Мощность двигателей подачи (X / Z), кВт	3 / 3
Количество позиций в револьверной голове, шт.	12
Размер квадратного инструмента / Размер расточной оправки, мм	25 x 25 / 40
Ход задней бабки / Ход пиноли задней бабки, мм	450 / 80
Диаметр пиноли / Конус, мм	80 / MT#4, вращающийся центр
Длина, мм	3140
Ширина, мм	1560
Высота, мм	1902
Вес, кг	3800

Вертикально-фрезерный станок Haas DT-2

Вертикально-фрезерные обрабатывающие центры с ЧПУ, благодаря своей надежной конструкции и доступной цене, относятся к самым востребованным и распространенным видам оборудования. Оборудование данной серии позволяет решать широкий круг задач: фрезеровать, сверлить, нарезать резьбу в заготовках из самых разных материалов и сплавов.

Особенности конструкции

- Полностью закрытое герметичное защитное ограждение
- Серводвигатели перемещений по осям с прямой передачей момента
- Стальные закаленные подшипниковые блоки направляющих
- ШВП с двойным креплением и предварительно натянутой гайкой
- Система автоматической смазки направляющих и ШВП.

Современные высокоточные центры с ЧПУ выполняют как черновую, так и чистовую обработку, что зачастую позволяет получить со станка полностью готовую деталь.

Таблица 8–Характеристики станка

Перемещение по осям X / Y / Z	711/406/394 мм
Размер стола	864 x 381 мм
Максимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	546
Минимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	152
Длина стола, мм	864
Ширина стола, мм	381
Макс. нагрузка на стол (равном. распределенная), кг	113
Ширина Т-образных пазов, мм	16
Расстояние между Т-образными пазами, мм	125
Размер конуса шпинделя	30

Продолжение таблицы 8

Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	10000, 12000*, 15000*, 20000*
Макс. мощность шпинделя, кВт	11,2
Макс. крутящий момент, Нм	62
Макс. осевое усилие, кН	18,7
Макс. скорость холостых подач, м/мин	61
Макс. рабочие подачи по осям XYZ, м/мин	30,5
Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента, шт	20+1
Макс. диаметр инструмента (при занятых соседних позициях), мм	51
Время смены инструмента (среднее), сек	1,8
Точность позиционирования, мм±	0,0050
Повторяемость, мм±	0,0025
Объем бака СОЖ, л	208
Ориентировочная масса станка (зависит от комплектации), кг	2870

Закалка ТВЧ

ТВЧ закалка — поверхностное термическое воздействие на сталь, которое проводится при подаче **тока высокой частоты**. После проведения технологического процесса показатели прочности, твердости увеличиваются, что повышает эксплуатационные характеристики изделия.

Таблица 8—Характеристики муфельной печи FX-03 Witeg (Daihan)

Питание	220 В, 50 Гц
Мощность	1,4 кВт
Габариты	390×480×530 мм
Масса	47 кг
Диапазон регулировки температуры	300...1000 °С
Объем	3 л
Контроллер	цифровой
Габариты камеры	130×250×90 мм
Наличие вытяжки	Нет
Расположение нагревателей	внутреннее
Материал камеры	керамика

Внутришлифовальная.

Внутришлифовальный станок применяется для чистовой обработки отверстий различных типов с целью снижения их шероховатости, центровки или других технологических целей. Используется в промышленности, мастерских, ремонтных или производственных цехах.

Таблица 8– Технические характеристики 3К227А

Класс точности - ГОСТ 8-82	В
Диаметр отверстия, мм	20-200
Наибольшая длина шлифования, мм	200
Наибольший диаметр устанавливаемой детали, мм	400
Угол поворота бабки, град	45
Наибольший продольный ход стола, мм	560
Скорость движения стола, м/мин	
при правке круга	0,1-2
при шлифовании	1-7
при быстром подводе и отводе	10
Частота вращения внутришлифовального шпинделя, об/мин	5000-28000 / 48000-96000
Поперечное перемещение бабки изделия за один оборот маховика, мм	
тонкое	0,25

грубое	2,5
на одно деление лимба	0,001
от рычага дозированной подачи	0,001
Параметры поперечной подачи на сторону, мм/дв.ход	0,001/0,002/0,003/0,004
Количество оборотов шпинделя изделия, об/мин	60-1200
Частота вращения торцевого шпинделя, об/мин	5600
Суммарная мощность двигателей, кВт	9,2
Габариты станка, мм	2885 x 1900 x 1750
Масса, кг	4500

2.2.6 Выбор технологического оснащения

Таблица 9–Выбор технологического оснащения

Номер позиции	Оснастка	Количество
005	1.Трёхкулачковый патрон;	1
	2.Пластина DPMT 07 02 02-PF фирмы SandvikCoromant;	1
	Державка C8-DCLNR/L-55080-25 фирмы SandvikCoromant;	1
	3.Резцовая головка C4-TR-V13JBL-27050C	
	Пластина TR-DC1304-F 1525	1
	4.Сверло центровочное, Цанга 393.1516 06, Переходник 392.41014-100 40 120A	1
	5.Сверло 861.1-2000-240A1-GM,	1
	6.Переходник 935-НТ06-EF20-110, Цанга 393.15-4020 CoroCut MB Для внутренней обработки высокоточных деталей.	1
	7. Резец расточной канавочный ГОСТ 18883-73	1
010	8.Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-86;	1
	9.Очки 0 ГОСТ 12.4.013-8	1
	1.Трёхкулачковый патрон;	1
	2.Пластина DPMT 07 02 02-PF фирмы SandvikCoromant;	1
	Державка C8-DCLNR/L-55080-25 фирмы SandvikCoromant;	
	3.Резцовая головка C4-TR-V13JBL-27050C	1
	Пластина TR-DC1304-F 1525	
	4. CoroCut MB Для внутренней обработки высокоточных деталей	1
	5.Резец расточной канавочный ГОСТ 18883-73	1
	6.Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-86;	1
	7. Очки 0 ГОСТ 12.4.013-8	1

Продолжение таблицы 9

015	1. Тиски станочные винтовые самоцентрирующие с призматическими губками для круглых профилей	1
	2. Концевая фреза 2Р340-2000-РА, Переходник А1В20-40 16 063,	1
	3. Сверло центровочное, Цанга 393.1516 06, Переходник 392.41014-100 40 120А	1
	4. Сверло 860.1-0500-019А1-РМ, Переходник А1В14-40 20 070, Цанга 393.15-16 06	1
	5. Зенковка с цилиндрическим хвостовиком с углом при вершине 90° ГОСТ 14953-80, Цанга 393.15-20 12, Переходник А1В14-40 20 070	1
	6. Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ16686	1
	7. Очки 0 ГОСТ12.4.013-85	1
	8. Микрометр МК100-1 ГОСТ6507-90	1

Продолжение таблицы 9

020	1. Торцевая фреза 345-050C5-13М, Переходник C5-390В.140-40 040, Пластина 345R-1305E-PL 4340	1
	2.Сверло центровочное, Цанга 393.1516 06, Переходник 392.41014-100 40 120А	1
	3.Сверло 861.1-0500-075А1-GM GC34, Цанга 393.15-16 06, Переходник 392.41014-63 16 100	1
	4. Зенковка с цилиндрическим хвостовиком с углом при вершине 90° ГОСТ 14953-80, Переходник 392.41014-63 16 100, Цанга 393.15-16 08	1
	5. Метчик машинный М5х0,8 GARWIN INDUSTRIAL 123090-М5, Цанга 393.14-32 D100X080, Переходник 392.41014-6332 100В	1
	6. Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ166-86	1
	7. Очки 0 ГОСТ12.4.013-85	1
035	1.Трёхкулачковый патрон, 2. Шлифовальный круг прямого сечения	

2.2.7 Расчет припусков

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

Для односторонней обработки

$$Z_{min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}$$

Для двухсторонней обработки.

$$2 * Z_{min} = 2 * (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

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

$\Delta i-1$ – суммарное пространственное отклонение, получаемое на предшествующем технологическом переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Последовательность заполнения таблицы:

- заполняем первый столбец таблицы, в котором указываем технологические переходы в принятой последовательности;
- для каждого перехода находим значения каждой составляющей формулы;
- для конечного перехода записываем наименьший предельный размер по чертежу;
- для предшествующих переходов определяем расчетный размер, прибавляя к нему $Z_{\min}$;
- записываем минимальные предельные размеры по всем переходам, округляя их увеличением до знака допуска;
- определяем максимальные предельные размеры, прибавляя допуск на соответствующий размер;
- определяем $Z_{\max}$ как разность максимальных размеров, $Z_{\min}$ как разность минимальных размеров;
- определяем общий максимальный и минимальный припуск;
- проверяем правильность расчета по правилу: разница допусков должна быть равна разнице припусков.

Рассчитаем припуск на обработку поверхности $\varnothing 80H9$ (таблица 10)

Таблица 10 – Припуск на поверхность $\varnothing 80H9$

Поверхность детали	Чистота поверхности, качество	Допуск на размер, мкм	Элементы припуска, мкм	
			Rz	h
Точение черновое	12	520	50	50
Точение чистовое	10	210	20	20
Растачивание	9	130	5	5

Суммарные отклонения определяем по формуле.

$$\Delta_{\Sigma} \sqrt{\Delta_{\Sigma K}^2 + \Delta_{\Sigma \Pi}^2} \quad (1.17)$$

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

Δ_{Π} – смещение оси заготовки в результате погрешности центрирования определяется по формуле 1.18

$$\Delta_{\Sigma K}^2 = \Delta_K \cdot L, \quad (1.17)$$

где $\Delta_K = 800$ мкм – кривизна поверхности в зависимости от степени коробления;

$L = 35$ мм – длина участка.

$$\Delta_{\Sigma K}^2 = 0,8 \cdot 35 = 28 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\Pi} = 0,25 \cdot T_d,$$

где $T_d 1300 =$ мм – допуск на диаметральный размер базы заготовки, использованной при центрировании.

$$\Delta_{\Pi} = 0,25 \cdot 1300 = 325 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{79,2^2 + 325^2} = 334 \text{ мкм.}$$

Остаточная величина пространственного отклонения после предварительной обработки определяется по формуле.

$$\Delta_i = K_y \Delta_{i-1} \quad (1.18)$$

где K_y – коэффициент уточнения формы.

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

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

$K_{y3} = 0,02$ – для растачивания.

$$\Delta_1 = K_{y1} \cdot \Delta_3 = 0,06 \cdot 334 = 20 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_2 = K_{y2} \cdot \Delta_1 = 0,04 \cdot 20 = 1 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_3 = K_{y3} \cdot \Delta_2 = 0,02 \cdot 1 = 0 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки $\varepsilon = 0$ мкм.

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

Минимальный припуск под точение черновое

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (200 + 300 + \sqrt{334^2 + 0^2}) = 1688 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под точение чистовое.

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{20^2 + 0^2}) = 240 \text{ мкм.}$$

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

$$d_p = 81,56 - (6 \cdot 0,24) = 80,12 \text{ мм – для чистового точения;}$$

$$d_p = 90 - (5 \cdot 1,688) = 81,56 \text{ мм – для чернового точения.}$$

Определяем максимальный предельный размер суммой минимального размера и допуска T_d :

$$d_{min} = 79,94 - 0,21 = 79,73 \text{ мм – для чистового точения;}$$

$$d_{min} = 79,73 - 0,52 = 79,18 \text{ мм – для чернового точения;}$$

Полученные предельные припуски:

$$2 \cdot Z_{min} = 79,94 - 79,73 = 0,21 \text{ мм – для чистового точения;}$$

$$2 \cdot Z_{min} = 79,73 - 79,21 = 0,49 \text{ мм – для чернового точения.}$$

$$\cdot Z_{max} = 79,73 - 79,18 = 0,55 \text{ мм – для чистового точения;}$$

Расчет общих припусков:

$$Z_{o \max} = 1270 + 550 + 210 = 2030 \text{ мкм – общий максимальный припуск;}$$

$$Z_{o \min} = 490 + 210 + 130 = 860 \text{ мкм – общий минимальный припуск.}$$

Округляем рассчитанные максимальные размеры до знака допуска T_d и заносим в таблицу 11.

Таблица 11 – Припуски на механическую обработку

Маршрут обработки и	Элементы припуска, мкм			Расчетный припуск $2 \cdot Z_{\min}$ мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск на изготовление T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Z		Σ				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$
$\varnothing 80^{+0,087}$ Заготовка	0	00	34	-	89,079	1300	899,94	90,21		
Точение черновое	0	0	0	1688	85,767	520	85,73	7,04	90	1270
Точение чистовое	0	0		240	80,007	210	79,9	80,05	10	50

Проверка правильности расчётов проводится по формуле.

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

$$2030 - 860 = 1300 - 130,$$

$$1170 = 1170.$$

Следовательно, расчёт припусков произведён верно.

2.2.8 Расчет режимов резания.

Операция 005: Токарная

Токарный станок с ЧПУ Cormak HCL300

Расточить отверстие $\varnothing 47k9$ на длину 7 мм,

Чистовой расточной инструмент 825-87TC11-C6,

Переходник С6390.419-63 110, Пластина ТСМТ 11 03 04-РМ 4335;

Глубина резания определяется по формуле:

$$t = 0,5 \cdot (D_3 - D_d), \text{ мм}$$

где D_3, D_d – диаметр отверстия до обработки и после обработки, мм;

$$t = 0,5 \cdot (30 - 47) = 17 \text{ мм}$$

Назначаем подачу S . Рекомендуемые значения – $S = 0,2 \dots 0,5$ мм/об принимаем $S = 0,4$ мм/об;

Стойкость T , мин (для общего назначения 30мин);

Скорость резания

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин};$$

где $C_v=243$, $m=0,20$, $x=0,15$, $y=0,40$ – коэффициент и показатели степени, при точении, от условия резания [3, с.269];

T – стойкость, 30 мин;

t – глубина резания, 17 мм;

S – подача, 0,4 мм/об;

Коэффициент K_v является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки.

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

где $K_{mv} = \left(\frac{750}{HB}\right)^{n_v} = \left(\frac{750}{190}\right)^{0.4} = 3,68$ – коэффициент, учитывающий материал изделия [3, с.261];

$K_{pv} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий глубину отверстия [1, с.263];

$K_{iv} = 1$ – коэффициент, учитывающий инструментальный материал [3, с.263];

$$K_v = 1,73 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,384$$

$$v = \frac{243}{30^{0,20} \cdot 17^{0,15} \cdot 0,4^{0,40}} \cdot 1,384 = 246 \text{ м/мин};$$

Определяется частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин}$$

где V – скорость резания, 316 м/мин;

D – отверстия заготовки, 30 мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 246}{3,14 \cdot 30} = 2610 \text{ об/мин}$$

Определяем время обработки:

$$T_c = \frac{l_m}{f_n \cdot n}, \text{ мин}$$

где l_m – длина обработки, 30 мм;

f_n – подача на оборот, 0,4 об/мин;

n – частота вращения шпинделя, 2610 об/ми;

$$T_c = \frac{30}{0,4 \cdot 2610} = 0,028 \text{ мин}$$

Сила резания определяется по формуле:

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

где $C_p=24$, $x=1.05$, $y=0,2$, $n=0$ – коэффициент и показатели степени, при резания[3,с.274];

t – глубина резания, 17 мм;

S – подача, 0,4 мм/об;

V – скорость резания, 120 м/мин;

Поправочный коэффициент K_p представляет собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

где $K_{mp} = 0,67$ – коэффициент, учитывающий материал изделия;

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{196}\right)^n = \left(\frac{196}{196}\right)^1 = 1$$

$K_{\varphi p} = 1,82$ – коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров[3,с.275];

$K_{\gamma p} = 1$ – коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров[3,с.275];

$K_{\lambda p} = 1$ – коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров[3,с.275];

$K_{гр} = 1$ – коэффициент, учитывающий влияние геометрических параметров [3, с.275];

$$K_p = 1 \cdot 1,82 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,82$$

$$P_x = 10 \cdot 24 \cdot 1^{1,05} \cdot 0,4^{0,2} \cdot 246 \cdot 1,82 = 8940 \text{ Н}$$

Потребную мощность на резание определяется по формуле:

$$N = \frac{P_x \cdot v}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

где P_x – сила резания, 1253 Н;

V – скорость резания, 246 м/мин.

$$N = \frac{8940 \cdot 246}{1020 \cdot 60} = 35,93 \text{ кВт}$$

Операция 010: Токарная

Токарный станок с ЧПУ Сормак HCL300

Точить поверхность в размеры $\varnothing 80\text{H}9$, $\varnothing 47\text{k}9$,

Инструмент: Резец 2103 - 0053 ГОСТ 18879-73

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина точения: $t = 2,5$ мм;

2 Подача: $S = 0,6$ мм/об.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.28)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (2.29)$$

$$K_{mv} = (750 / \sigma_b)^{n_v},$$

$$C_v = 340; \quad x = 0,15; \quad y = 0,45; \quad m = 0,2;$$

$$T = 45 \text{ мин.}$$

$$\text{Принимаем } n_v = 1,0, \quad K_{nv} = 0,8, \quad K_{iv} = 0,65.$$

$$K_{mv} = (750 / 950)^1 = 0,79.$$

$$K_v = 0,79 \cdot 0,65 \cdot 0,8 = 0,4.$$

$$V = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,4 = 72 \text{ м/мин};$$

$$n_{фр} = \frac{1000 \cdot V}{(\pi \cdot D)} = \frac{1000 \cdot 72}{(3,14 \cdot 80)} = 286 \text{ об/мин};$$

$$\text{Принимаем } n_{ст} = 315 \text{ об/мин.}$$

$$V_{факт} = \pi \cdot d \cdot n_{ст} / 1000 = 3,14 \cdot 80 \cdot 315 / 1000 = 79,2 \text{ м/мин.}$$

4 Сила резания

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (2.30)$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{фр} \cdot K_{гр} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{гр}, \quad (2.31)$$

где K_{MP} – коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала;

$K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, $K_{гр}$ – коэффициент, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента

$$K_{MP} = (\sigma_B / 750)^n$$

$$n = 0,75.$$

$$K_{MP} = (950 / 750)^{0,75} = 1,19.$$

$$K_p = 1,19 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,17.$$

$$P_o = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 76,2^{-1,5} \cdot 1,17 = 3120 \text{ Н.}$$

5 Мощность резания

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

$$N_e = \frac{3120 \cdot 76,2}{1020 \cdot 60} = 3,9 \text{ кВт.}$$

$$N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta,$$

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

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

$$3,9 \text{ кВт} < 17,6 \text{ кВт.}$$

6 Минутная подача:

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

7 Основное время:

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

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

$$L_{вр} + L_{пер} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{px} = 484 + 5 = 489 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 2 \cdot 489 / 189 = 5,17 \text{ мин.}$$

2.2 Точить канавку в размеры $\varnothing 48h14$, шириной 2мм

Инструмент: Резец 2412-0146 ГОСТ 23476-78

Материал режущей части T15K6

1 Глубина резания: $t = 0,5 \text{ мм}$;

2 Подача: $S = 0,2 \text{ мм/об.}$

Таблица 12 – Режимы резания и основное время операций при токарной обработке

Операция, содержание перехода	t, мм	S, мм/ об	S _м , мм/мин	V, м/мин	n, об/мин	P, кВт	T _о , мин
005							
Подрезать торец в размер 30-0,5 мм на проход;	1,5	0,396	348	120	4000		0,067
Центровать отверстие	2	0,31	-	22,08	400	0,65	0,12
Сверлить отверстие ø20H12 на проход	10	0,18	25	40	2400	5,61	0,347
Расточить отверстие ø47k9 на длину 7 мм, с образованием фаски 1x45°	8,5	0,373	314	120	4000		0,252
Точить канавку в размеры ø'48h14, 2, 45	1	0,513	730	120	729		0,165
Операция 010							
Подрезать торец в размер 27± 0,26 мм на проход;	1,5	0396	-	120	4000	75,74	0,067

Точить поверхность в размер 80h14 мм на проход;	2	0,6		172	315		2
Расточит ь отверстие ø47k6 на длину 17 мм, с образованием фаски 1x45°	1,5	0,373	-	120	4000		2
Точить канавку в размеры Ø'48h14, 2, 45°	0,5	0,513		120	729		0,165

015 Вертикально-фрезерный станок

Сверление

Сверлить отв. Ø5H14 мм

Глубину резания определяется по формуле:

$$t = 0.5 \cdot D = 0.5 \cdot 5 = 2,5 \text{ мм}$$

где D – диаметр отверстия, мм;

Назначаем подачу S. Рекомендуемые значения – $S = 0,27 \dots 0,36 \text{ мм/об}$
принимаем $S = 0,27 \text{ мм/об}$

Стойкость T, мин (в зависимости от типа и диаметра инструмента)

T=60 мин

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \text{ м/мин};$$

где $C_v=17,1$ $q=0,25$, $m=0,125$, $y=0,40$ – коэффициент и показатели степени, при сверлении от условия резания [1, с. 278];

T – стойкость, 60 мин;

D – диаметр отверстия, 5 мм;

$S_{ст}$ – подача, 0,27 мм/об;

Коэффициент K_v является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv};$$

где $K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = \left(\frac{750}{196}\right)^{-0,6} = 0,44$ – коэффициент, учитывающий материал изделия;

$K_{IV} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$K_{nv} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий инструментальный материал;

$$K_v = 0,44 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,352$$

$$v = \frac{17,1 \cdot 5^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,3^{0,40}} \cdot 0,352 = 10 \text{ м/мин};$$

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \text{ Н} \cdot \text{м};$$

где $C_m=0,196$, $q=2,0$, $y=0,8$, – коэффициент и показатели степени, при сверления;

t – глубина резания, 0,5 мм

D – диаметр, 5 мм;

S – подача, 0,30 мм/об;

K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

$$K_p = K_{mp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{196}{750}\right)^{0,6} = 0,44$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 5^{2,0} \cdot 0,30^{0,8} \cdot 0,44 = 8,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Определяется частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}$$

где V – скорость резания, 10 м/мин;

D – диаметр сверла, 5 мм;

$$n = \frac{1000 \cdot 10}{3,14 \cdot 5} = 636 \text{ об/мин}$$

Потребную мощность на резание определяется по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \text{ кВт}$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, 5 Н;

n – частота вращения шпинделя, 636 м/мин.

$$N_e = \frac{5 \cdot 636}{9750} = 0,32 \text{ кВт}$$

020 Вертикально-фрезерный станок Haas DT-2

Фрезеровать торец в размер ;

Фреза фирмы 345-050C5-13M Sandvik Coromant;

Пластина R245-12 T3 E-ML 1025 фирмы Sandvik Coromant;

Глубина резания $t=4,5$

$D=(1.2 \dots 1.5)B$; $D=1.5 \cdot 80=120 \text{ мм}$

Диаметр заготовок фрезерования $B = \varnothing 80 \text{ мм}$;

Назначаем подачу:

$$S_z = 0,15 \text{ об/мин}$$

Определяем минутная подачу:

$$S_z \cdot z \cdot n = 0,15 \cdot 4 \cdot 522 = 313$$

Определяется стойкость, мин:

$$T = 180 \text{ мин.}$$

Определяется скорость резания по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v;$$

где $C_v=445$, $q=0,2$, $m=0,32$, $x=0,15$, $y=0,35$, $u=0,2$, $p=0$ – коэффициент и показатели степени, при сверле-ния, от условия резания [1,с.289];

T – стойкость, 180 мин;

t – глубина резания, 4,5 мм;

$S_{ст}$ – подача, 0,15 мм/об;

B – размер уступа, 72-0,1 мм;

Z – число зубьев, 4;

Коэффициент K_v является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv};$$

где $K_{mv} = 3,57$ – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{pv} = 0,80$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{iv} = 1$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента [1, с.263];

$$K_{mv} \left(\frac{750}{HB} \right)^{n_v} = \left(\frac{750}{190} \right)^{0,95} = 3,68$$

$$K_v = 3,68 \cdot 0,80 \cdot 1 = 2,94$$

$$v = \frac{445 \cdot 50^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 2,9^{0,15} \cdot 0,30^{0,35} \cdot 100^{0,2} \cdot 4^0} \cdot 2,94 = 82 \text{ м/мин}$$

$$= \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v;$$

Сила резания определяется по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \text{ Н};$$

где $C_p=50$, $x=0,9$, $y=0,72$, $u=1,14$, $q=1,14$, $w=0$ – коэффициент и показатели степени, при фрезеровании;

t – глубина резания, 4,5 мм;

s_z – подача, 0,30 мм/зуб;

B – размер уступа, 72_{-0,1} мм;

Z – число зубьев, 4;

D – диаметр фрезы, 50 мм;

n – оборот, об/мин;

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 2,9^{0,9} \cdot 0,30^{0,74} \cdot 72^{1,0} \cdot 4}{50^{1,14} \cdot 522} = 51 \text{ Н}$$

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} \text{ Н} \cdot \text{м};$$

где P_z – сила резания, 9 Н/м;

D – диаметр фрезы, 50 мм;

$$M_{кр} = \frac{9 \cdot 50}{2 \cdot 1000} = 426 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определяется частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D};$$

где V - скорость резания, м/мин;

D – диаметр заготовки, мм;

$$n = \frac{1000 \cdot 82}{3,14 \cdot 80} = 326 \text{ об/мин}$$

Мощность резания (эффективная), кВт:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}; \text{ кВт}$$

где P_z – сила резания, Н/м;

v – скорость резания, м/мин;

$$N_e = \frac{6825 \cdot 326}{1020 \cdot 60} = 36,5 \text{ кВт}$$

Таблица 13 - Режимы резания и основное время операций при фрезерной обработке

Операция, содержание перехода	t, мм	S, мм/ об	S _м , мм/м ин	V, м/ми н	n, об/ми н	P, кВт	T _о , мин
Операция 015							
Фрезеровать поверхность 12 волн по контур в размер выступов R 5мм, впадин R3мм, ø45,5мм;	14	0,25	1560	264	1030	2,72	0,45
Центровать отверстия	4 2	0,3	-	74	840	0,65	0,026
Сверлить отверстия с обеспечением размеров ø5 на проход	4 2,5	0,11	441	70	636	2,41	0,028
Зенковать фаски 1x45, 4 отверстия	0,5	1,3	-	20,4	500	0,21	0,01
Операция 020							

Фрезеровать поверхность в размер 72. 0,1	1	0,29	2150	259	1810	9,6	0,068	
Центровать отверстий	4	2	0,31	1080	74	840	0,78	0,11
Сверлить отверстие в размер ø4Н14 мм глубину 10 + 0.5мм;	4	3,7	0,27	1080	80	7180	1,2	0,064
Зенковать 4 фаски 0,5х45	1	0,68	-	26,1	710	0,04	0,031	
Нарезать резьбу М5-6Н на длину min7мм, 4 отверстия	0,5	1,5	-	37	1430	2,22	0,014	

2.3 Конструкторская часть

2.3.1 Обоснование и описание конструкции

В конструкторской части выпускной квалификационной работы спроектировано вертикально-фрезерное приспособление, предназначенное для фрезерования и сверления заготовки на операции 005 вертикальнофрезерной. Обработка корпуса в данном приспособление ведется, с одной стороны. Приспособление устанавливается на стол станка.

2.3.2 Силовой расчет приспособления.

Упрощенная схема для силового расчета приспособления представлена на рисунке 2.6. Исходя из анализа выполняемых технологических переходов на операции 020 наибольшее усилие, возникающее при резании, это осевая сила при фрезеровании, которая направлена под 90° (в нашем случае $R = H$) [13].

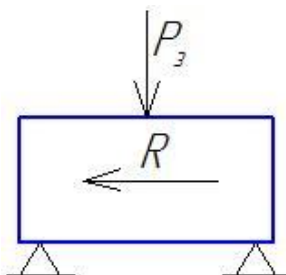


Рисунок 2.6 Схема для силового расчета приспособления

Сила, необходимая для зажима:

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

где $f_{оп}$ и $f_{зм} = 0,18-0,3$ – коэффициенты трения между поверхностями заготовки и установочными и зажимными элементами приспособления;

K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле:

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

где $K_0=1,6$ – коэффициент гарантированного запаса,

$K_1 = 1,2$ - коэффициент неровностей;

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

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

$K_4 = 1,4$ – т. к. зажим ручной;

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

$$K = 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,49.$$

$$P_3 = K \cdot \frac{R}{f_{оп} + f_{зм}} = 3,49 \cdot \frac{3100}{0,24 + 0,24} = 6458H$$

Силы, действующие на зажим, изображены на рис 2.7.

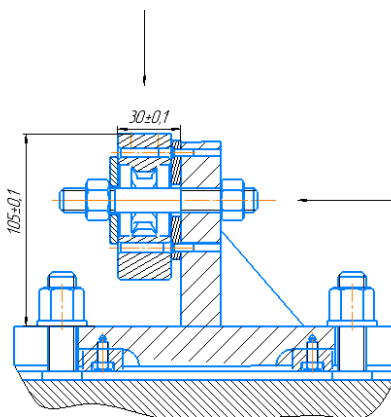


Рисунок 2.7 Действующие на Г-образном прихвате силы.

Сила, действующая на гайке, определяется по формуле [23]:

$$Q = \frac{P_3}{1 - 3 \cdot f \cdot L/H}, \quad (2.26)$$

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

L и H – конструктивные элементы прихвата ($L=23\text{мм}$, $H=32\text{мм}$).

$$Q = \frac{6458/2}{1 - 3 \cdot 0,12 \cdot 23/32} = 7019H$$

При известной силе Q вычисляют номинальный диаметр винта по формуле:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{\sigma_p}}, \quad (2.27)$$

где σ_p – напряжение материала винта, для сталь $\sigma_p = 190 \text{ МПа}$;

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{7019}{190}} = 8,50 \text{ мм}$$

Принимаем $d = 10\text{мм}$.

Определяем необходимые параметры резьбы: резьба М8, шаг резьбы $P=0,75$ мм, $d_1=D_1=7,188 \text{ мм}$, $d_2=D_2=7,513 \text{ мм}$.

Момент затяжки:

$$M = 0.5 \cdot Q \cdot \{d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + f \cdot (D_{н.т.}^3 - d_{н.т.}^3) / [3 \cdot (D_{н.т.}^2 - d_{н.т.}^2)]\}, \quad (2.28)$$

где d_2 – средний диаметр резьбы;

$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{t}{\pi \cdot d_2}\right) - \text{угол подъёма резьбы};$$

t – шаг резьбы;

φ_{np} – приведённый коэффициент трения для заданного профиля резьбы, определяется по формуле:

$$\varphi_{np} = \operatorname{arctg}\left(\frac{f}{\cos \beta}\right), \quad (2.29)$$

β – половина угла при вершине профиля витка резьбы;

$D_{н.т.}$, $d_{н.т.}$ – наружный и внутренний диаметры опорного торца гайки ($D_{н.т.}=12 \text{ мм}$, $d_{н.т.}=10 \text{ мм}$).

Для треугольной резьбы (ГОСТ 9150–59) $\beta=30$.

$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{2}{3,14 \cdot 7,51}\right) = 4,80^\circ$$

$$\phi_{np} = \arctg\left(\frac{0,12}{\cos 30}\right) = 7,88^\circ$$

$$M = 0,5 \cdot 7019 \cdot 10^{-3} \left\{ \begin{aligned} &7,513 \cdot \operatorname{tg}(4,80 + 7,88) + \\ &+ 0,12 \cdot (12^3 - 10^3) / [3 \cdot (12^2 - 10^2)] \end{aligned} \right\} = 23,51 \text{ Нм}$$

Длина гаечного ключа $L=150\text{мм}$. При данной длине ключа усилие, развиваемое на рукоятке равно 101Н . Максимально допустимая сила зажима на рукоятке для приспособлений с ручным зажимом 250Н , следовательно, ручной зажим для данного приспособления может быть применён.

2.3.3 Расчет приспособления на точность

Заготовки устанавливаются на две пальцы, следовательно, погрешность установки будет составлять:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_z^2}, \quad (2.30)$$

Погрешность базирования ε_δ на размер при обработке плоской поверхности или паза:

$$\varepsilon_\delta = 0,5 \cdot TD \left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right), \quad (2.31)$$

где TD – допуск на наружный диаметр заготовки,

α – половина угла призмы.

$$\varepsilon_\delta = 0,5 \cdot 185 \cdot \left(\frac{1}{\sin 45^\circ} - 1 \right) = 38 \text{ мкм}$$

Находим погрешность закрепления детали в пальцы:

$$\varepsilon_z = \left[\left(K_{Rz} \cdot R_z + \frac{K_{HB}}{HB} \right) + C_1 \right] \cdot \left(\frac{Q}{19,6 \cdot l} \right)^n, \quad (2.32)$$

$K_{Rz} = 0,005$, $R_z = 20 \text{ мкм}$, $HB = 80$, $K_{HB} = 15$, $C_1 = 0,20$ $Q = 1600 \text{ Н}$, $n = 0,7$.

$$\varepsilon_z = \left[\left(0,005 \cdot 20 + \frac{15}{80} \right) + 0,20 \right] \cdot \left(\frac{1600}{19,6 \cdot l} \right)^{0,7} = 47,25 \text{ мкм}$$

Погрешность установки:

$$\varepsilon_y = \sqrt{38^2 + 47,25^2} = 60,6 \text{ мкм}$$

Допуск на размер по чертежу равен 1000 мкм. Следовательно, спроектированное приспособление удовлетворяет точности обработки детали на данной операции.

2.4 Организационная часть

2.4.1 Нормирование технологического процесса

Основной задачей технического нормирования является установление затрат времени для выполнения определенного объема работ. Техническая норма времени на обработку заготовки является одним из основных параметров для расчета стоимости изготовления детали, числа производственного оборудования, заработной платы рабочих и планирования производства. Технические нормы времени в условиях мелкосерийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим путем.

Норма времени;

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n};$$

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

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

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

$$T_{\text{пз}} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}},$$

где t_0 — основное время;

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

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

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

Для Фрезерная-универсальной...

Норма времени

$$T_{\text{шт-к}} = 9,4 + \frac{9,4}{8} = 9,458 \text{ мин}$$

$$T_{пз} = 1,05 + 8,42 + 0,50 + 0,45 = 9,4$$

Таблица 14 – Нормирований операций

№ операций			
1	2	3	4
005 и 010	Токарная		
	1. Основное время		0,94
	2. Вспомогательное время:		
	- Время, связанное с переходом	Карта 31	0,18
	- Время на установку и снятие детали	Карта 10	1,55
	- Коэффициент на вспомогательное время	Карта 1	0,76
	- Суммарное вспомогательное время		2,49
	3. Время перерывов на отдых и личные потребности, %	Карта 88	7(0,45)
	4. Время на обслуживание рабочего места, %	Карта 32	3,5(0,50)
	Штучное время		7,38
015	Вертикально-фрезерная		
	1. Основное время		3,89
	2. Вспомогательное время:		
	- Время, связанное с переходом	Карта 31	0,14
	- Время на установку и снятие детали	Карта 10	2,4
	- Коэффициент на вспомогательное время	Карта 1	1
	- Суммарное вспомогательное время		0,76
	3. Время перерывов на отдых и личные потребности, %	Карта 88	4,3
	4. Время на обслуживание рабочего места, %	Карта 34	7(0,35)
	Штучное время		4,5 (0,45)
			8,89

Продолжение таблицы 14

№ операций			
1	2	3	4
020	Вертикально-фрезерная		
	1. Основное время		0,5
	2. Вспомогательное время:		
	- Время, связанное с переходом	Карта 31	0,14
	- Время на установку и снятие детали	Карта 10	2,8
	- Коэффициент на вспомогательное время	Карта 1	0,76
	- Суммарное вспомогательное время		3,7
	3. Время перерывов на отдых и личные потребности, %	Карта 89	8(0,50)
	4. Время на обслуживание рабочего места, %	Карта 34	3,5(0,35)
	Штучное время		5,05

3 Финансовый менеджмент, ресурс эффективность ресурсосбережение

В экономической части выпускной квалификационной работы производится расчет себестоимости изготовления корпуса волнового редуктора с промежуточными телами качения по разработанному технологическому процессу. При разработке технологического процесса закладывается среднесерийный тип производства, обоснованный параметрами детали и объемом производственной программы ($N = 624$ шт.). Материал – Сталь 20Х ГОСТ 4543-71; Производственная себестоимость изделия охватывает все затраты предприятия на его производство.

Все расчеты ведем согласно рекомендациям [27].

3.1 Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

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

3.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \text{ руб.}$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

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

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

Таблица 15 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	$K_{тоi}$, руб.
005 и 010	Cormak HCL300	2 900 000	1	3 720 000
015 и 020	Haas DT-2	7 000 000	1	7 000 000
030	FX-03 Witeg (Daihan)	1 500 000	1	8 000 000
035	3M227BФ2	2 000 000	1	10 000 000
Всего:				13 400 000

3.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного

технологического оборудования п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

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

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

$$K_{во} = 13400\ 000 \cdot 0,30 = 4020\ 000 \text{ руб.}$$

3.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

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

В данном случае учитывается стоимость:

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

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

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

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

$$K_{ин} = 13\ 400\ 000 \cdot 0,15 = 2\ 010\ 000$$

3.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

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

В первом случая общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C_n^I = C_{nn} + C_{сн}, \text{ руб.}$$

где $\Pi_{пп}$ – балансовая стоимость производственных (основных) помещений;

$\Pi_{вп}$ – балансовая стоимость вспомогательных помещений.

В случае, если помещение арендовано:

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

3.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{H_{м} \cdot N \cdot \Pi_{м}}{360} \cdot T_{обм}, \text{ руб.}$$

где $H_{м}$ - норма расхода материала, кг/ед;

N - годовой объем производства продукции, шт;

$\Pi_{м}$ - цена материала, руб./кг;

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

$$K_{пзм} = \frac{0,5 \cdot 624 \cdot 77,3}{360} \cdot 30 = 2009,8 \text{ руб.}$$

3.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

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

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_e}{360}, \text{ руб.}$$

$$K_{нзп} = \frac{624 \cdot 1 \cdot 50 \cdot 0,9}{360} = 78 \text{ руб.}$$

где $T_{ц}$ - длительность производственного цикла, 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:

$$C' = \frac{H_m \cdot Ц_m}{k_m}, \text{ руб.}$$

$$C' = \frac{0,5 \cdot 77,3}{0,8} \approx 50 \text{ руб.}$$

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

Коэффициент готовности:

$$k_z = (k_m + 1) \cdot 0,5 \text{ руб.}$$

$$k_z = (0,8 + 1) \cdot 0,5 = 0,9 \text{ руб.}$$

3.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{zn} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{zn} \text{ руб.}$$

$$K_{zn} = \frac{50 \cdot 624}{360} \cdot 30 = 2600 \text{ руб.}$$

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

3.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{dz} = \frac{B_{pn}}{360} \cdot T_{dz} \text{ руб.}$$

$$K_{dz} = \frac{1425161,52}{360} \cdot 10 = 39587,82 \text{ руб.}$$

где B_{pn} - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

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

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

$$B_{pn} = C' \cdot N(1 + p / 100) \text{ руб.}$$

$$B_{pn} = 50 \cdot 624(1 + 18 / 100) = 36\,816 \text{ руб.}$$

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

3.1.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{обс} = K_{пзм} \cdot 0,10 \text{ руб.}$$

$$C_{обс} = 2009,8 \cdot 0,10 = 200,98 \text{ руб.}$$

3.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции.

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

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

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

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

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

3.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_m) рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot H_m \cdot K_{тзр} - C_o \cdot H_o), \text{ руб}$$

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

C_m – цена материала, руб/кг;

H_m – норма расходов материалов, кг/ед.;

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

H_o – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_z - m_0,$$

где m_z – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

$$H_o = 2,3 - 1,8 = 0,5 \text{ кг / шт}$$

$$C_m = 624 \cdot (77,3 \cdot 0,5 \cdot 1,04 - 10,07 \cdot 0,5) = 21\,940,46 \text{ руб}$$

Таблица 16 – Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	С _{мi} , руб.
Корпус	178	5,35	21940,46
Всего:			21940,46

3.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

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

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

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{umi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \text{ руб.}$$

где m – количество операций технологического процесса;

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

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

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

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

Таблица 17 - Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{шти}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$, руб.	$C_{зоi}$, руб
Оператор станков с ЧПУ	6,691	2	1	132,6	4325,22
Оператор станков с ЧПУ	15,95	4	1	132,6	10310,47
Оператор станков с ЧПУ	35,05	4	1	132,6	22657,19
Оператор станков с ЧПУ	35,05	4	1	132,6	22657,19
Фонд заработной платы всех рабочих					59950,04

3.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2, \text{ руб.}$$

$$C_{oco} = 59950,04 \cdot (0,3 \cdot 0,3) = 35970, \text{ руб.}$$

где α_1 - обязательные социальные отчисления ($\alpha_1 = 0,30$)

α_2 - социально страхование по проф. заболеваниям и несчастным случаям ($\alpha_2 = 0,003 \div 0,017$)

3.2.4 Расчет амортизации основных фондов

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

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

3.2.5 Расчет амортизации оборудования

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

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

$$a_{ni} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\% = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,3 \%$$

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

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot a_{ni}, \text{ руб.}$$

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

2. 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:

$$A_q = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F_d \cdot K_{вpi}}, \text{ руб.}$$

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 18 – Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц _и , руб.	а _{ни} , %	Ф _д , ч	А _ч , руб.
005 и 010	2 900 000	8,3	2016	119
015 и 020	7 000 000	8,3	2016	288
030	1 500 000	8,3	2016	62
035	2 000 000	8,3	2016	82
Вспомогательное оборудование	1 563 037	5,3	2016	42
Амортизационные отчисления для всех станков (А _ч)				593

3.2.6 Расчет амортизационных отчислений зданий

Расчет амортизации эксплуатируемых площадей производится аналогично линейным методом. Срок службы зданий и сооружений $30 \div 50$ лет.

3.2.7 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд можно рассчитать одним из предложенных методов:

1 В зависимости от

$$C_p = (K_{mo} + K_{bo}) \cdot k_{рем} + C_n \cdot k_{з.рем}, \text{ руб.}$$

$$C_p = (28720000 + 8616000) \cdot 0,002 + 550000 \cdot 0,05 = 102172 \text{ руб}$$

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

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

3.2.8 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ox} \cdot u_{ox}, \text{ руб.}$$

$$C_{СОЖ} = 4 \cdot 150 \cdot 0,03 \cdot 94,71 = 1704,78 \text{ руб}$$

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

u_{ox} – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб/кг;

n – количество станков.

3.2.9 Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \cdot \Pi_{\text{возд}} \cdot N_z \cdot \Sigma t_{oi}}{60}, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 65,5 \cdot 150}{60} \cdot 4,17 = 477,98 \text{ руб}$$

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

$\Pi_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха.

3.3 Затраты на силовую электроэнергию

3.3.1 Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чэ}} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_{\phi} \cdot K_N \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot \Pi_{\text{э}}, \text{ руб.}$$

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

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

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

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

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

$\Pi_{\text{э}}$ – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети), 3,94 руб.

Таблица 19 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{\text{чэ}i}$, руб
------------	----------------	------------------------

005	2,2	2778
010	2,2	2778
015	11,2	14144
020	11,2	14144
030	1,6	2020
035	4,4	5557
Затраты на электроэнергию для всех операций		68370

3.3.2 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ин}=200000$ руб) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем, как плановые и включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

3.3.3 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{зеп} = \sum_{j=1}^k C_{змj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{нj} \cdot k_{рj}, \text{ руб.}$$

$$C_{зеп} = \sum_{j=1}^k 4325.22 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 80968$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

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

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

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

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

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{\text{овр}} = C_{\text{звр}} \cdot 0,30, \text{руб.}$$

$$C_{\text{овр}} = C_{\text{звр}} \cdot 0,30$$

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

Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{j=1}^k C_{\text{зауп}j} \cdot \text{Ч}_{\text{ауп}j} \cdot 12 \cdot k_{\text{рj}} \cdot k_{\text{ндj}}, \text{руб.}$$

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

$\text{Ч}_{\text{ауп}j}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел.

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

$$C_{\text{заупРук}} = 13700 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 256464 \text{ руб}$$

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

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

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оауп}} = 9379 \cdot 0,30 = 2813,7 \text{ руб.}$$

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

3.3.4 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:

$$C_{\text{проч}} = 160 \cdot 150 \cdot 0,7 = 16800, \text{ руб.}$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

3.3.5 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 объем реализации

Таблица 20 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	384,67	240044,09
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	35,16	21940,46
заработная плата производственных рабочих	96,07	59950,04
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	57,64	35970
Косвенные затраты:	1692,5	1056170,76
амортизация оборудования предприятия	1,96	1223
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	2504	1563037
отчисления в ремонтный фонд	163,73	102172
вспомогательные материалы на содержание оборудования	16,2	10060,13
затраты на силовую электроэнергию	109,56	68370
износ инструмента	320,51	200000
заработная плата вспомогательных рабочих	129,75	80968
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	340,5	212472

заработная плата административно-управленческого персонала	15,03	9379
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	4,5	2813,7
прочие расходы	26,92	16800

Выводы:

В работе был произведён расчет детали корпус. Расчёт капитальных вложений в проект, которые удельно составили 26265544,2 рублей. Также была определена смета затрат на производство и реализацию продукции. Смета затрат включает в себя прямые затраты(стоимость основных материалов, заработная плата основных работников и социальные отчисления с зарплаты), вложений которые составили 240044,09 в год, и косвенные затраты (амортизация оборудования, помещений; отчисления в ремонтный фонд; затраты на силовую электроэнергию и др.), которые составили 1056170,76 рублей в год.

4. Социальная ответственность

4.1 Описание рабочего места

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных факторов. В ходе технологического процесса изготавливается корпус. Материалом детали является СЧ20 ГОСТ 1412-85, масса детали – 7,52 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ 12.3.020-80 перемещение грузов массой менее 15 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно-транспортных устройств или средств механизации [28]. Для корпуса применяем подъёмник непрерывного действия. Корпус изготавливается на горизонтально-фрезерном и вертикально-фрезерном оборудовании. Данные операции характеризуются большим выделением следующих компонентов, а именно: стружки, тепла. Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей.

4

.

2 Формализация всех производственных процессов и их подробное описание. Важным элементом разнообразных инструкций 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 труда, 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.

4

.

3 В процессе обработки корпуса на работника могут влиять следующие вредные производственные факторы, которые в свою очередь приводят к ухудшению здоровья человека:

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

- шум, ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций и, как следствие, увеличивает вероятность несчастных случаев;

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

- 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.

1 Шум

Шум на рабочем месте наносит большой ущерб, вредно воздействует на организм человека и снижает производительность труда. Усталость рабочих из-за средства шума норма увеличивает количество ошибок на работе и способствует несчастным случаям. Источником шума является металлорежущее оборудование. Нормирование шума осуществляется нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданиях и на территории жилой застройки»

В борьбе с производственным шумом были выбраны оптимальные режимы резания, а в качестве индивидуальной защиты для рабочих принимаются беруши

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

2 Вибрация

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

вибрацию подразделяют на: - общую (действует на всё тело); - местную (действует только на руки рабочего). Общую вибрацию можно разделить на следующие категории: - 92 дБ, для средней частоты октавных полос – 16; 31,5; 63 Гц; - 93 дБ, для средней частоты октавной полосы – 8 Гц; - 99 дБ, для средней частоты октавной полосы – 4 Гц; - 108 дБ, для средней частоты октавной полосы – 2 Гц; - 124 дБ.

3. СОЖ

СОЖ может привести к развитию кожных заболеваний. Основные санитарно-гигиенические требования, направленные на создание допустимых условий труда при работе с СОЖ, отражены в СанПин" Санитарно-эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих механическую обработку металлов".

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.

4

В процессе обработки корпуса на рабочего могут действовать следующие вредные производственные факторы, присущиемой производственной среде человека:

- электрический ток, поражение электрическим током может привести к районам серьёзным травмам и смерти человека;
- движущиеся органы станков, могут нанести травму работнику.

Кроме того, при обработке на станках с ЧПУ существует вероятность травмирования при смене инструмента, поскольку смена инструмента выполняется с высокой скоростью и может быть неожиданной для рабочего;

- стружка, может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка

1 Электрический ток

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

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

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

$$R_z = \frac{\rho_z}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_T}{d}\right)$$

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

ρ_z – удельное сопротивление процесс грунта, $\rho_z = 10^4$ Ом см;

l_m – длина трубы, $l_m = 250$ см;

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

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

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

Определяется предупреждению требуемое число является заземлителей Π , шт. по высота формуле:

$$\Pi = \frac{R_z}{R \cdot \eta}$$

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

$$\Pi = \frac{34}{5 \cdot 0.8} = 8.5 \Rightarrow 9 \text{ шт.}$$

Длина внутреннюю соединительной полосы запрещение определяется по изготовления формуле:

$$l_n = 1.05 \cdot a \cdot (\Pi - 1)$$

где а – расстояние ширина между заземляющего заземлителями, м

$$l_n = 1.05 \cdot 5 \cdot (9 - 1) = 42 \text{ м}$$

Сопротивление характеризует соединительной средний полосы определяется по гост формуле:

$$R_{\Pi} = \frac{P_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_{\Pi}^2}{h_{\Pi} \cdot b}\right)$$

где b- ширина полосы ,b=1,2см;

ln-длина полосы, ln=4200 см;

Pn-удельное сопротивление грунта ; Pn =10⁴см Ом см;

hп-глубина погружения трубыв землю , hп =80см

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

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

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_{\Pi}}{R_3 \cdot \eta_{\Pi} + R_{\Pi} + \eta_{\Pi} \cdot \Pi}$$

где ηз – коэффициент необходим использования стол труб контура, ηз = 0,8;

ηп – сверло коэффициент стоимость использования полосы, ηп = 0,7.

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

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

При работе станков создаётся опасность поражения человека электрическим током. Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены.

На участке используются искусственные заземлители –вертикальные стальные трубы длиной 2,5 метра 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 размер проектируемой территории участка используется контурное заземляющее устройство, которое характеризуется тем, что его отдельные заземлители расположены по контуру площадки, где находится заземляемое оборудование.

Для связи вертикальных электродов данного используем полосовую сталь сечением 4×40 мм. Как правило, в качестве заземляющих проводников, используется полосовая сталь, предназначенная для соединения заземляющих частей с заземлителями.

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

2 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 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.

3 Стружка

В России существует стандартная классификация средств защиты от факторов механического повреждения: ГОСТ 12.4.125" Средства защиты от механических травм опасных факторов".

При обработке АК7ч-Т5 образуются 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. Следует отметить, что режимы обработки, выбранные в ходе разработки технологического процесса, пробка таковы, что скорость вращения инструмента не высока ввиду больших размеров инструмента и выбранного инструментального сменного материала, однако увеличены частота и глубина резания соразмерно с подачами станка. Из этого следует, что главную опасность представляет отлетающая стружка, которая имеет большую толщину и достаточно раскалена.

Для безопасной эксплуатации станка и защиты обслуживающего персонала предусмотрены защитные устройства. Зона резания имеет

защитное устройство, включающее в себя щиток со смотровым следователен окном из прочного стекла, защищающего человека от вылета стружки.

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

Для уборки металлической стружки применяется шнек и

пневмо-пистолет. 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

4 Недостаточное освещение

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения: - естественное (источником является солнце); - искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные); - смешанное (естественное и искусственное). Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23-05-95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1...12% и определяется по формуле:

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

где E – освещённость на рабочем месте, лк; E_0 – освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), лк. Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированные так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Качество выпускаемой продукции в значительной степени зависят от качества освещения помещений и рабочих мест. Кроме того, недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

В участке где происходит технологический процесс изготовления корпуса, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы – фонари. Так как освещенность, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещенности применяется комбинированное освещение – естественное и искусственное.

Искусственное общее освещение – лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

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

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

5 Травмирующие воздействия движущихся органов станка

Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Уборка стружки руками запрещена. Если уборка стружки не механизирована, то применяют крючки, щетки. Вседвигающиеся части, представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключается. На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка, в нашем случае станок оснащен защитным экраном

6. Защита от время электрического самочувствие тока

При работе станков числа возможен риск поражения человека электрическим током.

Основными факторами, определяющими исход поражения человека электрическим током, являются сила тока и путь его прохождения. В зависимости от силы электрический ток может оказывать процесс различное воздействие на организм человека.

Ощутимый ток часть появляется при силе переменного тока 0,6–1,5 мА с частотой 50 Гц и чтобы постоянного тока –5–7 мА. Не отпускающий ток

судорожные нормирование сокращения наибольшие мышц руки, в которой окончательной ухвачен проводник.

Пороговыми не отпускающими токами прямые являются вращающиеся 10–15 мА для переменного (50 Гц) и метчик 50–60 мА – для постоянного тока.

Фибрилляционный ток вызывает при прохождении через тело человека фибрилляцию сердца –хаотические

сокращения сердечной мышцы в вращающиеся результате чего расчет смерть.

Пороговыми фибрилляционными токами являются переменные токи от 100 мА до 5 А (50 Гц) и постоянные токи от 300 мА до 5 А.

Принято считать, что переменный электрический ток величиной 100 мА и выше является смертельным.

Нормативная правовая база в сфере сверлить электробезопасности:

Правила устройства электроустановок, ПУЭ; Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, только ПТЭЭП; Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок; Инструкция по СИЗ; ГОСТР 12.1.019-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты и др.

Для предотвращения поражения электрическим током всё металлорежущее оборудование в цехе заземлено, токоведущие частей. Внутри производственного здания не огражденные провода подвешиваются на высоте не менее 3,5м.

Размещены плакаты на стенах прибавляя производственного здания таблица недалеко от электроустановок по предупреждению об опасности и инструкции по технике безопасности.

По ГОСТ 12.1.030-81 пылеприемники и должны воздуховоды вентиляционных установок оснащены заземлением для снятия статического электричества.

7. 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.

4

5 Проблема охраны окружающей среды является одной из важнейших задач нашего времени. Выбросы равной промышленных предприятий, энергетических объектов в окружающую среду, водоёмы достигают больших размеров.

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, отсутствуют значительные выбросы вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому они не очищаются.

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые можно использовать в качестве сырья для промышленной продукции. Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водная и масляная фазы могут быть использованы в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может быть регенерирована или сожжена. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе в

канализацию должна соответствовать требованиям СНИП32-74 «Канализация. Наружные сети и сооружения». Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимой детали содержания нефтепродуктов и сливают в главную канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль сплава по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению в специальные места. Крупная стружка вывозится в специальное помещение, проходит термообработку и прессуется в брикеты для дальнейшей отправки на выбор металлургический завод.

4

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

Возможные источники чрезвычайных ситуаций на данной территории являются:

Природные:

1 Ураганный ветер, сильный дожди, который может привести к замыканию электропроводки. В этом случае люди эвакуируются в безопасное место, отключение электроэнергии.

2 При резком повышении или понижении температуры применяются дополнительные источники подогрева, охлаждения, предусмотрены перерывы.

Техногенные: утечка выработка хлора или аммиака. Снять

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

В случае утечки аммиака, необходимо количество укрыться в убежище, т.к. аммиак поднимается в верхние количества слои атмосферы, и так же использовать защитные средства.

Пожарная безопасность

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для рабочих и могут нанести огромный материальный ущерб.

Причинами возникновения пожаров при обработки данной детали станков могут быть:

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

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

Мероприятия по пожарной профилактике:

1 Организационные – правильная эксплуатация машин, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих.

2 Технические – соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения.

3 Режимные –запрещение курения в неустановленных местах, детали производства электросварочных работ в пожароопасных помещениях.

4 Эксплуатационные –своевременные профилактические осмотры, ремонты, и испытания.

Тушение пожара осуществляется водяными стволами (ручными и лафетными). Вода подается по водопроводам, которые установлены на предприятиях и в населенных пунктах. Для того чтобы обеспечить тушение между пожара в начальной стадиях его число возгорания, на водопроводной установлены внутренние средние пожарные операции краны.

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

В случае пожара на участке есть два эвакуационных выхода. Удаление дыма из также горящего помещения производится через оконные проемы, а глубин также с помощью специальных дымовых люков. плита

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

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

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

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

4

. В Трудовом кодексе РФ устанавливаются правила, процедуры и критерии, йаправленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой ~~Деятельности~~ организационные вопросы обеспечения безопасности.

Государственные нормативные требования охраны труда также обязательны для исполнения при производстве машин, механизмов и другого

оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда. Статья 215 ТК РФ определяет соответствие производственных объектов и продукции государственным нормативным требованиям охраны труда.

В соответствии со ст. 225 Трудового кодекса РФ для всех поступающих на работу лиц, а также для лиц, на переменный другую работу, работодатель обязан проводить инструктаж по охране труда. По характеру и времени проведения инструктажи подразделяется на: вводный; первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый; целевой.

В системе безопасности жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности основная роль принадлежит нормативным правовым актам по охране труда.

4.8 Вывод

В данном разделе были проанализированы опасные и вредные факторы, возникающие в процессе изготовления детали по разработанному технологическому процессу, воздействующие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны процедуры по специальной защите от них, а именно:

- Для обеспечения допустимых параметров достижения микроклимата разработана вытяжная вентиляция.
- Для понижения вибраций станки установлены на виброизолирующие опоры.
- Для улучшения освещённости рабочих мест, был произведён расчёт и планировка освещения на производственном участке.
- От механических повреждений стружкой, станки снабжены стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией.

Большую часть опасных и вредных факторов удалось ликвидировать или значительно сократить их негативное суммарное воздействие, однако влияние

отдельных вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, издаваемый движущимися органами станков, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. не имеется система кондиционирования воздуха, следовательно в летний период возможно появление отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

В общем же можно сказать, что условия находящихся труда на наблюдаемом участке являются довольно комфортными и безопасными, что оказывает снижению показателей травматизма, а так же благоприятствует увеличению производительности труда.

Заключение

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

В разработанном технологическом процессе произведен выбор рационального способа получения заготовки для заданной программы выпуска –стальной прокат, позволившее достичь коэффициента использования материала 0,8. На протяжении всего процесса изготовления детали используется принцип совмещения и постоянства баз. Это позволяет повысить точность обрабатываемых поверхностей.

Объединение нескольких операций и выполнение их на одном программном станке, замена инструмента на комбинированный позволили повысить точность ступенчатых отверстий, понизить затраты на инструмент и приспособления, уменьшить машинное время и, тем самым, понизить себестоимость изготовления детали.

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

В разделе социальная ответственность были рассмотрены опасные и вредные факторы, возникающие в процессе изготовления изделия по разработанному технологическому процессу, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Предложенные мероприятия позволяет снизить вредное воздействие на человека. В целом же можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма, а также благоприятствует повышению производительности труда.

Список использованных источников

1. Технология машиностроения: методические указания к содержанию и выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения» для студентов направления 150700 «машиностроение» всех форм обучения. – Юрга: ИПЛ ЮФ ТПУ, 2011. – 31с.
2. Горбацевич 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. Добрыднєв 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.

Приложение А

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.	
					Документация																
				ФЮРА 10А81 028.008СБ	Сборочный чертеж																
					Детали																
			1		Корпус	1															
			2		Сепаратор	1															
			3		Кулачок	1															
			4		Фланец	1															
			5		Крышка	1															
			6		Крышка-мотора																
					Стандартные изделия																
			2		Подшипник 1000807 ГОСТ 8338-75	2															
			8		Шарик 6 Г 10+1/+0,2 ГОСТ 3722-2014	11															
			9		Гайка М6х1,25-6Н ГОСТ 2526-70	4															
			10		Винт А2М6х1,25-6dх35-46 ГОСТ 17475-80	4															
			11		Гайка шестигранная низкая ГОСТ ISO 6675 - М6х1	3															
			12		Шайба 6 - 200 HV ГОСТ ISO 7093-1-2016	3															
			13		Болт с шестигранной головкой ГОСТ Р ИСО 4014 - М6 х 55	3															

[illegible]

