

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
<b>Конструирование мотор-колеса всенаправленного движения для транспортной платформы складского хозяйства</b>

УДК: 629.11-047.86:658.78

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Никифоров Тимофей Алексеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Проскоков А.В			

### 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 Е.М			

Юрга – 2022 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
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.
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
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.

<b>Профессиональные компетенции</b>	
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	Никифоров Тимофей Алексеевич

Тема работы:

<b>Конструирование мотор-колеса всенаправленного движения для транспортной платформы складского хозяйства</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.02.2022г. №32-2/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рабочий чертеж корпуса</li> <li>2. Служебное назначение детали.</li> <li>3. Программа выпуска 1200 деталей в год.</li> </ol>
---	--

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

**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

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

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А81	Никифоров Тимофей Алексеевич		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А81	Никифоров Тимофей Алексеевич

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

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

1. Расчет объема капитальных вложений	Станок DMC v 635 – 5670000 рублей Станок 16к20ф3 – 3050000 рублей Стоимость 1м <sup>2</sup> за месяц – 200рублей Цена материала, руб./кг – 187,7 рублей Норма расхода материала – 2,5 кг/ед; Годовой объем производства продукции – 1200 шт;
2. Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	Цена возвратных отходов – 2.6 руб/кг

3. Экономическое обоснование технологического проекта

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

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

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	25.04.2022
---	------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
10А81	Никифоров Тимофей Алексеевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А81	Никифоров Тимофей Алексеевич

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

### Тема ВКР

**Конструирование мотор-колеса всенаправленного движения для транспортной платформы складского хозяйства**

#### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>Вредные и опасные производственные факторы на участке. При анализе условий труда на механическом участке выявлены следующие вредные и опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</li> <li>-шум, вибрации, воздействие СОТС, отлетающая стружка, опасность поражения электрическим током; движущие механизмы (механизмы станка)</li> </ul>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативотехнический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – – индивидуальные защитные средства).</li> </ul>	<p>Выявление и анализ вредных производственных факторов и разработка мероприятий по защите от них Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте Обеспечение оптимальных параметров микроклимата</p>
<p>2 Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на</li> </ul>	<p>В связи с тем, что работа на участке связана с применением СОЖ и смазочных материалов, вредных для окружающей среды, на участке необходимо применить специальные емкости для хранения отработанной жидкости, которые идут на обработку</p>

атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды	
4 Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Безопасность при возникновении ЧС

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**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	Никифоров Тимофей Алексеевич		



## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 103 страницы текста, 18 таблиц, 31 иллюстраций, 19 источников литературы, 3 приложения.

Аннотация: Современное складское хозяйство машиностроительных предприятий оснащается мобильными платформами для автоматического перемещения в пределах цеха различных материалов и любого производственного оснащения.

Главным требованием для транспортных тележек является их мобильность и грузоподъемность. В данной работе на мобильной платформе предлагается применить всенаправленное колесо с целью повышения мобильности совершения маневров в условиях ограниченного пространства.

Ключевые слова: мобильная транспортная платформа, всенаправленное «Omni» колесо, мотор-колесо, всенаправленный привод, кинематика движения, баланс сил, результирующий вектор скорости.

## ABSTRACT

The final qualifying work contains 103 pages of text, 30 tables, 18 illustrations, 19 literature sources, 3 appendices.

Abstract: Modern warehouse facilities of machine-building enterprises are equipped with mobile platforms for automatic movement of various materials and any production equipment within the workshop. The main requirement for transport trolleys is their mobility and carrying capacity. In this paper, it is proposed to use an omnidirectional wheel on a mobile platform in order to increase the mobility of performing maneuvers in conditions of limited space.

Keywords: mobile transport platform, omnidirectional "Omni" wheel, motor-wheel, omnidirectional drive, motion kinematics, balance of forces, resulting velocity vector.

## Оглавление

		С.
Введение		14
1	Аналитическая часть	15
	1.1 Складское хозяйство	15
	1.2 Конструкция	17
	1.3 Принцип работы	18
	1.4 Область применения	20
2	Производственная программа выпуска и определение типа производства	29
	2.1 Формулировка проектной задачи	31
	2.2 Наименование и область применения разработки	31
	2.3 Основание для разработки	31
	2.4 Цель и назначение разработки	31
3	Технологическая часть	32
	3.1 Отработка конструкции изделия на технологичность	32
	3.2 Выбор заготовки и метод изготовления	33
	3.3 Раскрой	33
	3.4 Разработка технологического маршрута	35
	3.5 Выбор режущего инструмента	36
	3.6 Выбор оборудования	38
	3.7 Базирование	39
	3.8 Расчет режимов резания	41
	3.9 Расчет припусков под обработку	46
	3.10 Силовой расчет приспособления	50
	3.11 Нормирование технологического процесса механической обработки	60
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	62
	4.1 Расчет объема капитальных вложений	62
	4.1.1 Стоимость технологического оборудования	63
	4.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования	63
	4.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	64
	4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений	64
	4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалов	64

4.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве	65
4.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции	66
4.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности	66
4.1.9	Денежные оборотные средства	66
4.1.10	Сумма капитальных вложений	67
4.2	Определение время сметы затрат на производство и реализацию продукции	67
4.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	68
4.2.2	Расчет заработной платы производственных работников	69
4.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	69
4.2.4	Расчет амортизации основных фондов	70
4.2.5	Расчет амортизации оборудования	70
4.2.6	Расчет амортизационных отчислений зданий	71
4.2.7	Отчисления в ремонтный фонд	71
4.2.8	Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования	71
4.2.9	Затраты на СОЖ определяются по формуле:	71
4.2.10	Затраты на сжатый воздух	72
4.2.11	Затраты на силовую электроэнергию	72
4.2.12	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	73
4.2.13	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	73
4.2.14	Заработная плата административно-управленческого персонала	74
4.2.15	Прочие расходы	74
4.3	Экономическое обоснование технологического проекта	74
5	Социальная ответственность	76
5.1	Описание рабочей зоны	76
5.2	Анализ влияние вредных и опасных производственных факторов	77
5.3	Освещение	77
5.4	Шум	80
5.5	Смазочно-охлаждающая жидкость	81
5.6	Микроклимат	82
5.7	Анализ выявленных опасных факторов	82
5.8	Охрана окружающей среды	84
5.9	Защита чрезвычайных ситуациях	84
	Вывод	86

Заключение	87
Список использованных источников	88
Приложение А	90
Приложение Б	92
Приложение В	95

## Введение

Цель выпускной квалификационной работы заключается в закреплении теоретических знаний полученных в ходе обучения и правильно решать исследовательские и технологические задачи, возникающие при проектировании тех. процессов

В соответствии с поставленной целью в процессе курсового проектирования решаются следующие задачи:

развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной творческой инженерной работы;

- овладение методикой проектирования технологических процессов механико-сборочного производства;

- приобретение опыта анализа существующих конструкций и конструирования;

- овладение технико-экономическим анализом принимаемых решений;

- развитие навыков самостоятельной защиты принимаемых технических решений.

## 1 Аналитическая часть

### 1.1 Складское хозяйство

Складское хозяйство – это помещение, предназначенное для приема размещения и хранения материальных ценностей.

Главной проблемой является перемещение по складу в ограниченном пространстве которое усложняет работу как для водителя, так и в быстродействие склада так как водитель должен учитывать габариты своего транспортного средства правильное позиционирование и взятие груза и дальнейших маневров для перемещения груза на выдачу.



Рисунок 1– Складское помещение

В современных складах используются тележки и грузоподъемники повышенной проходимостью, такие как Airtrax АТХ-3000 и самоходные платформы на Mecanum колессах

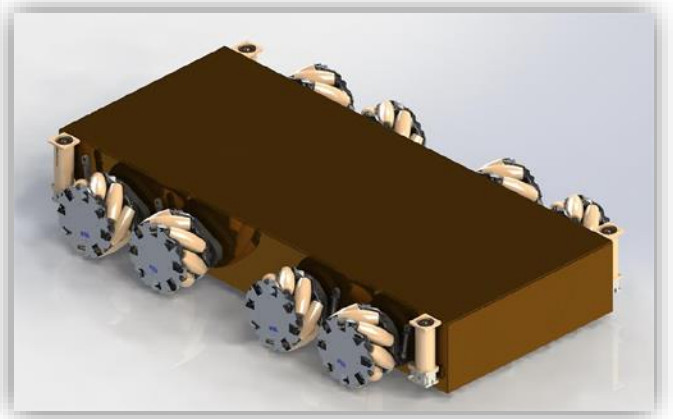


Рисунок 2– Грузоподъемник и платформа

Современное складское хозяйство включает в себя процесс, состоящий из последовательно выполняемых операций прохождения материальных потоков начиная от приемки на склад и заканчивая выдачей по требованию.

Основные требования к погрузчикам.

- Манёвренность:
- Мобильность:
- Грузоподъемность:
- Компактность.

При этом на любом производственном складе присутствует 3 основных потока. Внутреннее движение грузов по складской территории, сортировка и доставка в нужное место на складе является основным потоком, в котором возможно применение мобильных роботизированных платформ.

С учетом ограниченности пространства при движении между рядами стеллажей, к транспортным тележкам применяются повышенные требования к грузоподъемности и мобильности рабочей тележки при совершении маневров.

В настоящее время отмечается стабильный рост к ролик несущим колесам.



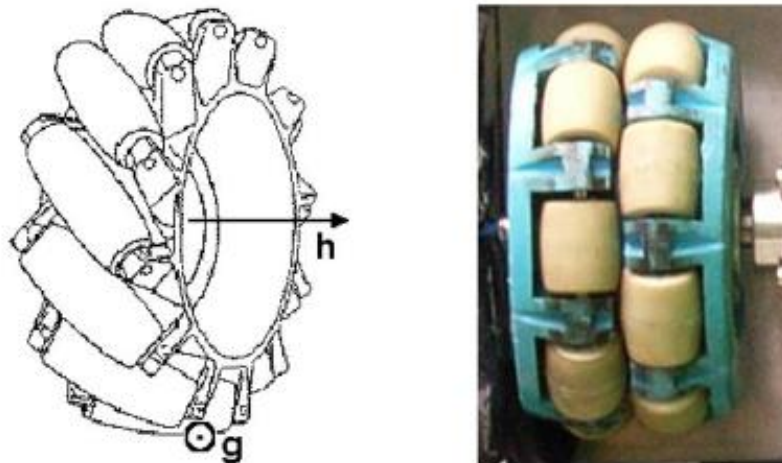


Рисунок 3– Всенаправленные колеса

В определенном углу поворота ролика можно добиться движения во всех направлениях

Данное колесо, изображенное на рис. 3. Основным условием является угол между направлением вращения роликов и главной осью вращения колеса.

Обычно используют углы  $\gamma=0^\circ$  или  $\gamma=45^\circ$ . Данная конструкция была сконструирована в 1973г в шведской компании Mecanum.

Данный востребованность связан прежде всего с возможностью построения платформ на роботов, способны перемещаться в плоскости.

Большинство работ несущих колес рассматривают чаще всего платформы с тремя или четырьмя колесами.

## 1.2 Конструкция

Само колесо состоит из двух эллиптически изогнутых роликов, соединенных между собой специальным механизмом.

Для практических целей компоненты не являются по-настоящему эллиптическими, если смотреть сбоку, а скорее используется приближение эллипса. Разработанное колесо включает в себя в общей сложности 12 роликов (8 типа 1 и 4 типа 2).

Максимальная высота препятствия, которую может преодолеть это колесо, составляет 75% от наибольшего радиуса колеса

Вторая концепция - это “полукруглое двойное колесо Mecanum”. Идея состояла в том, чтобы модифицировать колесо эллиптической формы, и заменить его колесом, имеющим полукруглый и полуэллиптический профили, как показано на рис. 1.

В этом случае при вращении двойного колеса достигается плавное движение обычного колеса Mecanum, при этом сохраняется способность преодолевать небольшие препятствия при боковом движении. В отличие от эллиптического колеса, полукруглое колесо включает в себя три типа роликов, а общее количество роликов равно 12.

Чем более плоская эллиптическая часть, тем большего зазора можно достичь для преодоления более высоких препятствий. Этот тип колеса способен преодолевать препятствия высотой до 37,5% от радиуса колеса.

Кроме того, оба этих типа колес обладают способностью двигаться по мягкой грязи. Колесо накапливало небольшое количество грязи, а затем наступало на нее, таким образом, избегая блокирования большим количеством грязи

### 1.3 Принцип работы

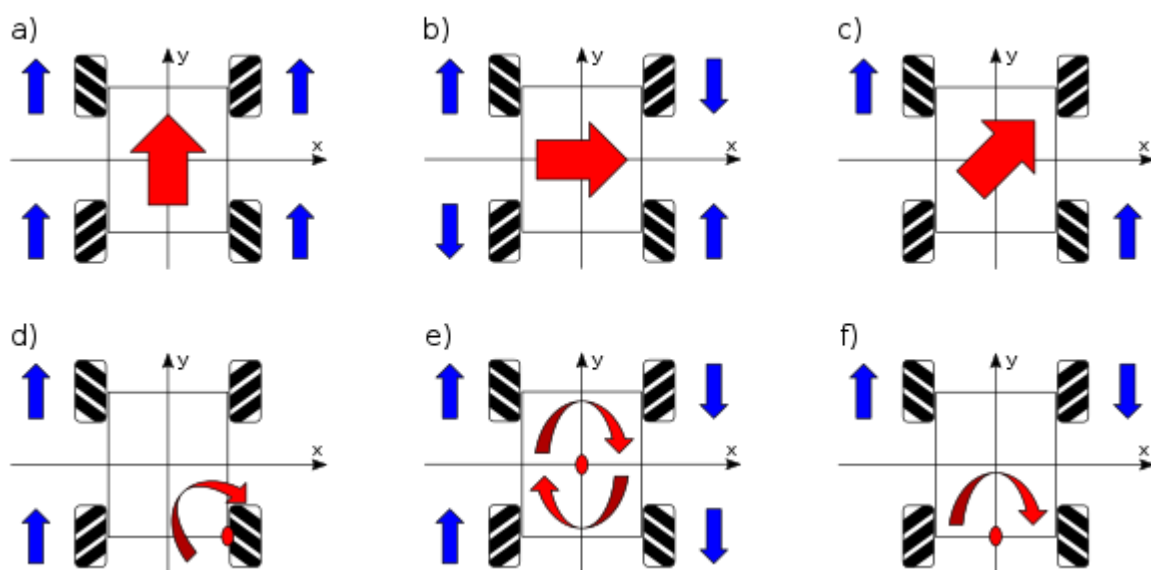


Рисунок 4– Движение колес

- а) движение вперед б) движение боком: с) движение по диагонали: д) движение во круг правой оси: е) вращение в центре оси  
 ф) вращение вокруг определенного центра:

- Запуск всех колес в одном направлении с одинаковой скоростью приведет к движению вперед и назад, так как векторы продольной силы суммируются, а поперечные равны.

- Запуск всех колес с одной стороны в одном направлении, а с противоположной стороны в обратном направлении, приведет к вращению на месте.

- Запуск всех колес в одном направлении, в то время как другие в противоположном направлении, приведет к боковому движению.

Существуют различные способы установки, которые в основном делятся на:

- X квадрат.
- X прямоугольник.
- O квадрат.
- O прямоугольник.

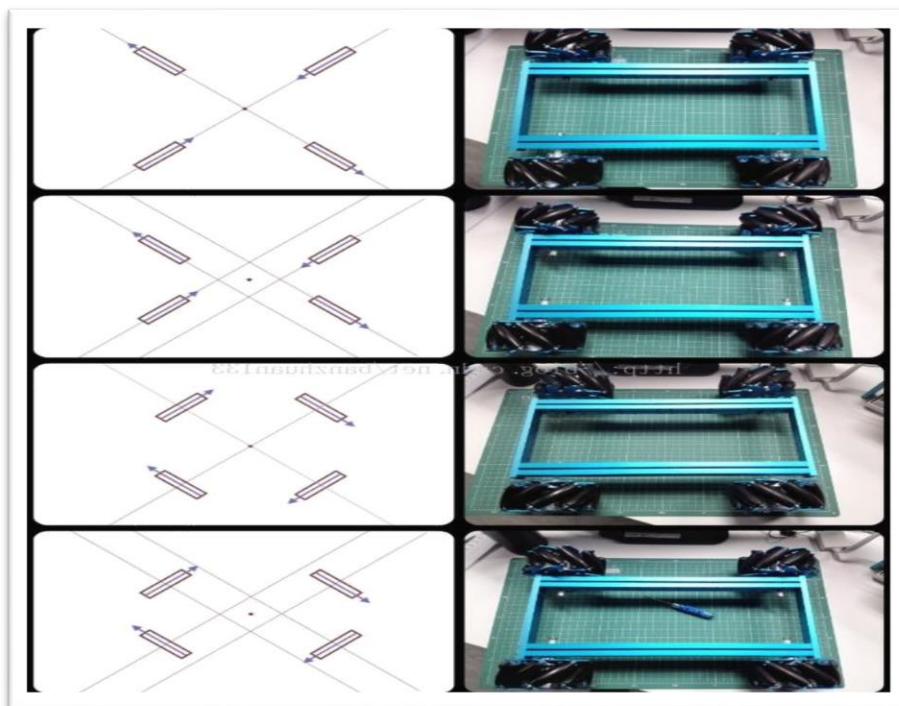


Рисунок 5 – Колесо Mecanum

## 1.4 Область применения

Это колесо обычно используется в роботизированных приложениях, требующих высокой степени маневренности, например, в НАСА для исследования опасных сред.



Рисунок 6 – OmniBot

Целью проекта OmniBot является разработка мобильной базы для опасных условий.

В опасных средах, где слишком опасно посылать незащищенный персонал, мобильная база может использоваться для проведения удаленных проверок, обследований объектов и операций.

OmniBot приводится в движение четырьмя бесщеточными серводвигателями, соединенными со всенаправленными колесами (механизмом).

Это обеспечивает полное движение с 2 степенями свободы, что обеспечивает чрезвычайно высокую маневренность. Преимущества такого профиля движения можно по-настоящему оценить, когда транспортное средство управляется в телеуправляемом режиме.

Автомобилем можно управлять с помощью радиочастотного (RF) блока управления или с помощью встроенного джойстика. С установленным

устройством передачи видеосигнала телеоперация возможна на расстоянии до 550 метров.

Компания Omnix Technology Systems, Inc. разработала колесный автомобиль Mecanum для военно-морского флота США для осмотра районов, недоступных для людей, и транспортных средств, способных перевозить очень тяжелые грузы в военных условиях.



Рисунок 7– Колесная машина Mecanum для военно-морского флота США

Эти транспортные средства, которые можно увидеть на рисунке 6, особенно приспособлены для автономных или телепортируемых операций благодаря неограниченной маневренности и простоте управления.

MarsCruiserOne - это обитаемый марсоход под давлением, предназначенный для исследования Луны и Марса во время будущих.

космических миссий (рис. 8). Характеризующийся всенаправленными

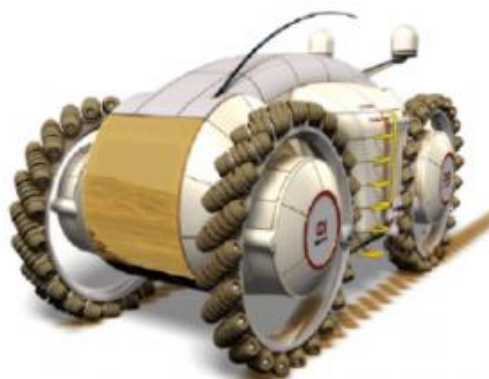


Рисунок 8– Марсоход

колесами, особенно подходящими для езды по каменистой местности, он движется со скоростью 5-10 км/ч.

Эта конструкция включает в себя: колеса без втулок (которые позволяли экипажу астронавтов входить/выходить для внетранспортных действий и доступа к другим наземным модулям и роверам), колеса Mecanum, линейный привод двигателя и одноточечный поворотный амортизатор/система подвески.

Промышленные вилочные погрузчики Airtrax АТХ-3000 (рис.8) превосходно подходят для применений, требующих жесткого маневрирования или транспортировки длинномерных грузов боком через двери стандартного размера или узкие проходы.



Рисунок 9 – Airtrax АТХ-3000

Уникальное всенаправленное движение АТХ позволяет ему перемещаться во всех направлениях, что делает его идеальным транспортным средством для работы в труднодоступных местах, где повороты невозможны и необходим конечный контроль.

Грузовик оснащен 48-вольтовым транзисторным управлением по последнему слову техники, бесступенчатой регулировкой хода, скорости подъема и опускания, отличной обзорностью, эргономичным управлением и комфортом оператора.

Уникальная конструкция четырех колес Mecanum с независимым приводом 21x12 обеспечивает всенаправленные возможности АТХ.

Каждое колесо приводится в движение непосредственно отдельными коробками передач. Колеса состоят из большой сверхпрочной ступицы с 12 полиуретановыми роликами уникальной конструкции.

Конструкция колеса и ролика обеспечивает всенаправленное движение транспортного средства в зависимости от скорости и направления каждого колеса, определяемых работой тягового джойстика.

Каждый ролик оснащен подшипниками, которые в большинстве условий не требуют периодической смазки или технического обслуживания. Поскольку каждый ролик вращается свободно, трение о пол сводится к минимуму, в то время как разработали

Автоматизированное управляемое транспортное средство в качестве приводного тягача очень компактных размеров. Разработка и реализация транспортного средства оптимизированы для перевозки небольших грузов (рис. 9.a).



Рисунок 10 – Транспортное средство с небольшим грузовым контейнером

Основной целью было небольшое транспортное средство по низкой цене. Кроме того, транспортное средство должно быть способно экономично перевозить различное количество контейнеров.

Инновационный подход заключался в выполнении накопленных и одиночных перевозок путем буксировки тележки (рис. 10.б) или перевозки одного контейнера одним и тем же транспортным средством. Для транспортировки и доставки небольших грузов наиболее перспективными были признаны следующие области применения: хранение напольных блоков, комплектация заказов, сборка и производство.

Транспортное средство имеет всенаправленный привод, использующий четыре независимых колеса Mecanum с электрическим приводом. Готовый прототип меньше любого транспортного средства, представленного на европейском рынке.

В результате необходимое пространство для логистических операций, таких как ширина пути и станций, может быть сведено к минимуму по сравнению с обычными решениями. В частности, высота транспортного средства очень мала, что позволяет эффективно использовать его в качестве прицепного трактора. Результаты показали эффективный подход к автоматизированной перевозке прицепов и небольших грузовых автомобилей.

Известно, что инвалидные коляски с медицинским применением в полевых условиях обеспечивают преимущества для пожилых людей, позволяя им иметь средства независимой мобильности.

Эти преимущества включают: участие в самообслуживании, производительность и досуг. Всенаправленная инвалидная коляска, разрабатываемая в Центре интеллектуальных систем обработки информации Университета Западной Австралии (CIPPS), позволяет пользователю легко маневрировать в условиях, которые в противном случае были бы чрезвычайно сложными.





Рисунок 11 – Всенаправленная инвалидная коляска

В этом проекте были улучшены колеса Mecanum, аккумуляторы, карты водителя двигателя, человеческий интерфейс, программное обеспечение для управления, шасси и система подвески.

Эти усовершенствования превратили частично работающий прототип в полностью пригодную для использования инвалидную коляску.

В результате значительно повышается точность вождения и значительно улучшается общее впечатление пользователя как от комфорта, так и от простоты использования. В целом, проект был чрезвычайно успешным и обеспечит очень прочную испытательную площадку для продвинутых проектов вождения и картографии в будущем [4].

Другим примером всенаправленной инвалидной коляски является IRW, которая предоставляет систему телемедицины с удобными в носке не инвазивными устройствами для мониторинга жизненно важных показателей в режиме реального времени и долгосрочного управления здравоохранением для пожилых пользователей, их семей и лиц, осуществляющих уход.

Контроллер джойстика используется для управления iRW для перемещения вперед/назад, поворота вправо/влево и вращению.

Максимальная скорость движения iRW вперед установлена на уровне 3 км/ч, что близко к скорости ходьбы человека, а максимальная скорость движения назад и вбок установлена на уровне 1,5 км/ч

Образовательное поле Уран (рис. 11) был первым мобильным роботом с колесами из Мекана, спроектированным и изготовленным в Университете Карнеги-Мелон. Он был построен для обеспечения мобильной базы общего назначения для поддержки исследований в области навигации роботов внутри помещений.

В качестве основы он обеспечивает полную мобильность наряду с поддержкой различных полезных нагрузок, таких как датчики и компьютеры. У него не было подвесной системы, что абсолютно необходимо, если земля не совсем ровная.



Рисунок 12 – Всенаправленный мобильный робот Uranus

Другие исследователи, такие как Браунл из Университета Южной Австралии, разработали два разных всенаправленных мобильных робота Mecanum wheel, Omni-1 и Omni-2 показана структура Omni-1 и Omni-2. В первой конструкции Omni-1 использовалась конструкция колеса Mecanum с ободами, которые оставляют лишь небольшой зазор/зазор для ролика.

Двигатель и колесо в сборе плотно прикреплены к шасси робота. Omni-1 может очень хорошо ездить по твердой и ровной поверхности, но он теряет всенаправленную способность на мягкой поверхности ролик, установленный по центру.

Двигатель и колесо в сборе крепятся к консольной подвеске колеса с амортизаторами.

Колесо Mecanum без оправы и амортизаторы сталкиваются с утоплением на более мягкой поверхности и неровной рабочей поверхности, в результате чего Omni-2 обеспечивает всенаправленное движение. Исследовательская группа мехатроники и робототехники (MR2G).

Университета Мэсси разработала вездеходное транспортное средство с автоматическим управлением (AGV), использующее набор колес Mecanum в сочетании с набором обычных колес [9].

Любое изменение рельефа местности автоматически обнаруживается, и набор пневматических приводов используется для перехода с колес Mecanum для помещений и высокой мобильности на обычные колеса для улицы и пересеченной местности.

Этот новый приводной механизм AGV был реализован в автономном навигаторе с отображением окружающей среды (MEGAN) иллюстрирует структуру МЕГАНА.

Основной целью проекта CommRob была разработка научных методов или технологий для внедрения роботов в среду обитания человека. Интерактивная тележка с поведением InBOT решает несколько повседневных проблем.

Среди других возможностей это означает помощь покупателю в поиске нужных товаров без тщательного поиска в крупных супермаркетах или освобождение покупателя от необходимости постоянно толкать корзину с покупками своими силами, особенно если корзина сильно загружена или покупатель пожилой, или инвалид.

Особенно для этих групп клиентов может быть очень интересно, что InBOT способен самостоятельно избегать столкновений даже с объектами, которые движутся сами по себе. InBOT обладает способностью выполнять специальные локальные маневры и гибким планировщиком задач. Он обеспечивает четыре различных режима работы, чтобы наилучшим образом помочь пользователю.

## 2 Производственная программа выпуска изделия и определение типа производства

Единый процесс обработки разработан на основе годового графика производства, организованного в соответствии с таблицей 1, в которой берется 5-10% запасных частей.

Таблица 1 – Годовая производственная программа

№ чертежа	Название	Марка материала	Количество деталей на изделие	На запчастные части %	Число деталей, шт			Масса, кг.	
					На программу	На запчасти	Всего	Детали	Всего
1	Диск левый	Д16т	8	5%	800	40	840	1,5	1200
2	Диск правый								

Таблица 1.1 – Годовая программа выпуска узлов

Наименование изделия	Характеристика, модель	Число изделий на программу	Масса, кг	
			Изделия	На годовую программу
Диск	Левый	800	1,5	1200
	Правый			

Тип производства определен. В последующем действии производится расчет по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004-83.

Для серийного определяется размер партии запуска:

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

$N$  – годовая программа, шт;

$a$  – период запуска в днях;

$F$  – число рабочих дней в году, для 2022 – года.

Принимаем  $F=247$ ,  $a=12$

$$n = \frac{1200 \cdot 12}{247} = 58 \text{ шт.}$$

Диски изготавливается из алюминия Д16Т ГОСТ 21631-76. Алюминиевый сплав Д16Т–Имеет повышенную прочность с добавками марганца, которые дает пластичность и прочность при механической обработки не уступает стали, но имеет меньший вес. Данный сплав используется в машиностроение и в основном авиастроение при изготовлении основных конструкций. Но и, Д16 имеет один главный недостаток – низкой коррозионной стойкостью.

Таблица 1.2 – Механические свойства материала Д16Т ГОСТ 21631-76

Прокат	Толщина или диаметр,	Е, ГПа	G, ГПа	$\sigma_{-1}$	$\sigma_B$	$\sigma_{0.2}$	$\sigma_5$
-	мм		-	ГПа	Мпа	Мпа	Мпа
Профиль пресованный закаленный и искусственно состаренный	6	72	-	150	480	350	12

Е – Модуль упругости нормальный ГПа;

$\sigma_B$  – временное сопротивление разрыву;

$\sigma_{-1}$  – предел выносливости при испытании на изгиб с симметричным циклом нагружения;

$\sigma_{0.2}$  – предел текучести условный;

$\sigma_5$  – относительное удлинение после разрыва.

Таблица 1.3 – Химический состав Д16Т ГОСТ 21631-76

Химический состав, %								
Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Cu	Mg	Zn
До 0.5	До 0.5	0.3-0.9	до 0,1	до 0,15	90,9-94,7	3,8-4,9	1,2-1,8	До 0.25

## 2.1 Формулировка проектной задачи

Данная работа будет относиться к промышленности, а именно к складскому хозяйству. Основной целью является: разработать всенаправленное колесо для транспортной платформы, а также получить опытный образец для дальнейшего усовершенствование и ввода в эксплуатацию.

## 2.2 Наименование и область применения разработки

Всенаправленное колесо. Маневренность, обеспечиваемая всенаправленными транспортными средствами, использована и очень важна во многих областях применения на открытом воздухе, таких как поисково-спасательные миссии, военные действия, исследования планет и шахтные работы.

## 2.3 Основание для разработки

Основанием для разработки выпускной квалификационной работы является создание всенаправленного колеса для движения в различных направлениях. Также необходимо учесть стоимость получаемого изделия, правильно подобрав оборудование, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации оборудования.

## 2.4 Цель и назначение разработки

Целью выпускной квалификационного проектирования разработка технологического процесса на механическую обработку диска, в котором должны быть, выбор оборудование и режущего инструмента.

### 3 Технологическая часть

#### 3.1 Отработка конструкции изделия на технологичность

Размеры на чертеже полностью соответствуют геометрической форме и расположению обрабатываемых поверхностей.

Положительные показатели технологичности можно отнести:

- Может использоваться для обработки всех поверхностей.
- Большинство обрабатываемых поверхностей представляют собой простые цилиндрические или линейные поверхности.
- Конструкция деталей позволяет обрабатывать наружные поверхности и отверстия на станках с ЧПУ.
- Точность размеров и форм, шероховатость.
- Доступ инструментов к обрабатываемым поверхностям бесплатный.

Проведя анализ производимости детали, можно сделать вывод, что деталь технологически пригодна.

Таблица 1.4 – Унифицированные элементы

Наименование поверхности	Количество Поверхности, $Q_э$	Количество унифицированных Элементов, $Q_{у.э}$	Квалитет точности	Параметр Шероховатости, мкм
Ø192	1		-	
Ø132	1		-	
Ø4	18	18	-	
Ø12	6	6	-	
R3				
14				
21				
4		24		



### 3.2 Выбор заготовки и метод изготовления

Выбор способа получения заготовки влияет непосредственно на возможность правильного построения технологического процесса обработки заготовки, способствует снижению себестоимости.

Основным вариантом для заготовки является метод получения прокатом.

Таблица 1.5 – Размер листа

Наименование	Толщина	Длинна	Ширина
Лист Д16Т	8	1200	3000

### 3.3 Раскрой

Способы резанья материала возможно не большим количеством способов. Относительно их делят на два вида

- Механические.
- Термические.

В первом случае резанье материала осуществляется острыми лезвиями различных инструментам, во втором путем нагрева поверхности резки с целью расплавления данной поверхности

К термическим относятся:

- Плазменная резка.
- Гидроабразивная.
- Лазерная резка.

К механическим способам относят:

- Фрезерная резка.
- Пилой.
- Гильотиной.
- Болгаркой.

Рассмотрим, один из лучшего способа раскроя материала для алюминия, является плазменная резка.

Резанья с помощью плазмы моментально расплавляет, металл в точке воздействия высокосортной струей ионизирующего газа.

Основным преимуществом является:

- Скорость резки
- Рез при помощи плазмы оставляет чистую поверхность

Таблица 1.6– Режимы плазменной резки

Разрезаемый материал	Толщина, мм	Диаметр сопла, мм	Сила тока, А	Расход воздуха, л/мин	Напряжение, В	Скорость резки, м/мин	Ширина реза, мм
Алюминий Д16Т	8	2	120-200	70	170-180	2-1	3

Расчет коэффициента использования материала(КИМ)

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_3} \geq 0.7 \quad (3.1)$$

Где,  $m_d$ - масса детали, кг;

$m_3$ - масса заготовки, кг.

$$K_{им} = \frac{0.4}{0.8} = 0,8$$

Пример раскроя показан на рисунке 13 на данном изображении показан алюминиевый лист с расположением обрабатываемых поверхностей также предусмотрено расстояние между листами для более качественного реза заготовок.

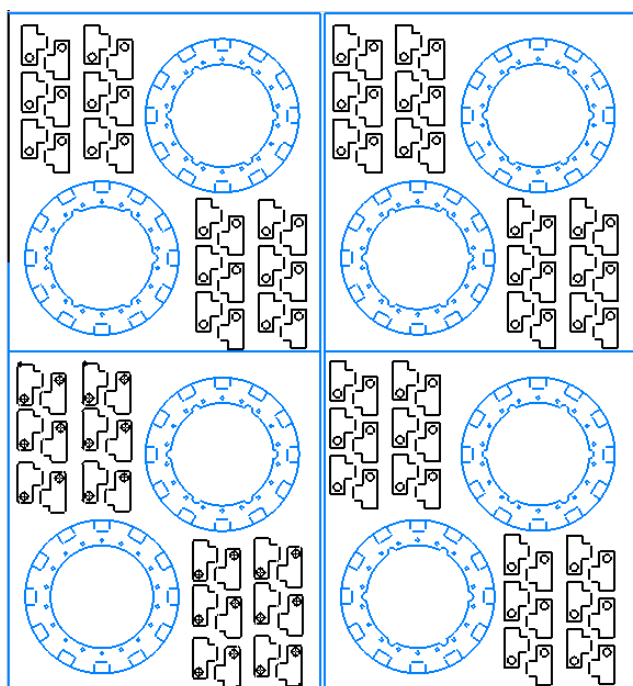


Рисунок 13– Раскрой.

### 3.4 Разработка технологического маршрута

Таблица 1.7– Технологический маршрут обработки

№ операции	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования
1	2	3
005	<p>Вертикально-фрезерная</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить и закрепить заготовку</li> <li>2. Центровать 18 поверхностей в размер 1.5</li> <li>3. Сверлить 18 отв. в размер <math>\varnothing 4^{+0,75}</math> на проход</li> <li>4. Фрезеровать 12 пазов в размеры <math>2^{+0,2}</math>, <math>20^{+0,5}</math> <math>14_{-0,2}^{+0,5}</math>.</li> <li>5. Фрезеровать 6 поверхностей <math>\varnothing 13.5^{+0,5}</math> на проход</li> <li>6. Фрезеровать <math>\varnothing 13</math> H12 на проход</li> <li>7. Фрезеровать поверхность <math>\varnothing 197^{+0,2}</math> на проход</li> </ol>	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ DMC 635v

Продолжение таблицы 1.7

010	Токарная 1. Установить и закрепить заготовку 2. Точить поверхность $\varnothing 132H9$ на проход 3. Снять деталь	Станок с ЧПУ 16к20ф3
020	Слесарная 1. Зачистить заусенцы	Верстак
030	Контроль детали.	

### 3.5 Выбор режущего инструмента

Одним из самых важных элементов для обработки алюминиевого материала (и различных других материалов) является выбор инструмента во избежание различных поломок, а также рассчитывать режимы резанья и приводить обработку при использовании СОЖ.

Нужно понимать, что при фрезеровании алюминия стружка длинная и вязкая, поэтому для улучшения её отвода лучше использовать фрезы по алюминию с углом наклона винтовой канавки 40 градусов.

При уменьшении количество зубьев увеличивается стружечное пространство и поэтому выбираем 2 зубьями фрезу это позволяет не терять производительные режимы резанья не теряя в качестве поверхности.

Фреза монолитная твердосплавная по металлу для фрезерного станка, концевая. Диаметр - 8 мм. Длина рабочей части - 20 мм, общая длина - 60 мм. Диаметр хвостовика - 8 мм. Угол наклона спирали 45°. Количество зубьев – 2. Так же используется аналогичный инструмент диаметром 6 мм.

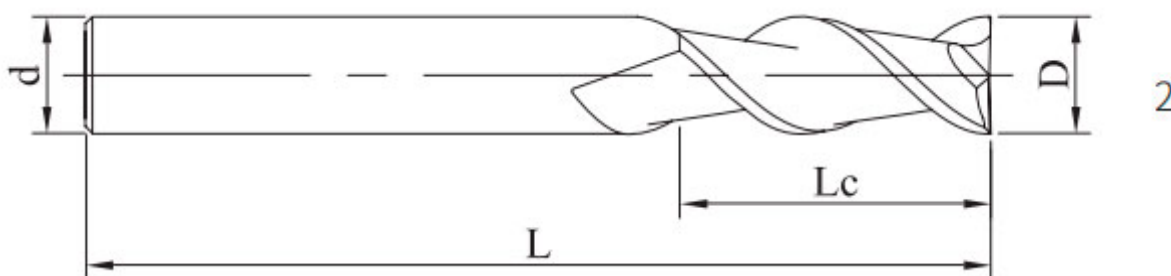


Рисунок 14 – Концевая фреза.

Растачивание - это процесс обработки, нацеленный на увеличение диаметра или улучшение качества имеющегося отверстия. Для растачивания отверстий предусмотрено несколько гибких инструментальных систем с широким диапазоном диаметров, подходящих как для черновой, так и для чистовой обработки.

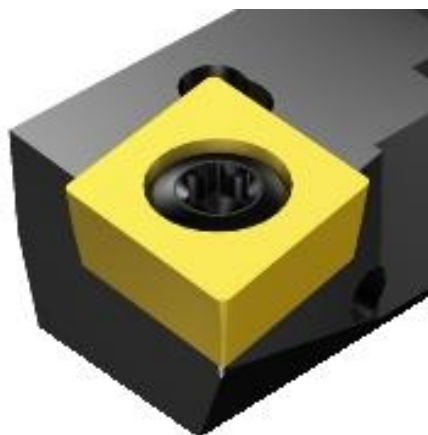


Рисунок 15 – Расточная пластина SCFCL 10CA-09

Высокопроизводительное шлифованное стандартное спиральное сверло из сверхпрочной быстрорежущей стали. Полностью шлифованное спиральное сверло имеет точную concentricity. Благодаря раздвоенному острию это сверло обладает хорошими центрирующими свойствами и не требует большого давления.

Спирали 25-30° Допуск h8 Профиль нормали флейты

Нормальный профиль сердцевины



Рисунок 16 – Сверло

### 3.5 Выбор оборудование

Техническое описание станка с ЧПУ DMC 635 v.

Станок вертикально-фрезерный DMC 635v представляет из себя в виде С-образной станины. Вариант данной установки совершенно различается от различных конструкций других станков. Свободная рабочая зона, которая отличается жесткостью и точностью.

Данный станок предназначен для трех координатной обработки деталей различных материалов применяется в мелкосерийном и среднесерийном производстве.

Тех. Характеристики.

- Магазин на 20 позиций для установки инструмента.
- Шпиндель 12000 об/мин.
- Управление с графических интерфейсов.

- Поверхность стола 790x560 мм.
- Размер рабочей зоны стола 635/510/460мм.

Токарный патронно-центральной станок 16К20Ф3.

Токарный станок 16К20Ф3 предназначен обработки деталей типа тел вращения.

Токарный станок 16К20Ф3 разработан на основе токарного станка 16к20, поэтому компоновка, компоненты и движения этих станков одинаковы. Во многих отношениях дизайн также сочетается.

Станки 16К20ф3 могут быть изготовлены по индивидуальному заказу и оснащены различными устройствами с ЧПУ (УСНПУ), предназначенными для интеграции в гибкие производственные модули (GPM), а также настройками, по согласованию с клиентом.

### 3.6 Базирование

Базирование – это размещение заготовки в нужном положении в соответствии с выбранной системой координат

Требуемое местоположение достигается при помощи закрепления детали на столе токарного или фрезерного станка и других установочных приборах.

Операция 005 Вертикально-фрезерная.

Заготовка ориентируется по торцевым упорам. Заготовка базируется на плоскость и закрепляется Г образными пазами.

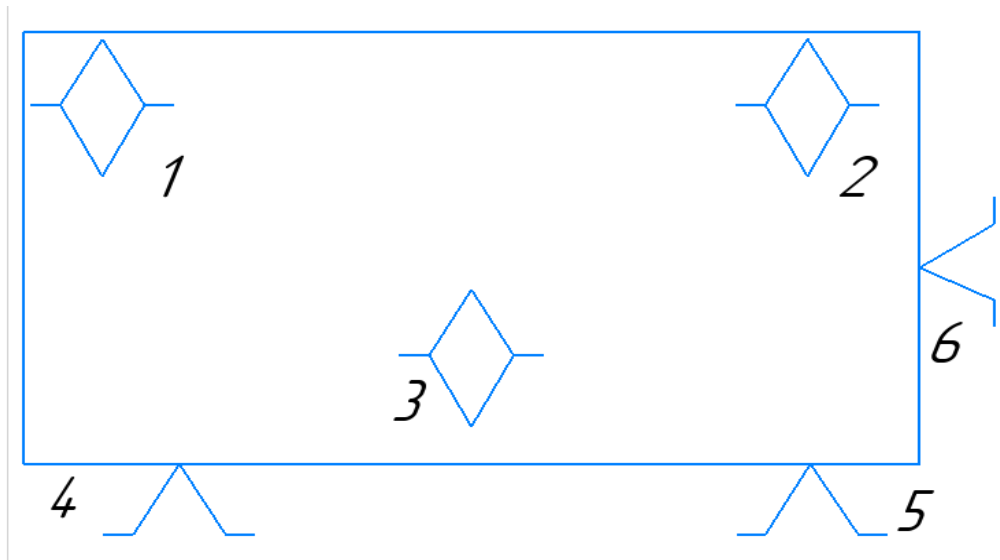


Рисунок 17 – Схема базирование

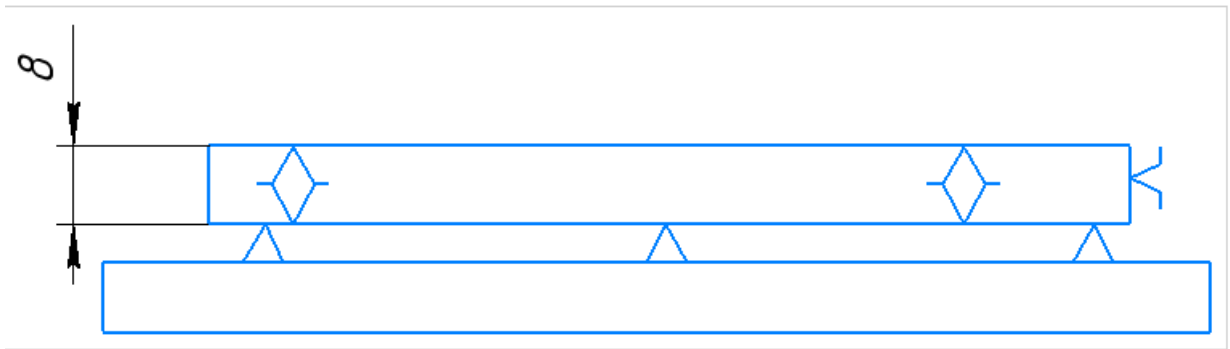


Рисунок 18 – Схема базирование.



Операция 010 Токарная.

Заготовка базируется по плоскости.

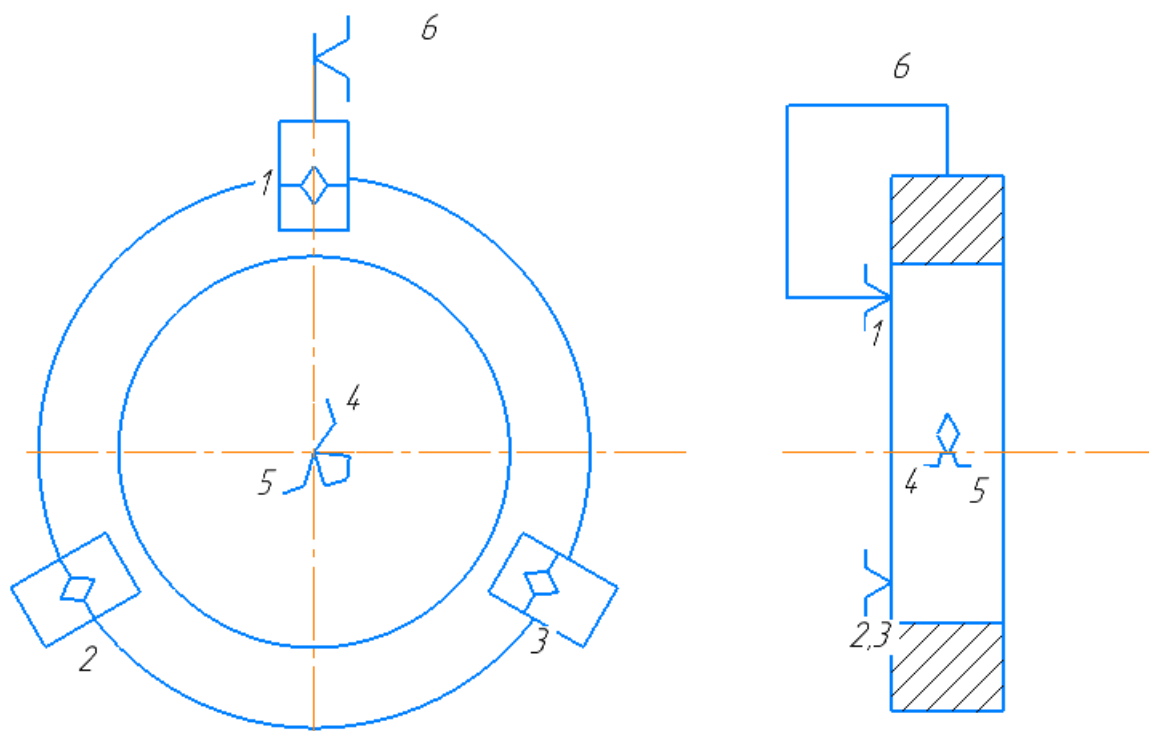


Рисунок 19 – Схема базирование токарная операция

### 3.8 Расчет режимов резания

Фрезерная операция

005 станок DMG V630

Фрезеровать  $\varnothing 197$ ;

Глубина резания  $t=8$

Диаметр заготовок фрезерования  $B = \varnothing 197\text{мм}$ ;

Назначаем подачу:

$$S_z = 0,12 \text{ мм}$$

Определяем минутная подачу:

$$S_z = z \cdot n = s_z \cdot z \cdot n \quad (3.1)$$
$$S_z = 0,12 \cdot 2 \cdot 1558 = 373,92$$

Определяется стойкость, мин:

$$T = 50 \text{ мин.}$$

Расчет скорости резания:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v; \quad (3.2)$$

где  $C_v=185,5$ ,  $q=0.45$ ,  $m=0,33$ ,  $x=0.3$ ,  $y=0,2$ ,  $u=0,1$ ,  $p=0,1$  – коэффициент и показатели степени, при фрезеровании, от условия резания [1, с.289];

$T$  – стойкость, мин;

$t$  – глубина резания, мм;

$S_{ст}$  – подача, мм/об;

$B$  – размер уступа, мм;

$Z$  – число зубьев;

Коэффициент  $K_v$  является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив}; \quad (3.3)$$

где  $K_{mv} = 0,8$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала [1, с263];

$K_{пв} = 0,9$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [1, с263];

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

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72;$$

$$v = \frac{185,5 \cdot 8^{0,45}}{50^{0,33} \cdot 8^{0,5} \cdot 0,12_z^{0,2} \cdot 8^{0,1} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,72 = \frac{472,8}{3,6 \cdot 2,8 \cdot 0,65 \cdot 1,23 \cdot 1,07} \cdot 0,72$$

$$= 39,4 \text{ м/мин};$$

Сила резания определяется по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w}; \quad (3.4)$$

где  $C_p=12,5$ ,  $x=0,85$ ,  $y=0,75$ ,  $u=1$ ,  $q=0,73$ ,  $w=-0,13$  – коэффициент и показатели степени, при фрезеровании [1, с.291];

$t$  – глубина резания, мм;

$S_z$  – подача, мм/зуб;

$B$  – размер уступа, мм;

$Z$  – число зубьев;

$D$  – диаметр фрезы, мм;

$n$  – оборот, об/мин;

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 8^{0,85} \cdot 0,12^{0,73} \cdot 8 \cdot 2}{8^{0,73} \cdot 39,4^{-0,13}} = \frac{2491}{2,85} \cdot 0,25 = 6364 \text{ Н}$$

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000}; \quad (3.5)$$

где  $P_z$  – сила резания, Н/м;

$D$  – диаметр отверстие, мм;

$$M_{\text{кр}} = \frac{6364 \cdot 197}{2 \cdot 1000} = \frac{1253708}{2000} = 626,854 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определяется частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad (3.6)$$

где  $V$  - скорость резания, м/мин;

$D$  – диаметр заготовки, мм;

$$n = \frac{v \cdot 1000}{D \cdot \pi} = \frac{39,4 \cdot 1000}{8 \cdot 3,14} = \frac{39400}{25,12} = 1558 \text{ м/мин}$$

Мощность резания (эффективная), кВт:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}; \quad (3.7)$$

где  $P_z$  – сила резания, Н/м;

$v$  – скорость резания, м/мин;

$$N_e = \frac{6364 \cdot 39,4}{1020 \cdot 60} = \frac{250741,6}{61200} = 4,09 \text{ кВт};$$

Сверлильная

Глубина резания

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 4 = 2$$

Скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v; \quad (3.8)$$

$$v = \frac{40.7 \cdot 4^{0.25}}{35^{0.125} \cdot 0.12^{0.4}} \cdot 0.8 = \frac{57.55}{0.66} = 69.75 = 70 \text{ м/мин};$$

где  $C_v=40.7$ ,  $q=0.25$ ,  $m=0,125$ ,  $y=0,4$   $T=35$  – коэффициент и показатели степени,

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0.8 \cdot 1 \cdot 1 = 0.8$$

где –  $K_{MV} = 0,8$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала [1, с263];

$K_{iv} = 1$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [1, с283];

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

Крутящий момент  $N \cdot м$  и осевую силу  $N$

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_P \quad (3.9)$$

Где  $C_M=0.005$   $q=2$   $x=$  -  $y=0.8$  коэффициент и показатели степени, при сверлении

$$M_{кр} = 10 \cdot 0.005 \cdot 4^2 \cdot 0.12^{0.8} \cdot 1,5 = 0,22 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Поправочный коэффициент

$$K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (3.10)$$

Где  $K_{mp} = 1,5$   $K_{\varphi p} = -$ ,  $K_{\gamma p} = -$ ,  $K_{\lambda p} = -$ ,  $K_{rp} = -$

Осевая сила

$$P_0 = 10C_{Pt}^x S^y K_P \quad (3.11)$$

Где  $C_P=9,8$   $q=1$   $x=$  -  $y=0.7$  коэффициент и показатели степени, при сверлении

$$P_0 = 10 \cdot 9,8 \cdot 2 \cdot 0,12^{0,7} \cdot 1 = 44,4 \text{ Н}$$

Мощность резания кВт определяются по формуле

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \quad (3.12)$$

$$N_e = \frac{0,22 \cdot 5573}{9750} = 0,12 \text{ кВт}$$

Где частота вращения инструмента

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (3.13)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 70}{3.14 \cdot 4} = 5573 \text{ об/мин}$$

Токарная операция

Станок с ЧПУ 16К20Ф3

Пластина SCFCL 10CA-09 фирмы Sandvik Coromant;

Глубина резания

$$t = 1 \text{ мм}$$

Подача

$$s = 2$$

Определяется стойкость, мин:

$$T = 30 \text{ мин.}$$

Скорость резания

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v; \quad (3.14)$$

$$v = \frac{485}{30^{0,28} \cdot 1^{0,12} \cdot 2^{0,25}} \cdot 0,72 = \frac{485}{2,5 \cdot 1 \cdot 1,18} \cdot 0,72 = 118 \text{ м/мин};$$

где  $C_v=485$ ,  $x=0.12$ ,  $m=0,28$ ,  $y=0,25$ ,  $T=30$  – коэффициент и показатели степени,

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} \quad (3.15)$$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$$

где  $K_{MV} = 0,8$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала [1, с263];

$K_{pv} = 0,9$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки [1, с283];

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

Сила резания

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p \quad (3.16)$$

Поправочный коэффициент

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (3.17)$$

где  $K_{mp} = 1,5$   $K_{\varphi p} = -$ ,  $K_{\gamma p} = -$ ,  $K_{\lambda p} = -$ ,  $K_{rp} = -$

где  $C_p=40$ ,  $x=1$ ,  $y=0,75$   $n=0$  – коэффициент и показатели степени,

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot 40 \cdot 1^1 \cdot 2^{0,75} \cdot 118^0 \cdot 1,5 = 672 \text{ Н}$$

Частота вращения

Мощность резания кВт

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} \quad (3.18)$$
$$N = \frac{672 \cdot 118}{1020 \cdot 60} = \frac{79296}{61200} = 1,2 \text{ кВт}$$

### 3.9 Расчет припусков под обработку.

Расчет припусков обработки детали производится после выбора оптимальных условий обработки и вида получения заготовки.

Расчет осуществляется вычислительным и аналитическим методом.

Расчетное значение - минимальное разрешение на обработку, достаточное для устранения ошибок обработки при переходе и дефектов поверхностного слоя, полученных в предыдущем переходе.

$$2Z_{i \min} = 2 \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{\Sigma i-1})^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right); \quad (4.1)$$

$Z_{i \min}$  - наименьший припуск

$Rz_{i-1}$  – высота неровностей профиля при предыдущем переходе;

$h_{i-1}$  – глубина дефектного поверхностного слоя в предыдущих переходах (оба слоя без углерода).

Для черного растачивания:

$$2Z_{i \min} = 2(160 + 200) = 720$$

Для чистового растачивания:

$$2Z_{i \min} = 2(125 + 120) = 490$$

Для тонкого растачивания:

$$2Z_{i \min} = 2(32 + 30) = 124$$

$\Delta_{\Sigma i-1}$ - полное отклонение - расположение поверхности (параллелизм, перпендикулярность, близость, симметрия, отклонение от точек пересечения осей), а в некоторых случаях - отклонение формы поверхности (отклонение от плоскостности, точность в предыдущих переходах) $\varepsilon_{yi}$ - погрешность установки заготовки на выполняемых переходах.

Точность и качество поверхности после механической обработки отливки растачивание:

Черновая растачивания Квалитет=12 Rz=50, h=50.

Чистовая растачивания Квалитет=10 Rz=25, h=25.

Тонкая растачивания Квалитет=8 Rz=5, h=5.

График вычисляемого измерения заполняется путем многократного добавления расчетного минимального пособия для каждого прохода операции, начиная с конечного, в данном случае с размера эскиза.

$$d_p = 130 + 0,1 = 130,1 - \text{для тонкого растачивания};$$

$$d_p = 130,1 - 0,092 = 131,758 - \text{для чистового растачивания};$$

$$d_p = 131,758 - 0,365 = 131,153 - \text{для чернового растачивания};$$

$$d_p = 131,153 - 0,720 = 130,733 - \text{для заготовки}.$$

Определяем максимальный предельный размер суммой минимального размера и допуска Td:

$$d_{\min} = 130,753 - 0,1 = 129,733 - \text{для тонкого растачивания};$$

$$d_{\min} = 131,600 - 0,400 = 130,753 - \text{для чистового растачивания};$$

$$d_{\min} = 131,9 - 0,160 = 131,600 - \text{для чернового растачивания};$$

$$d_{\min} = 132 - 0,01 = 131,9 - \text{для заготовок}.$$

Определяем предельные значения припусков:

$2Z_{max} = 130,733 - 131,153 = 420$  – для тонкого растачивания;

$2Z_{max} = 131,153 - 131,753 = 605$  – для чистового растачивания;

$2Z_{max} = 131,758 - 132 = 242$  – для чернового растачивания;

В таблице, приведен расчёт припусков на обработку для отверстия  $\varnothing 132H9(+0,01)$ .



Таблица 2 – Припуски на механическую обработку поверхности Ø132Н9

Основная поверхность детали и технологический способ ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min p}$ , мкм	Расчетный максимальный размер $d_p$ , мм	Допуск на изготовление $T_d$ , мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	Rz	h	$\Delta$	E				$d_{\max}$	$d_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Ø132Н14. Заготовка	160	200	-	-		130,68	1000	129,68	128,68		
Растачивание черновое h12	125	120	-	-	720	131,4	400	131	130,6	1320	1920
Растачивание чистовое h10	32	30	-	-	490	131,89	160	131,36	131,6	360	1000
Растачивание тонкое h9	6,3	-	-	-	124	132,01	100	132	131,9	640	300
	Итого									2320	3220

### 3.10 Силовой расчет приспособления

Упрощенная схема для силового расчета приспособления представлена на рисунке.

Исходя из анализа выполняемых технологических переходов на операции 005 наибольшее усилие, возникающее при резании, это осевая сила при фрезеровании, которая направлена под  $90^\circ$  (в нашем случае  $R=6364\text{Н}$ ).

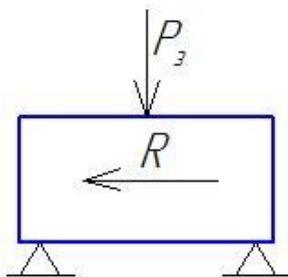


Рисунок 20 – Схема для силового расчета приспособления

Сила, необходимая для зажима:

$$P_z = K \cdot \frac{R}{f_{on} + f_{zm}} \quad (4.2)$$

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

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

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (4.3)$$

где  $K_0=1,5$  – 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;

$K_4 = 1,3$  – т. к. зажим ручной;

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

$$P_z = \frac{K \cdot R}{f_{on} + f_{zm}} \quad (4.4)$$

$$P_3 = \frac{3,04 \cdot 6364}{0,24 + 0,24} = \frac{19346,56}{0,48} = 40305\text{Н}$$

Силы, действующие на прихват, изображены на рисунке 17.

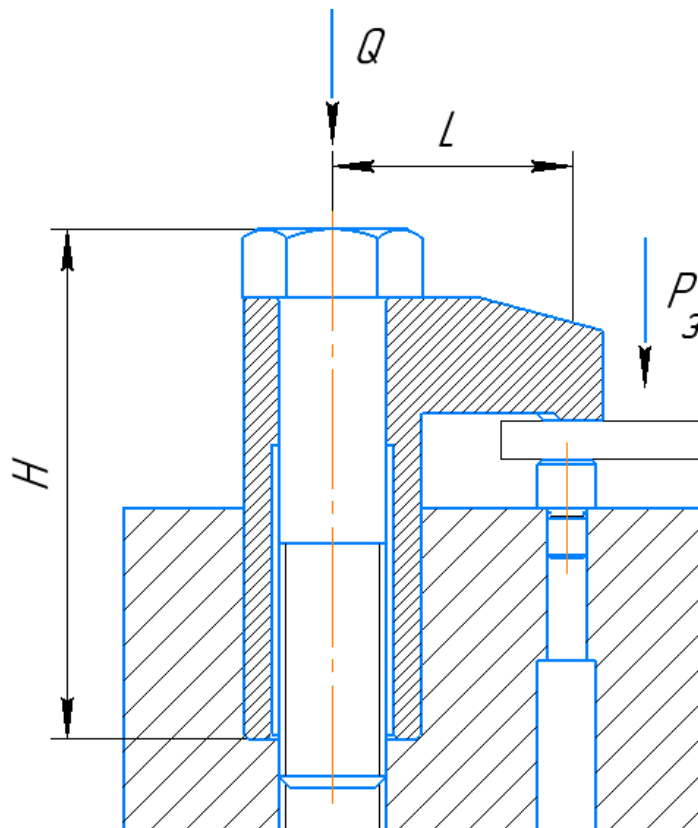


Рисунок 21 – Действующие на Г-образном прихвате силы

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

$$Q = \frac{P_3}{1 - 3 \cdot f \cdot L/H} \quad (4.5)$$

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

$L$  и  $H$  – конструктивные элементы прихвата ( $L=32\text{мм}$ ,  $H=60\text{мм}$ ).

$$Q = \frac{40305/2}{1 - 3 \cdot 0,5 \cdot \frac{32}{60}} = \frac{20152,5}{0,2} = 405,6\text{Н}$$

При известной силе  $Q$  вычисляют номинальный диаметр винта по формуле:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{\sigma_p}}, \quad (4.6)$$

где  $\sigma_p$  – напряжение материала винта, для алюминия  $\sigma_p = 360\text{ МПа}$ ;

$$d = 1.4 \sqrt{\frac{40305}{360}} = 14,8 \text{ мм}$$

Принимаем  $d = 16 \text{ мм}$ .

Определяем необходимые параметры резьбы: резьба М6, шаг резьбы  $P=1,5 \text{ мм}$ ,  $d_1=D_1=5,188 \text{ мм}$ ,  $d_2=D_2=5,513 \text{ мм}$ .

Момент затяжки:

$$M = 0.5 \cdot Q \cdot \left\{ d_2 \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + f \cdot (D_{н.т.}^3 - d_{н.т.}^3) / [3 \cdot (D_{н.т.}^2 - d_{н.т.}^2)] \right\}, \quad (4.7)$$

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

где  $d_2$  – средний диаметр резьбы;

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

$t$  – шаг резьбы;

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

$$\varphi_{np} = \text{arctg}\left(\frac{f}{\cos \beta}\right) \quad (4.8)$$

$\beta$  – половина угла в верхней части профиля поворота резьбы;

$D_{н.т.}$ ,  $d_{н.т.}$  – наружный и внутренний диаметры опорного торца гайки ( $D_{н.т.}=9,50 \text{ мм}$ ,  $d_{н.т.}=4,91 \text{ мм}$ ).

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

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{2}{3,14 \cdot 5,51}\right) = 6,59^\circ$$

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

$$M = 0,5 \cdot 40305 \cdot 10^{-3} \left\{ \begin{array}{l} 5,513 \cdot \text{tg}(6,59 + 7,88) + \\ + 0,12 \cdot (9,50^3 - 4,91^3) / [3 \cdot (9,50^2 - 4,91^2)] \end{array} \right\} \\ = 25,3 \text{ Нм}$$

Длина гаечного ключа  $L=150 \text{ мм}$ . При данной длине ключа усилие, развиваемое на рукоятке равно  $101 \text{ Н}$ .

Для устройств с ручным зажимом максимально допустимая сила зажима на рукоятке составляет 250 н, поэтому для этого приспособления может применяться ручной зажим.

В конструкторской части разработаны два несущих диска для мотор колеса.

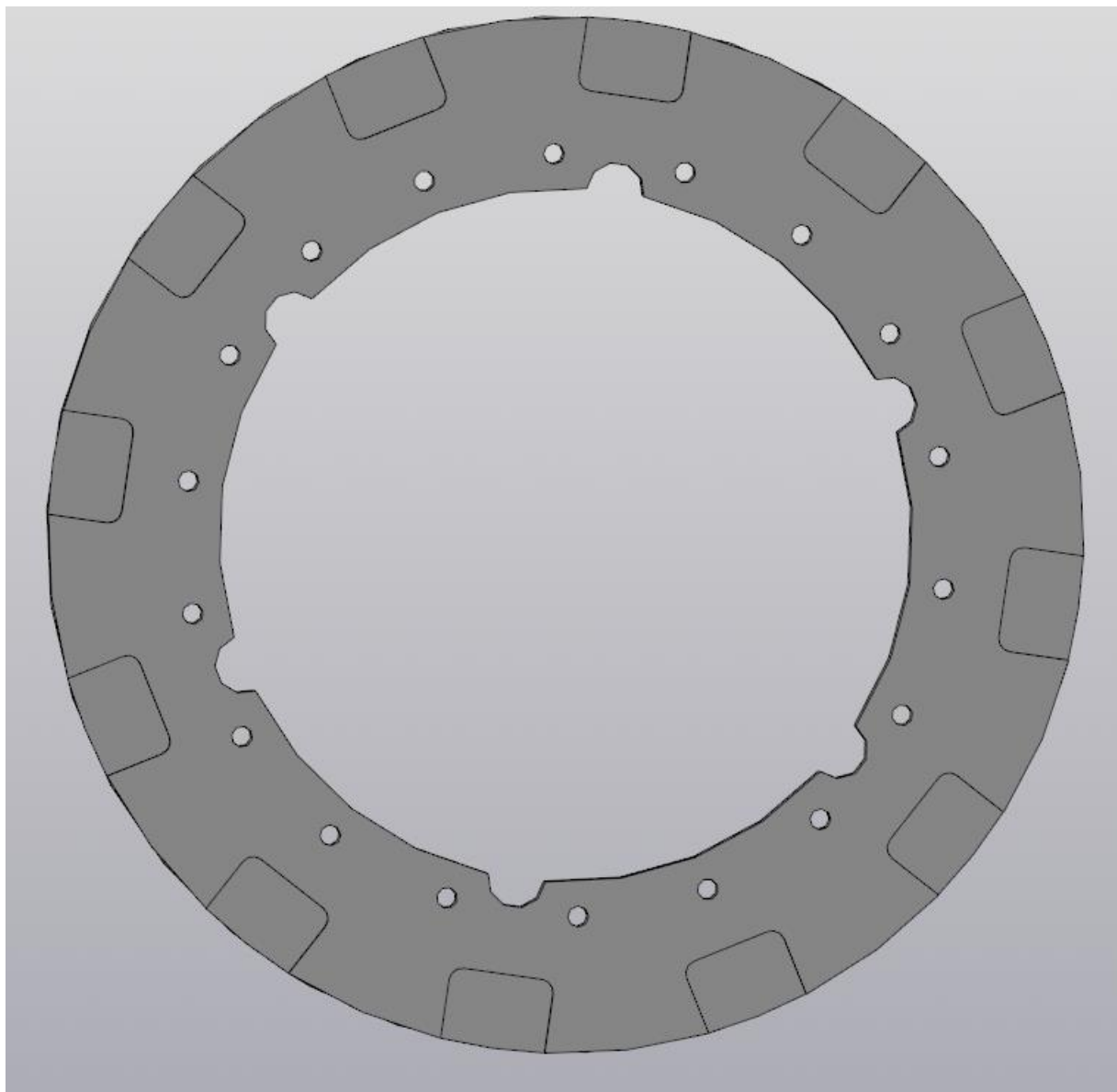


Рисунок 22– Несущий диск правый

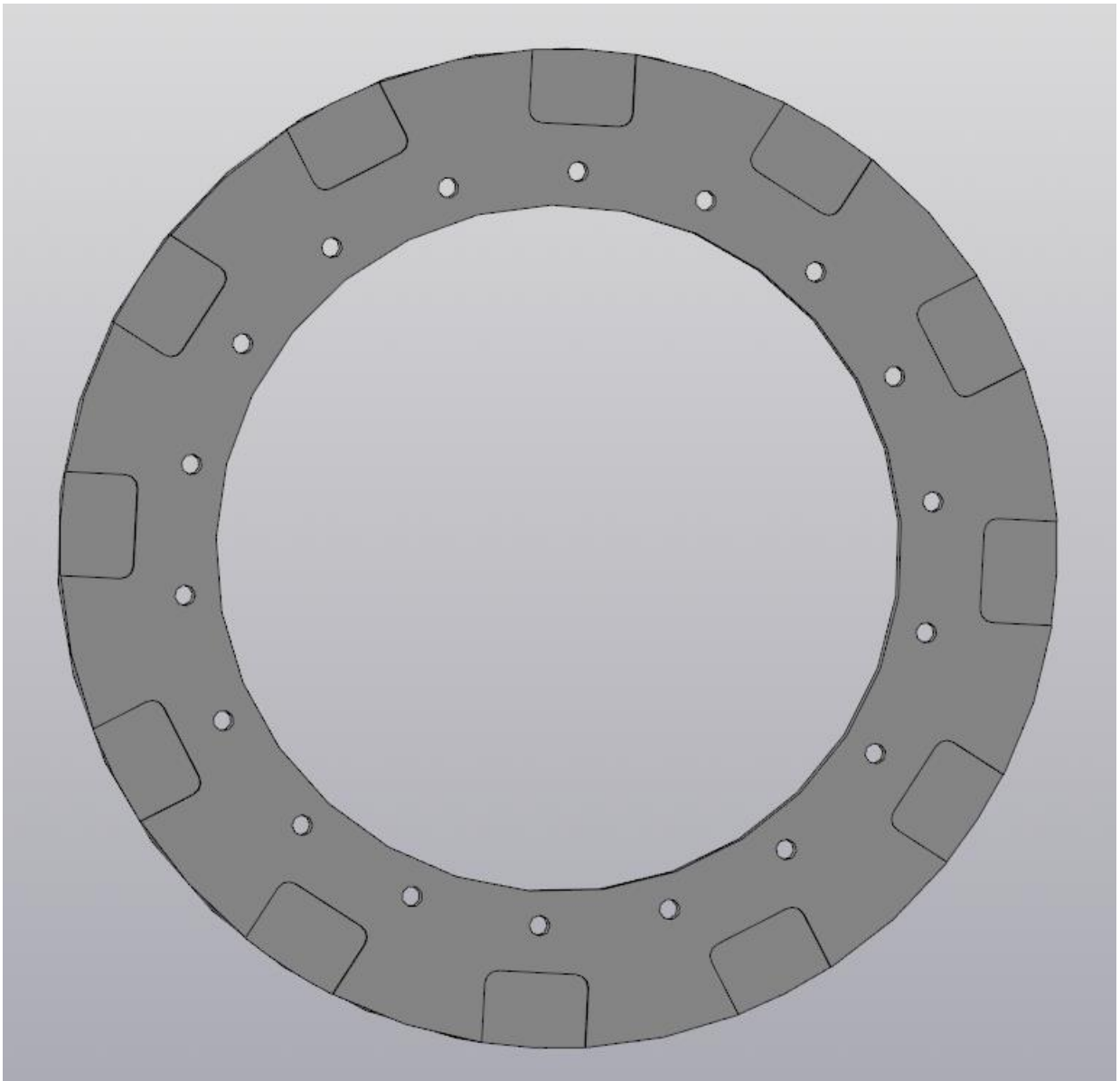


Рисунок 23 – Несущий диск левый

Диски устанавливаются с двух сторон отличаются внутренними посадочными отверстиями.

В основу привода взято готовое мотор-колесо производства китайской компании «Bafang» на базе бесколлекторного электродвигателя 350 Ватт, 36В и наличия встроенного планетарного редуктора.



Рисунок 24 – бесколлекторный электродвигатель

А также разработан ролик на поливинилхлоридную основу и проушины, загнутые заранее под 45 градусов для закрепления в пазах на несущих дисках.

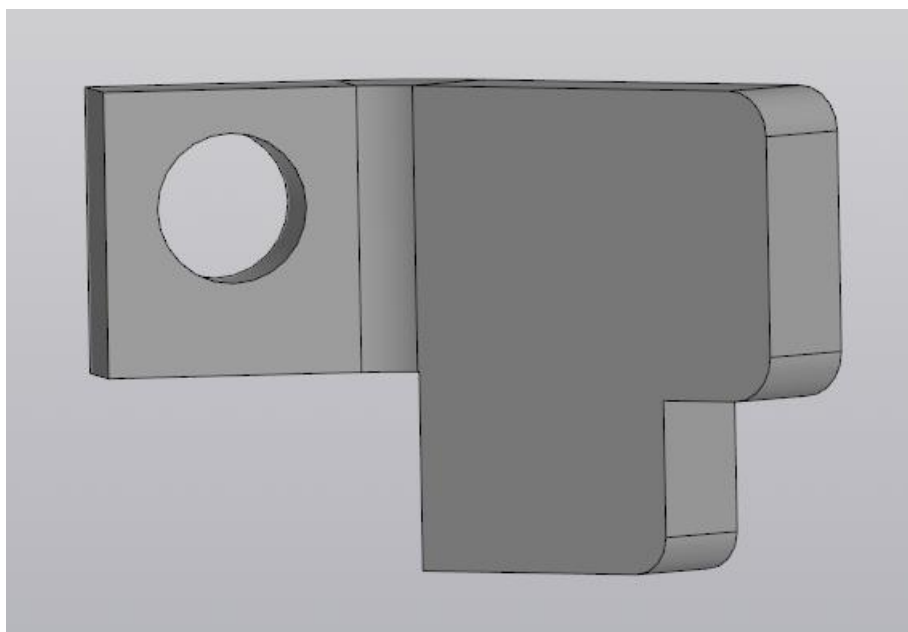


Рисунок 25– Проушина

Ролики, стоящие из поливинилхлорида двух подшипников и распорную втулку, а также во втулке сделаны отверстия для закрепления поливинилхлорида в специальных пазах.

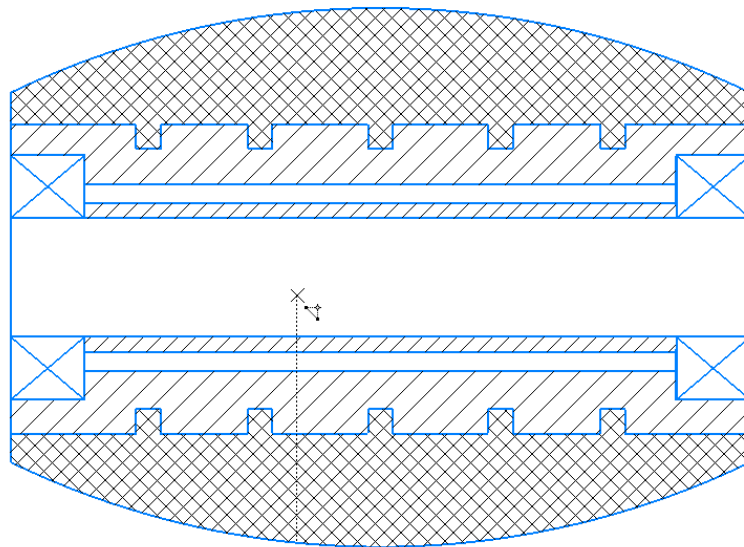


Рисунок 26– Общий вид ролика

Опорные ролики колеса собираются отдельно и состоят из базовой втулки с основой.

Во втулку опорного ролика установлена ось, которая через два подшипника и серию распорных втулок закрепляется в двух проушинах самоконтрящейся гайкой.

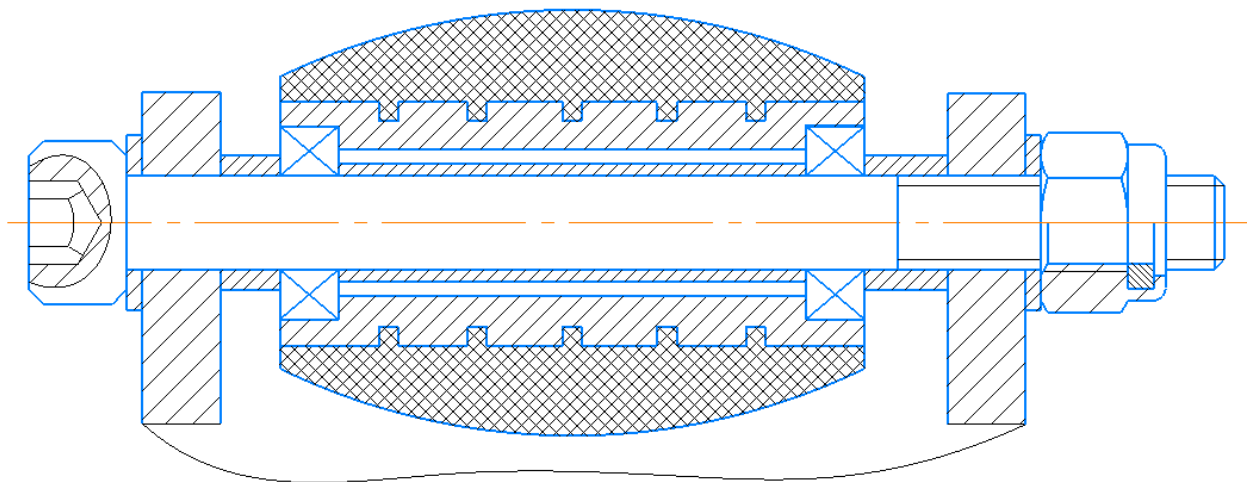


Рисунок 27– Сборка ролика

Для изготовления поливинилхлорида сконструировано специальное приспособление. для изготовления поливинилхлоридного покрытия роликов колеса.

Приспособление состоит из трех частей. Из двух сборных опок и торцевой крышки с центрирующим стержнем.



Процесс нанесения покрытия следующий: две формы скрепляются винтами после чего в центр опускается втулка на посадочное кольцо центрируется и фиксируется.

С помощью специального нагнетающего шприца в коническое отверстие вносится поливинилхлоридная жидкость.

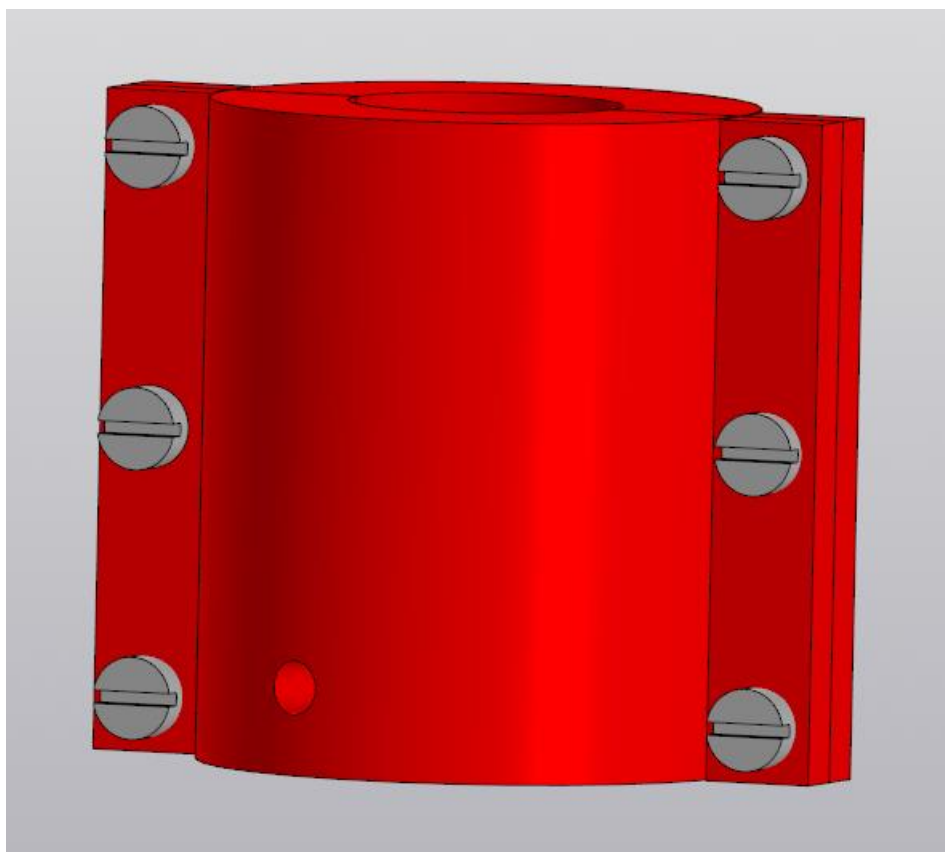


Рисунок 28 – Форма для изготовления резины

В ходе конструирования всенаправленных колес произведены не только эскизы, но и использовалась трехмерные модели данного колеса и различных элементов, сказанных выше ранее.

В ходе сборки всенаправленных колес нужно учитывать соосность двух несущих дисков на которых установлены и предварительно загнуты под 45 градусов и сварены аргоновой сваркой.

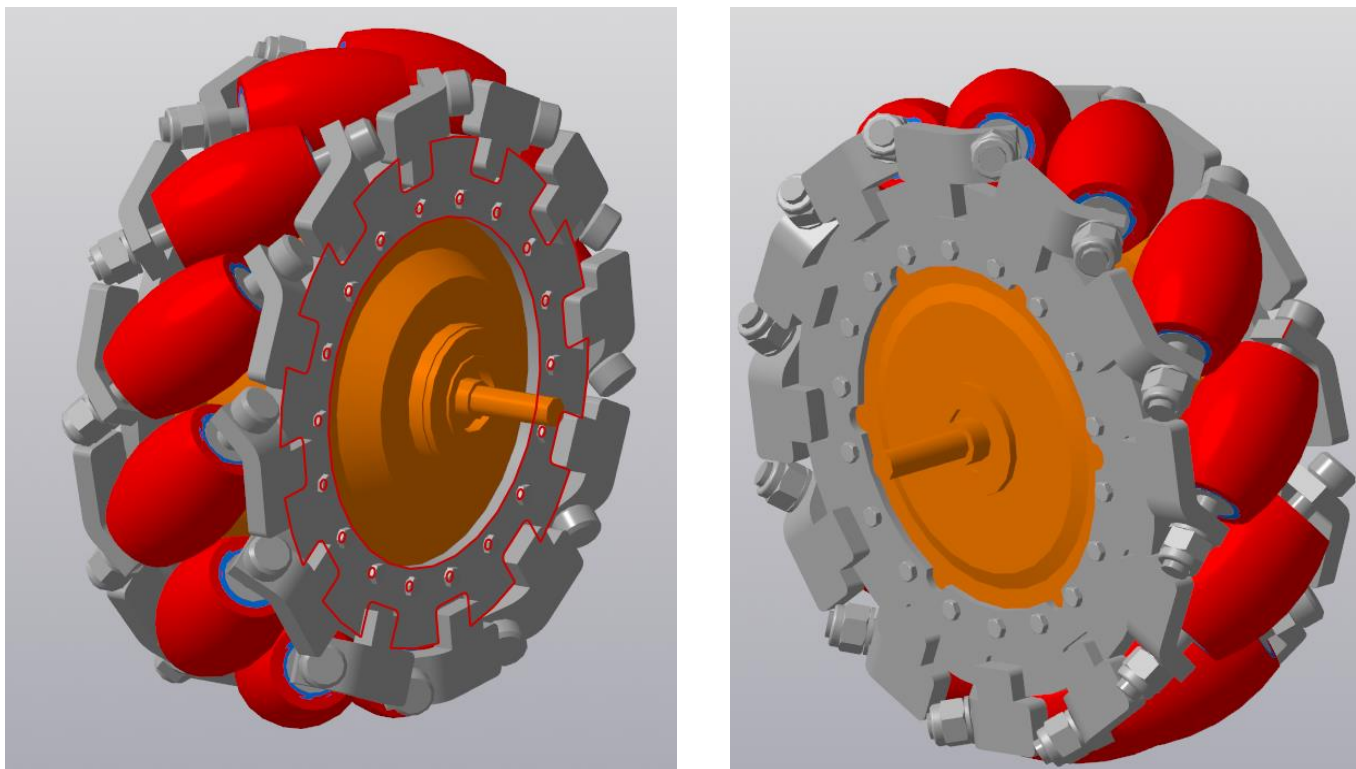


Рисунок 29 – Мотор-колесо в сборе

Для расчета грузоподъемности транспортной платформы нужно воспользоваться формулой

$$C = \frac{M1+M2}{N}, \text{ кг} \quad (4.9)$$

Где:

- C-необходимая грузоподъемность
- M1- масса платформы
- M2-масса груза
- N- количество колес

$$C = \frac{30 + 500}{4} = 132,5 \text{ кг}$$

Следовательно, нагрузка на каждое колесо тележки не должна превышать 132.5 кг.

В результате расчёта по этой формуле, мы получаем значение с запасом 25%.

Брать во внимание значение с запасом нужно ввиду следующего ряда причин:

- грузы располагаются не всегда равномерно и смещаются в процессе транспортировки, ввиду чего нагрузка на каждое колесо будет разной;
- если предмет бросить, нагрузка значительно возрастает;
- также следует учитывать скорость. Риск поломки возрастает в процессе транспортировки со скоростью выше максимальной предусмотренной;
- имеет значение и качество покрытия. Во время передвижения по полу с неровностями, воздействие на колёса будет распределяться неравномерно;
- в результате регулярного использования колёса изнашиваются, за счёт чего они теряют в прочности;
- своё неблагоприятное воздействие оказывает также окружающая среда. Температура влияет на твёрдость покрытия, а влажность способствует коррозии, что в результате снижает прочность колеса в целом

#### Выбор подшипников

Подшипники выбираются из учета грузоподъемности платформы. Подшипник сверхлегкую серию ГОСТ 520-2011 обозначение подшипника 100900. С- статическая грузоподъёмность 3340 Н и  $C_0$  динамическая 1350.

Данный подшипник соответствует требуемой грузоподъёмности в 132.5 кг.

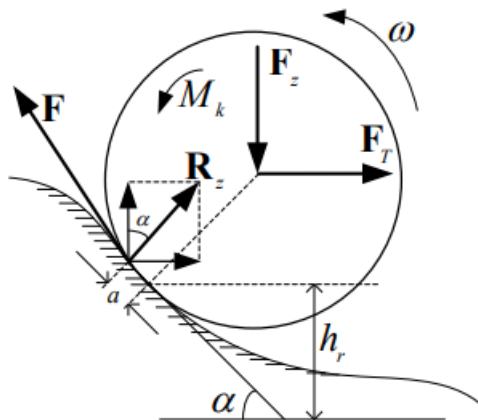


Рисунок 30– Сила и момент, действующие на колесо

$\alpha$  - угол наклона опорной поверхности;

$h_r$  - высота опорной поверхности в положении колеса;

$F$  – продольная составляющая реакции опорной поверхности;

$R_z$  – нормальная составляющая реакции опорной поверхности, смещенная относительно середины контактной поверхности на некоторое расстояние  $a$ ;

$F_T$  – сила тяги колеса, т.е. составляющая равнодействующих сил, приложенных к колесу со стороны платформы тележки;

$F_z$  – нормальная нагрузка колеса,  $F_z$  составляющая из силы реакции амортизатора и веса самого колеса;

$M_k$  – момент, развиваемый электродвигателем

### 3.11 Нормирование технологического процесса механической обработки

Норма времени

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} \quad (4.10)$$

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

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

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

$$T_{шт} = t_0 + t_v + t_{обс} + t_{отд}, \quad (4.11)$$

где  $t_0$  - основное время;

$t_v$  - вспомогательное время;

$t_{обс}$  - время на обслуживание рабочего места;

$t_{отд}$  - время на личные потребности и дополнительный отдых

Таблица 2.1– Нормирование операций

№ опер	Содержание работы	Источник	Время
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерная 1. Основное время		4,35
	2. Вспомогательное время -Время, связанное с переходом -Время на установку и снятие детали -Коэффициент на вспомогательное время -Суммарное вспомогательное время	Карта 31 Карта 10  Карта 1	0,14 2,4  1 0,76 4,3
	3. Время перерывов на отдых и личные потребности %	Карта 88	7(0,35)
	4. Время на обслуживание рабочего места %	Карта 34	4,5 (0,45)
	Штучное время		8,89
№ опер	Содержание работы	Источник	Время
1	2	3	4
010	Расточная 1. Основное время		0,3
	2. Вспомогательное время -Время, связанное с переходом -Время на установку и снятие детали -Коэффициент на вспомогательное время -Суммарное вспомогательное время	Карта 31 Карта 10  Карта 1	0,14 2,8  0,76 3,7
	3. Время перерывов на отдых и личные потребности %	Карта 89	8(0,50)
	4. Время на обслуживание рабочего места %	Карта 34	3(0,30)
	Штучное время		4,02

#### 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является расчет себестоимости детали (мотор-колесо) при объеме производства 1200 штук и капитальных вложений в предполагаемый инженерный проект.

Норма расхода материала – 2.5 кг

Чистый вес – 1 кг

Используемый материал – Д16Т

Программа выпуска – 1200 штук

##### 4.1 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.

#### 4.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \text{руб.} \quad (4.1)$$

где  $m$  – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

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

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

Таблица 4.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	$C_i$ , руб.	$Q_i$ , шт.	$K_{тоi}$ , руб.
005	DMC 635v	5670000	1	5670000
010	16к20Ф3	3050000	1	3050000
Всего:				8720000

#### 4.1.2 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.

$$K_{во} = K_{то} \cdot 0,30 \quad (4.2)$$

$$K_{во} = 8720000 \cdot 0,30 = 2616000, \text{руб.}$$

#### 4.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря ( $K_{ии}$ ) по предприятию может быть установлена приблизительно 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.).

$$K_{ии} = K_{то} \cdot 0,15 \quad (4.3)$$

$$K_{ии} = 8720000 \cdot 0,15 = 1308000, \text{руб.}$$

#### 4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений может быть рассчитана при разных формах владения: арендованное.

$$C_{п}^{//} = (S_{пп} \cdot A_{пп} + S_{сп} \cdot A_{сп}) \cdot T \quad (4.4)$$

$$C_{п}^{//} = (45 \cdot 200 + 20 \cdot 200) \cdot 12 = 156000, \text{руб.}$$

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

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

$T$  – отчетный период ( $T=12$  мес.)

4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалов



Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{пзм}} = \frac{H_{\text{м}} \cdot N \cdot C_{\text{м}}}{360} \cdot T_{\text{обм}} \quad (4.5)$$
$$K_{\text{пзм}} = \frac{2,5 \cdot 1200 \cdot 187,7}{360} \cdot 30 = 46925, \text{руб.}$$

где  $H_{\text{м}}=2,5$  кг/ед - норма расхода материала, кг/ед;

$N$  1200 - годовой объем производства продукции, шт;

$C_{\text{м}}$  187.7- цена материала, руб./кг;

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

#### 4.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

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

$$K_{\text{нзп}} = \frac{N \cdot T_{\text{ц}} \cdot C' \cdot k_{\text{г}}}{360} \quad (4.6)$$
$$K_{\text{нзп}} = \frac{1200 \cdot 5 \cdot 558.6 \cdot 0.92}{360} = 8565.2, \text{руб.}$$

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

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

$k_{\text{г}}$ - коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_{\text{м}} \cdot C_{\text{м}}}{k_{\text{м}}} \quad (4.7)$$
$$C' = \frac{2,5 \cdot 187,7}{0,84} = 558.6, \text{руб.}$$

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

Коэффициент готовности:

$$k_{\text{г}} = (0,84 + 1) \cdot 0,5 = 0.92, \text{руб.}$$

#### 4.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{гп}} \quad (4.8)$$

$$K_{\text{гп}} = \frac{558,6 \cdot 1200}{360} \cdot 5 = 9310, \text{ руб.}$$

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

#### 4.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{дз}} = \frac{V_{\text{рп}}}{360} \cdot T_{\text{дз}} \quad (4.9)$$

$$K_{\text{дз}} = \frac{770868}{360} \cdot 20 = 42826, \text{ руб.}$$

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

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

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

$$V_{\text{рп}} = C' \cdot N \left(1 + \frac{p}{100}\right) \quad (4.10)$$

$$V_{\text{рп}} = 558,6 \cdot 1200 \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 770868, \text{ руб.}$$

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

#### 4.1.9 Денежные оборотные средства

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

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \cdot 0,10 \quad (4.11)$$

$$C_{\text{обс}} = 8565.2 \cdot 0,10 = 856.52, \text{ руб.}$$

#### 4.1.10 Сумма капитальных вложений

$$C_{\text{к.в.}} = K_{\text{то}} + K_{\text{во}} + K_{\text{ии}} + C_{\text{п}} + K_{\text{пзн}} + K_{\text{нзп}} + C_{\text{об}} \quad (4.12)$$

$$C_{\text{к.в.}} = 8720000 + 2616000 + 1308000 + 156000 + 8565.2 + 856.52 = 12809421.72, \text{ руб}$$

### 4.2 Определение время сметы затрат на производство и реализацию продукции

#### 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.

#### 4.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы ( $C_M$ ) рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot H_M \cdot K_{\text{тзр}} - C_0 \cdot H_0) \quad (4.13)$$

$$C_M = 1200 \cdot (187,7 \cdot 2,5 \cdot 1,04 - 2,6 \cdot 0,5) = 584064, \text{ руб.}$$

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

$C_0=2,6$  – цена возвратных отходов, руб/кг;

$H_0$  – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_0 = m_3 - m_0 = 2,1 - 1 = 1,1,$$

где  $m_3$  – масса заготовки, кг;

$m_0$  – масса изделия, кг.

Таблица 4.2 - Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	$C_M$ , руб.
Деталь	616564	32500	584064
Всего:			584064

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

$$C_{зо} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N =, руб \quad (4.14)$$

где  $m$  – количество операций технологического процесса;

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

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

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

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

Таблица 4.3 - Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	Тшт $i$ , мин	Разряд	Количество	Счас $j$ , руб.	Сзо $i$ , руб
Оператор станка с ЧПУ	12,2	3	1	29,6	35456,4
Оператор станка с ЧПУ	14,4	4	1	33,1	31036,3
Фонд заработной платы всех рабочих					66492.7

#### 4.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{зо} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \quad (4.15)$$

$$C_{осо} = 66492.7 \cdot (0,30 + 0,017) = 21078.18, руб.$$

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

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

#### 4.2.4 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.

#### 4.2.5 Расчет амортизации оборудования

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:

$$A_{q_i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F_d \cdot K_{вpi}}, \text{ руб.} \quad (4.16)$$

где  $n$  – количество оборудования;

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

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

Таблица 4.4 - Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц <sub>і</sub> , руб.	а <sub>ni</sub> , %	F <sub>д</sub> і, ч	Ач <sub>і</sub> , руб.
005	5670000	8,3	2016	1667.41
010	3050000	8,3	2016	896.9
Амортизационные отчисления для всех станков (Ач)				2564.31

#### 4.2.6 Расчет амортизационных отчислений зданий

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

#### 4.2.7 Отчисления в ремонтный фонд

$$C_p = (K_{TO} + K_{BO}) \cdot k_{рем} + C_{п} \cdot k_{з.рем} \quad (4.17)$$

$$C_p = (8720000 + 2616000) \cdot 0,001 + 156000 \cdot 0,005 = 12116, руб.$$

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.

Эти затраты включают в себя затраты по всем видам ремонта (капитального, текущего и др.).

#### 4.2.8 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

#### 4.2.9 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot ц_{ох} \quad (4.17)$$

$$C_{СОЖ} = 2 \cdot 1200 \cdot 0,03 \cdot 100 = 7200, руб.$$

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

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

$n$  – количество станков.

4.2.10 Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \cdot C_{\text{возд}} \cdot N_{\Gamma}}{60} \cdot \sum t_{oi} \quad (4.18)$$

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 70 \cdot 1200}{60} \cdot 8 = 7840, \text{ руб.}$$

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

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

4.2.11 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_{\text{д}} \cdot K_N \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot C_{\text{э}} \quad (4.18)$$

$$C_{\text{чЭ}} = 17 \cdot 2020 \cdot 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,9 \cdot \frac{1,06}{0,7} \cdot 4,72 = 33069, \text{ руб.}$$

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  $K_{\text{од}} = 0,9$ ;

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

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

$C_{\text{э}}$  – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети г. Юрга взято максимальное возможная стоимость), 4,76 руб.

$F_{\text{д}}$  – глубин действительный цели годовой фонд операции рабочего цанговый времени работы сверлить оборудования,

$F_{\text{д}} = 2016$  часов.



Таблица 4.5 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	Ny <sub>i</sub> , кВт	СЧЭ <sub>i</sub> , руб
005	17	33069
010	11	21397.6
Затраты на электроэнергию для всех операций		54466.6

#### 4.2.12 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ( $K_{ин}$ ) 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.

#### 4.2.13 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{j=1}^k C_{змj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{nj} \cdot k_{рj} \quad (4.18)$$

$$C_{звр} = 10000 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 187200, \text{ руб.}$$

где  $k$  – количество вспомогательных рабочих;

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

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

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

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

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} \cdot 0,26 \quad (4.18)$$

$$C_{овр} = 187200 \cdot 0,26 = 48672, \text{ руб.}$$

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

#### 4.2.14 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{з\text{ауп}} = \sum_{j=1}^k C_{з\text{ауп}j} \cdot \text{Ч}_{\text{ауп}j} \cdot 12 \cdot k_{\text{р}j} \cdot k_{\text{нд}j} \quad (4.18)$$

$$C_{з\text{вуп}j} = 21500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 368940, \text{ руб.}$$

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

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

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

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оауп}} = C_{з\text{ауп}} \cdot 0,26 \quad (4.18)$$

$$C_{\text{оауп}} = 368940 \cdot 0,26 = 95924,4, \text{ руб.}$$

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

#### 4.2.15 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 и др.

Прочие расходы рассчитаем, как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = \text{ПЗ} \cdot N \cdot 0,7 \quad (4.18)$$

$$C_{\text{проч}} = 1500 \cdot 1200 \cdot 0,7 = 1260000, \text{ руб.}$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

### 4.3 Экономическое обоснование технологического проекта

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

Таблица 4.6 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	1500	1500000
Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	584.06	584064
Заработная плата производственных рабочих	66.5	66492.7
Отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	21.07	21078.18
Амортизация оборудования предприятия	2.56	2564.31
Арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	156	156000
Отчисления в ремонтный фонд	12.11	12116
Вспомогательные материалы на содержание оборудования	14.45	14454
Затраты на силовую электроэнергию	33.069	33069
Заработная плата вспомогательных рабочих	187.2	187200
Отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	48.67	48672
Заработная плата административно-управленческого персонала	368.94	368940
Отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	95.92	95924.4
Прочие расходы	1260	1260000
Косвенные затраты:	548.07	548076
Итого	4898,62	4898620

В данной работе был произведён расчет себестоимости мотор-колеса. Расчет капитальных вложений составил 12809421.72 рублей. Также произвелся расчет смет затрат на производство и реализацию товара. Прямые затраты составили 1500000 рублей в год. Косвенные затраты 548076 рублей в год

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Описание рабочей зоны

Материалом диска является алюминиевый сплав Д16Т ГОСТ 4784-19.

Обработка диска производится на двух станках вертикально-фрезерном ДМС 635 с ЧПУ и токарном станке 16к20Ф3 с ЧПУ. У станков закрытое защитное ограждение от стружки и защиты оператора от вылета заготовки.

При обработке материала нужно выводить стружку из рабочей части в этом случае форсунки (подающие СОЖ), установленные на станках с ЧПУ помогают выведению стружки. После чего стружка попадает в скребковый конвейер и после чего перемещается в бак со стружкой.

На станках с ЧПУ движения подвода и отвода инструмента предусмотрено программой написанной оператором станка данная операция выполняется при высоких скоростях.

Данная операция выполняется только при условии закрытие защитных дверей для уменьшения риска травмирования оператора. Этот фактор должен иметь высокое внимание работника и соблюдение инструкций по эксплуатации станка и техники безопасности.

Кроме станков на каждом рабочем месте стоит приемный столик, на котором укладываются заготовки предназначены для обработки. Предусмотрен стеллаж для хранения различных приспособлений измерительных и вспомогательные инструменты, а также стеллаж для режущего инструмента.

Набор инструментов и оснастки на рабочем месте оператора определяется типом станка, номенклатурой обрабатываемых деталей, технологическим процессом и соблюдением требования о наличии на рабочем месте только самых необходимых, постоянно используемых приспособлений и инструментов.

Обработанные детали по мере их накопления следует перемещать на следующие операции. Пол должен быть ровным, без выбоин и неровностей, не

должно быть потеков и капель масла или СОЖ. Если таковые потеки присутствуют используется песок дабы оператор при перемещении не получил травмы.

## 5.2 Анализ влияние вредных и опасных производственных факторов

В процессе обработки дисков на оператора может влиять следующие вредные производственные факторы.

Отклонение от нормы освещения способствуют повышению утомляемостью возникновение головных болей, а также ухудшение зрения. Шум не благоприятно влияет на организм человека ослабляет внимание ухудшается качество работы и снижает производительность труда. Вибрация может привести к развитию виброболезни, а также ухудшает самочувствие работника и снижают производительность труда. Смазочно-охлаждающая жидкость(СОЖ) при попадании СОЖ на кожу человека может к сухости шелушению покраснению и жжению кожи. А возможно острая аллергическая реакция. И так же спровоцировать аллергию дыхательных путей.

## 5.3 Освещение

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным факторам, который может привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности

Недостаточное освещение негативно влияет на функционирование зрительного аппарата, психику человека, его эмоциональное состояние. Неправильное освещение может вызвать стробоскопический эффект, что может являться причиной производственного травматизма.

Освещенность рабочих мест с разнообразными видами ручных работ и работ повышенной точности указано в ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий».

Оптимальные условия труда в помещениях могут быть обеспечены при достаточном освещении всего рабочего цеха, проходов. Естественное и искусственное освещение должно придерживаться нормам СНиП 23-05-95. Коэффициент естественного освещения разных помещений имеет диапазон 0.1% до 12%.

Таблица 1- Коэффициенты отражения окружающих поверхностей (ГОСТ Р 55710-2013)

потолки	стены	рабочие поверхности	пол
0,7-0,9	0,5-0,8	0,7-0,9	0,7-0,8

При этом на рабочем месте световой поток должен достигать 300-750 люкс.

Расчет освещения производится для помещения площадью 50м<sup>2</sup>, длина которого 10 м, ширина 5 м, высота 4м, по методу светового потока. Расчет по методу использования светового потока начинается с нахождения величины светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} \quad (5.1)$$

Где,  $\Phi$  – световой поток каждой из ламп, лм;

$E$  – минимальная освещенность, лк, (Согласно ГОСТ Р 55710- 2013 «При выполнении работ грубой и средней точности общая освещенность рабочей поверхности должна составлять 300 лк»);

$S$  – площадь освещенного помещения, м<sup>2</sup>;

$n$  – число ламп в помещении;

$z$  – коэффициент минимальной освещенности, значение для светодиодных светильников:  $z=1,1$ ;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока (в долях единицы);

$k$  – коэффициент запаса,  $k=1,5$ .

Для определения коэффициента использования светового потока  $\eta$  находят индекс помещения  $i$ .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} \quad (5.2)$$

Где, А, В – размеры помещения, А=10м, В=5м;

h – высота светильников над рабочей поверхностью;

h<sub>2</sub> – наименьшая допустимая высота подвеса над полом;

h<sub>1</sub> – высота рабочей поверхности над полом.

Высота светильников над рабочей поверхностью:

$$h = 2,5 - 1 = 1,5 \text{ м}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами:

$$L = 1,5 \cdot 1,5 = 2,25 \text{ м}$$

Расстояние от стен помещения до крайних светильников:

$$l = \frac{L}{3} \quad (5.3)$$

$$l = \frac{2,25}{3} = 0,75 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_1 = \frac{5}{2,25} = 2,22 \approx 2 \text{ ряда}$$

Число светильников в ряду:

$$N_2 = \frac{10}{2,25} = 4,4 \approx 4 \text{ светильника}$$

Общее количество светильников:

$$N = 4 \cdot 2 = 8 \text{ шт}$$

Исходя из размеров помещения А=10 м и В=5 м, пользуясь формулой (2) производим расчет:

$$i = \frac{50}{1,8 \cdot (10 + 5)} = 1,85$$

По таблице 10 принимаем значение коэффициентов отражения потолка (ρ<sub>п</sub>=50%) и стен (ρ<sub>с</sub>=50%). В качестве источников света будем использовать светодиодные лампы DS-PROM А 90, для них η = 0,39.

Световой поток лампы равен:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 50 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,39} = 7932,69 \text{ лм.}$$

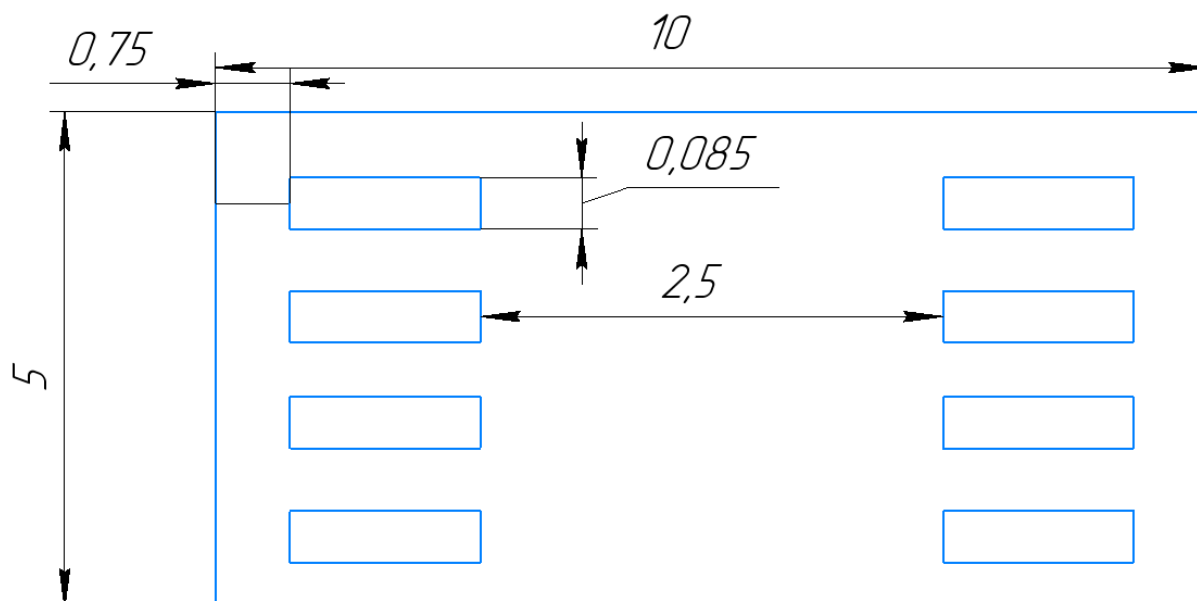


Рисунок 31– Схема расположения светильников

Таким образом, в помещении система общего освещения должна состоять из 8 светильников DS-PROM А 90с.

#### 5.4 Шум

Шум на производстве неблагоприятно действует на организм человека повышает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, значительно ослабляет внимание работающих, увеличивает число ошибок в работе, замедляет скорость психических реакций, в результате чего снижается производительность труда и ухудшается качество работы.

При длительном воздействии шума на организм происходят нежелательные явления: снижается острота зрения и слуха, повышается кровяное давление, снижается внимание.

Шум затрудняет своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы внутрицехового транспорта (автопогрузчики,



мостовые краны и т. п.), что способствует возникновению несчастных случаев на производстве.

Шум оказывает вредное влияние на физическое состояние человека: угнетает центральную нервную систему; вызывает изменение скорости дыхания и пульса; способствует нарушению обмена веществ и возникновению сердечно-сосудистых заболеваний; может приводить к профессиональным заболеваниям.

В борьбе с производственным шумом были выбраны оптимальные режимы резания, а в качестве норма индивидуальной защиты для рабочих принимаются беруши противошумные ЗМ 1130.

### 5.5 Смазочно-охлаждающая жидкость

Санитарно-гигиенические требования созданы для обеспечения нормальных условий труда во время работы с СОЖ. Требования к производственному оборудованию одно из самых важных условий работы оператора. Металлорежущие станки обязаны иметь защитные устройства (кожухи и экраны), отводящие разбрызгивание СОЖ и загрязнение рабочей зоны. Все производственные помещения, в которых при работе технологического оборудования применяется СОЖ и ТС, должны быть оборудованы вентиляцией и отоплением в соответствии с действующей главой СНиП 11-33-74 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» и санитарными нормами СН 245-71. Работающие с СОЖ и ТС должны обеспечиваться защитными мазями, пастами и моющими средствами в соответствии с характером применяемых технологических жидкостей. После окончания работы с СОЖ и ТС необходимо мыть руки, тело горячей водой. Применение для этой цели синтетических моющих средств и хозяйственного мыла не допускается, ввиду высокого содержания в них щелочи, которая обладает выраженным раздражающим действием и может быть дополнительным фактором в возникновении заболеваний кожи.

## 5.6 Микроклимат

Микроклимат – это метеорологические условия внутри производственных помещений, оказывающие воздействие на человека, характеризуемые показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха.

Параметры микроклимата являются основой для высокого уровня работоспособности. Допустимые и оптимальные значения параметров микроклимата определены в ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», исходя из категории работы и периода года. Нормы параметров микроклимата для помещения приведены в таблице 11.

Таблица 2– Оптимальные и допустимые нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	опт.	доп.	опт.	доп.	опт.	доп.
холодный	19-21	18-23	45-30	60	0,2	0,3
теплый	23-25	18-28	60-30	65	0,3	0,5

В данном цехе применяется водяная система центрального отопления. Она обеспечивает постоянное и стабильное нагревание воздуха в холодный период года температура воздуха в цехе составляет: 18°С.

Относительная влажность 30%. Скорость движения воздуха 0,1-0,2 м/с. В теплый период температура воздуха составляет 26°С . Относительная влажность 55%. Скорость движения воздуха 0,1-0,2 м/с. Эти данные микроклимата соответствуют нормам.

## 5.7 Анализ выявленных опасных факторов

### Опасность поражения электрическим током

Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие. Термическое

действие тока вызывает ожоги отдельных участков тела, нагрев кровеносных сосудов, нервов, крови. Электролитическое действие тока выражается в разложении крови и других органических жидкостей организма и вызывает значительные нарушения их физико-химического состава. Биологическое действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц, легких и сердца.

В результате могут возникнуть различные нарушения и даже полное прекращение деятельности органов кровообращения и дыхания.

Наиболее частыми причинами электротравматизма на производстве являются:

- неисправное электрооборудование (провода, рубильники, двигатели);
- отсутствие или недостаточность защитного заземления;
- прикосновение к металлическим конструкциям и частям оборудования, находящимся под током вследствие соприкосновения их с оголенными проводами, а также к самим оголенным проводам;
- отсутствие индивидуальных и коллективных средств защиты и т.д.

Для защиты людей от поражения электрическим током в ремонтно-механическом цехе предусмотрены следующие меры безопасности:

- все оголённые провода и токоведущие части электротехнических устройств ограждаются (согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ). Заземление и защитные меры электробезопасности)
- все провода и электроустройства, к которым приходится прикасаться при работе (осветительные устройства, электрические приборы), тщательно изолируются;
- рабочим предоставляются специальные изолирующие средства, например, изолирующие подставки, резиновые коврики;
- рубильники и предохранители закрываются защитными кожухами;
- на время ремонта машин, станков и механизмов с электроприводом ток выключается;

- электромонтажные и электроремонтные работы выполняются только специально обученным персоналом;

- при работе электроинструментами их корпуса должны обязательно заземляться, с этой целью в местах, где производятся работы с электроинструментами, устанавливаются специальные штепсельные розетки, к которым подводятся заземляющие провода;

- работать электроинструментами в сырых помещениях или внутри резервуаров следует в калошах, подстилая под ноги резиновые коврики или деревянные щитки;

- при обнаружении неисправности в электроинструментах работу ими следует немедленно прекратить, а электроинструмент сдать на проверку;

- нельзя держать электроинструмент за провод или за рабочий инструмент (сверло, зенкер и т. п.).

## 5.8 Охрана окружающей среды

Основная важная задача нашего времени это защита окружающей среды. Выбросы различных промышленных предприятий в атмосферу водоемы в данное время достигают высоких показателей. Производство, в котором разработан технологический процесс не является вредным для окружающей среды. Отсутствуют выбросы в атмосферу вредных веществ. В процессе металлорезания образуются достаточное количество отходов. Отработанную СОЖ в основном уходит со стружкой с мелкой и большой после чего стружка вывозится в специализированные предприятия для термообработки и в дальнейшем уходит в металлургический завод.

## 5.9 Защита чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть в производстве является пожар.

В качестве противопожарных мероприятий должны быть применены следующие меры:

- в помещении должны находиться средства тушения пожара, средства связи, электрическая проводка электрооборудования и осветительных приборов должна быть исправна;

- все сотрудники должны знать место нахождения средств пожаротушения и уметь ими воспользоваться, средств связи и номера экстренных служб.

В связи с возможностью возникновения пожара разработан следующий план действий:

- немедленно сообщить о пожаре в пожарную охрану по городскому телефону "01" или по сотовому телефону "112" (при этом необходимо четко назвать адрес организации, место возникновения пожара, а также сообщить свою должность и фамилию);

- известить о пожаре руководителя организации или заменяющего его работника;

- задействовать систему оповещения людей о пожаре (нажать кнопку извещателя пожарного ручного, приступить самому и привлечь других лиц к эвакуации из здания в безопасное место согласно плану эвакуации;

- при необходимости отключить электроэнергию, приостановить работу отдельных агрегатов и участков, способствующих развитию пожара и задымлению помещений здания; оценить обстановку и приступить к тушению очага возгорания имеющимися средствами пожаротушения (огнетушителями), для ликвидации его на ранней стадии;

- организовать встречу пожарных подразделений (выделить для встречи пожарных подразделений лицо, хорошо знающее расположение подъездных путей и водоисточников)

## Вывод

В этом разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, которые влияют на здоровье, самочувствие и безопасность труда работников.

Были разработаны мероприятия по защите от них, а именно:

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

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

- для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах. Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние.

В целом можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются относительно комфортными и безопасными, что способствует снижению количества травм, а также способствует повышению производительности труда

## Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы произведена работа по конструированию дисков для мотор-колеса, и разработан технологический процесс сконструировано приспособление для вертикально-фрезерной операции и для формы для заливки поливинилхлоридов основной роликов, для условий среднесерийного производства с годовой программой выпуска 1200 шт.

При разработке технологического маршрута были выполнены следующие задачи:

- выбор и обоснование метода получения заготовки; – выбор технологических баз;
- выбор средств технологического оснащения;
- расчёт промежуточных припусков и размеров;
- расчёт режимов резания.

Оборудование, инструменты и приспособления применены с учётом технической характеристики корпуса, вида производства, точности, экономичности.

При выполнении данной работы составлен маршрут обработки детали с применением более современного и производительного оборудования, оснастки и инструмента.

Применён метод концентрации операций, который позволил сократить количество операций и время на изготовления детали.

## Список использованных источников

1. ГОСТ 14.201–83. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия. – Взамен ГОСТ 14.201-74 //М.: Изд-во стандартов. – 1983.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
4. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога машиностроения. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.
5. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для нормирования станочных работ. – М.: Машиностроение, 1984. – 472 с.
7. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Взамен ГОСТ 1855-55 //М.: Издательство стандартов, 1996.
8. ГОСТ 3212-92. Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров. – Взамен ГОСТ 3212-80 //М.: Издательство стандартов, 2004.
9. ГОСТ 9.306-85 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения (с Изменениями N 1, 2, 3) //М.: Изд-во стандартов. – 1985.
10. ISCAR Cutting Tools - Metal Working Tools: [Электронный ресурс] // ООО « ISCAR Cutting Tools - Metal Working Tools», 2007-2020. URL: <https://www.iscar.ru/index.aspx/countryid/33#>. (Дата обращения: 05.03.2020).



11. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.

12. Малов А.Н. Краткий справочник металлиста. – М.: Издательство 2-е М., «Машиностроение» 1971. 13. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.2. – М.: Машиностроение, 1978. – 559 с

14. Справочник металлиста. В 5-и т. Т. 3. Под ред. С74 А.Н. Малова. М., «Машиностроение», 1977.

15. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т1/ Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. - М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.

16. Расчет экономической эффективности новой техники. Справочник/ Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

17. Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов механикомашиностроительного факультета. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. – 24 с.89 84

18. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Безопасность жизнедеятельности.- Томск: ТПУ.- 126с.

19. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х томах. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение,1983

Приложения А  
(Обязательное)  
Спецификация

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>					
		ФЮРА 10А81020.000 СБ	Сборочный чертёж		
<i>Детали</i>					
	1	ФЮРА 10А81020.001	Мотор-колесо	4	
	2	ФЮРА 10А81020.002	Ралик	12	
	3	ФЮРА 10А81020.003	Диск левый	1	
	4	ФЮРА 10А81020.004	Диск правый	1	
	5	ФЮРА 10А81020.005	Проушины	24	
	6	ФЮРА 10А81020.006	Втулка	12	
	7	ФЮРА 10А81020.007	Распорная втулка	12	
	8	ФЮРА 10А81020.008	Полубинилхлоридовая резина	12	
<i>Стандартные изделия</i>					
	4	ФЮРА 10А81020.009	Подшипник 10х20х6	24	
			ГОСТ 8338-75		
	10	ФЮРА 10А81020.010	Ось	12	
			ГОСТ 9650-80		
	11	ФЮРА 10А81020.011	Гайка шестигранная М10	12	
			самостоятельная		
			ГОСТ ISO 7040 - М10		
<b>ФЮРА 10А81020</b>					
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Листов
Разраб. Лавр	Ничегова Т.А. Лаврская А.В.			1	2
Исполн. Лавр				ЮТИ ТПУ ст.зр 10А81	
<b>Сборка</b>					
<b>всенаправленного колеса</b>					









```
0 BEGIN PGM T MM
1 BLK FORM 0.1 Z X-217.5 Y-200 Z-8
2 BLK FORM 0.2 X+217.5 Y+200 Z+0
3 CYCL DEF 247 NAZN.KOORD.BAZ.TOCH ~
  Q339=+3 ;NOMER TOCHKI ODN.
4 CYCL DEF 7.0 SMESCHENJE NULJA
5 CYCL DEF 7.1 X+75
6 CYCL DEF 7.2 Y+90
7 TOOL CALL 72 Z S1500 F50
8 L X+0 Y+0 Z+100 R0 FMAX M3
9 CYCL DEF 251 PRJAMOUGOLNYJ KARMAN ~
  Q215=+0 ;OBRABOTKA ~
  Q218=+20 ;DLINA 1-OJ STORONY ~
  Q219=+14 ;DLINA 2-OJ STORONY ~
  Q220=+3.02 ;RADIUS ZAKRUGL. UGLA ~
  Q368=+0 ;ALLOWANCE FOR SIDE ~
  Q224=+0 ;UGOL POWOROTA ~
  Q367=+0 ;POLOSHENJE KARMANA ~
  Q207=+50 ;FEED RATE FOR MILLNG ~
  Q351=+1 ;WID FREZEROWANIA ~
  Q201=-2 ;GLUBINA ~
  Q202=+2 ;GLUBINA WREZANJA ~
  Q369=+0 ;ALLOWANCE FOR FLOOR ~
  Q206=+15 ;PODACHA NA GLUBINU ~
  Q338=+0 ;PLGNG. DEPTH FINISH. ~
  Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~
  Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~
  Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~
  Q370=+1 ;TOOL PATH OVERLAP ~
  Q366=+1 ;PLUNGE ~
  Q385=+50 ;FINISHING FEED RATE
10 L X+0 Y+92 Z+20 R0 FMAX M99
11 CYCL DEF 10.0 POWOROT
12 CYCL DEF 10.1 ROT+30
13 L X+0 Y+92 Z+20 R0 FMAX M99
14 CYCL DEF 10.0 POWOROT
15 CYCL DEF 10.1 ROT+60
16 L X+0 Y+92 Z+20 R0 FMAX M99
17 CYCL DEF 10.0 POWOROT
18 CYCL DEF 10.1 ROT+90
```

19 L X+0 Y+92 Z+20 R0 FMAX M99  
 20 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 21 CYCL DEF 10.1 ROT+120  
 22 L X+0 Y+92 Z+20 R0 FMAX M99  
 23 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 24 CYCL DEF 10.1 ROT+150  
 25 L X+0 Y+92 Z+20 R0 FMAX M99  
 26 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 27 CYCL DEF 10.1 ROT+180  
 28 L X+0 Y+92 Z+20 R0 FMAX M99  
 29 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 30 CYCL DEF 10.1 ROT+210  
 31 L X+0 Y+92 Z+20 R0 FMAX M99  
 32 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 33 CYCL DEF 10.1 ROT+240  
 34 L X+0 Y+92 Z+20 R0 FMAX M99  
 35 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 36 CYCL DEF 10.1 ROT+270  
 37 L X+0 Y+92 Z+20 R0 FMAX M99  
 38 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 39 CYCL DEF 10.1 ROT+300  
 40 L X+0 Y+92 Z+20 R0 FMAX M99  
 41 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 42 CYCL DEF 10.1 ROT+330  
 43 L X+0 Y+92 Z+20 R0 FMAX M99  
 44 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 45 CYCL DEF 10.1 ROT+360  
 46 L X+71.5 Y+0 Z+100 R0 FMAX M3  
 47 CYCL DEF 252 KRUGOWOJ KARMAN ~  
     Q215=+0 ;OBRABOTKA ~  
     Q223=+13.5 ;DIAMETR OKRUSHNOSTI ~  
     Q368=+0 ;ALLOWANCE FOR SIDE ~  
     Q207=+40 ;FEED RATE FOR MILLNG ~  
     Q351=+1 ;WID FREZEROWANIA ~  
     Q201=-8 ;GLUBINA ~  
     Q202=+4 ;GLUBINA WREZANJA ~  
     Q369=+0 ;ALLOWANCE FOR FLOOR ~  
     Q206=+20 ;PODACHA NA GLUBINU ~  
     Q338=+0 ;PLGNG. DEPTH FINISH. ~  
     Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
     Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
     Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
     Q370=+0.5 ;TOOL PATH OVERLAP ~  
     Q366=+1 ;PLUNGE ~



Q385=+50 ;FINISHING FEED RATE  
 48 CYCL DEF 220 OBRAZEC KRUG ~  
 Q216=+0 ;1-AJA KOORD.CENTRA ~  
 Q217=+0 ;2-JA KOORD.CENTRA ~  
 Q244=+132 ;DIAMETR OBRAZUJ. ~  
 Q245=+60 ;UGOL NACHAL.TOCHKI ~  
 Q246=+360 ;UGOL KONECHN. TOCHKI ~  
 Q247=+0 ;SCHAG UGLA ~  
 Q241=+6 ;CHISLO POWTORENIJ ~  
 Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
 Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
 Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
 Q301=+1 ;DWISH.NA BEZ.WYSOTU ~  
 Q365=+0 ;WID PEREMESCHENJA  
 49 L M1  
 50 TOOL CALL 50 Z S1500 F50  
 51 L X-72.5 Y+0 Z+20 R0 FMAX M3  
 52 CYCL DEF 240 CENTERING ~  
 Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
 Q343=+0 ;SELECT DIA./DEPTH ~  
 Q201=-1.5 ;GLUBINA ~  
 Q344=-2 ;DIAMETER ~  
 Q206=+10 ;PODACHA NA GLUBINU ~  
 Q211=+0 ;WYDER.WREMENI WNIZU ~  
 Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
 Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ.  
 53 CYCL DEF 220 OBRAZEC KRUG ~  
 Q216=+0 ;1-AJA KOORD.CENTRA ~  
 Q217=+0 ;2-JA KOORD.CENTRA ~  
 Q244=+145 ;DIAMETR OBRAZUJ. ~  
 Q245=+10 ;UGOL NACHAL.TOCHKI ~  
 Q246=+360 ;UGOL KONECHN. TOCHKI ~  
 Q247=+20 ;SCHAG UGLA ~  
 Q241=+18 ;CHISLO POWTORENIJ ~  
 Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
 Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
 Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
 Q301=+1 ;DWISH.NA BEZ.WYSOTU ~  
 Q365=+1 ;WID PEREMESCHENJA  
 54 L M1  
 55 TOOL CALL 18 Z S1000 F50  
 56 L X+0 Y+0 Z+50 R0 FMAX M3  
 57 CYCL DEF 200 SWERLENIJE ~  
 Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~

Q201=-8 ;GLUBINA ~  
 Q206=+10 ;PODACHA NA GLUBINU ~  
 Q202=+4 ;GLUBINA WREZANJA ~  
 Q210=+0 ;WYDER. WREMENI WWER. ~  
 Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
 Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
 Q211=+0 ;WYDER.WREMENI WNIZU  
 58 CYCL DEF 220 OBRAZEC KRUG ~  
 Q216=+0 ;1-AJA KOORD.CENTRA ~  
 Q217=+0 ;2-JA KOORD.CENTRA ~  
 Q244=+145 ;DIAMETR OBRAZUJ. ~  
 Q245=+10 ;UGOL NACHAL.TOCHKI ~  
 Q246=+360 ;UGOL KONECHN. TOCHKI ~  
 Q247=+20 ;SCHAG UGLA ~  
 Q241=+18 ;CHISLO POWTORENIJ ~  
 Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
 Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
 Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
 Q301=+1 ;DWISH.NA BEZ.WYSOTU ~  
 Q365=+1 ;WID PEREMESCHENJA  
 59 L M1  
 60 TOOL CALL 72 Z S1000 F50  
 61 L X+0 Y+0 Z+50 R0 FMAX M3  
 62 CYCL DEF 254 KRUGOW.KANAWKA ~  
 Q215=+1 ;OBRABOTKA ~  
 Q219=+10 ;SCHIRINA KANAWKI ~  
 Q368=+0 ;ALLOWANCE FOR SIDE ~  
 Q375=+118.5 ;DIAMETR OBRAZUJ. ~  
 Q367=+0 ;BAZA DLJA DLINY PAZA ~  
 Q216=+0 ;1-AJA KOORD.CENTRA ~  
 Q217=+0 ;2-JA KOORD.CENTRA ~  
 Q376=+0 ;UGOL NACHAL.TOCHKI ~  
 Q248=+360 ;UGLOWAJA DLINA ~  
 Q378=+0 ;SCHAG UGLA ~  
 Q377=+1 ;CHISLO POWTORENIJ ~  
 Q207=+40 ;FEED RATE FOR MILLNG ~  
 Q351=+1 ;WID FREZEROWANIA ~  
 Q201=-9 ;GLUBINA ~  
 Q202=+2 ;GLUBINA WREZANJA ~  
 Q369=+0 ;ALLOWANCE FOR FLOOR ~  
 Q206=+10 ;PODACHA NA GLUBINU ~  
 Q338=+0 ;PLGNG. DEPTH FINISH. ~  
 Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
 Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~

Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
 Q366=+1 ;PLUNGE ~  
 Q385=+40 ;FINISHING FEED RATE  
 63 L X+0 Y+0 Z+50 R0 FMAX M99  
 64 L M1  
 65 CYCL DEF 252 KRUGOWOJ KARMAN ~  
 Q215=+2 ;OBRABOTKA ~  
 Q223=+132 ;DIAMETR OKRUSHNOSTI ~  
 Q368=+1.8 ;ALLOWANCE FOR SIDE ~  
 Q207=+50 ;FEED RATE FOR MILLNG ~  
 Q351=+1 ;WID FREZEROWANIA ~  
 Q201=-8 ;GLUBINA ~  
 Q202=+8 ;GLUBINA WREZANJA ~  
 Q369=+0 ;ALLOWANCE FOR FLOOR ~  
 Q206=+50 ;PODACHA NA GLUBINU ~  
 Q338=+8 ;PLGNG. DEPTH FINISH. ~  
 Q200=+8 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
 Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
 Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
 Q370=+0.3 ;TOOL PATH OVERLAP ~  
 Q366=+1 ;PLUNGE ~  
 Q385=+50 ;FINISHING FEED RATE  
 66 L X+0 Y+0 Z+50 R0 FMAX M99 M3  
 67 L M1  
 68 TOOL CALL 73 S1600 F60  
 69 L X+0 Y+0 Z+50 R0 FMAX M3  
 70 CYCL DEF 257 CIRCULAR STUD ~  
 Q223=+197 ;DIAM.GOTOWOJ DETALI ~  
 Q222=+197.05 ;DIAMETR ZAGOTOWKI ~  
 Q368=+0 ;ALLOWANCE FOR SIDE ~  
 Q207=+50 ;FEED RATE FOR MILLNG ~  
 Q351=+1 ;WID FREZEROWANIA ~  
 Q201=-8 ;GLUBINA ~  
 Q202=+4 ;GLUBINA WREZANJA ~  
 Q206=+15 ;PODACHA NA WREZANJE ~  
 Q200=+3 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
 Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
 Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
 Q370=+1 ;TOOL PATH OVERLAP  
 71 L X+0 Y+0 Z+50 FMAX M99  
 72 L M1  
 73 CYCL DEF 7.0 SMESCHENJE NULJA  
 74 CYCL DEF 7.1 X-79.86  
 75 CYCL DEF 7.2 Y-96.09

76 TOOL CALL 72 Z S2000 F50  
 77 L X+0 Y+0 Z+50 R0 FMAX M3  
 78 CYCL DEF 251 PRJAMOUGOLNYJ KARMAN ~  
   Q215=+0 ;OBRABOTKA ~  
   Q218=+20 ;DLINA 1-OJ STORONY ~  
   Q219=+15 ;DLINA 2-OJ STORONY ~  
   Q220=+3.02 ;RADIUS ZAKRUGL. UGLA ~  
   Q368=+0 ;ALLOWANCE FOR SIDE ~  
   Q224=+0 ;UGOL POWOROTA ~  
   Q367=+0 ;POLOSHENJE KARMANA ~  
   Q207=+60 ;FEED RATE FOR MILLNG ~  
   Q351=+1 ;WID FREZEROWANIA ~  
   Q201=-2 ;GLUBINA ~  
   Q202=+2 ;GLUBINA WREZANJA ~  
   Q369=+0 ;ALLOWANCE FOR FLOOR ~  
   Q206=+15 ;PODACHA NA GLUBINU ~  
   Q338=+0 ;PLGNG. DEPTH FINISH. ~  
   Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
   Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
   Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
   Q370=+1 ;TOOL PATH OVERLAP ~  
   Q366=+1 ;PLUNGE ~  
   Q385=+50 ;FINISHING FEED RATE  
 79 L X+0 Y+90 Z+20 R0 FMAX M99  
 80 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 81 CYCL DEF 10.1 ROT+30  
 82 L X+0 Y+90 Z+20 R0 FMAX M99  
 83 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 84 CYCL DEF 10.1 ROT+60  
 85 L X+0 Y+90 Z+20 R0 FMAX M99  
 86 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 87 CYCL DEF 10.1 ROT+90  
 88 L X+0 Y+90 Z+20 R0 FMAX M99  
 89 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 90 CYCL DEF 10.1 ROT+120  
 91 L X+0 Y+90 Z+20 R0 FMAX M99  
 92 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 93 CYCL DEF 10.1 ROT+150  
 94 L X+0 Y+90 Z+20 R0 FMAX M99  
 95 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 96 CYCL DEF 10.1 ROT+180  
 97 L X+0 Y+90 Z+20 R0 FMAX M99  
 98 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
 99 CYCL DEF 10.1 ROT+210

100 L X+0 Y+90 Z+20 R0 FMAX M99  
101 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
102 CYCL DEF 10.1 ROT+240  
103 L X+0 Y+90 Z+20 R0 FMAX M99  
104 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
105 CYCL DEF 10.1 ROT+270  
106 L X+0 Y+90 Z+20 R0 FMAX M99  
107 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
108 CYCL DEF 10.1 ROT+300  
109 L X+0 Y+90 Z+20 R0 FMAX M99  
110 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
111 CYCL DEF 10.1 ROT+330  
112 L X+0 Y+90 Z+20 R0 FMAX M99  
113 CYCL DEF 10.0 POWOROT  
114 CYCL DEF 10.1 ROT+360  
115 TOOL CALL 50 Z S600 F50  
116 L X+0 Y+0 Z+50 R0 FMAX M3  
117 CYCL DEF 240 CENTERING ~  
Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
Q343=+1 ;SELECT DIA./DEPTH ~  
Q201=-2 ;GLUBINA ~  
Q344=-3.15 ;DIAMETER ~  
Q206=+15 ;PODACHA NA GLUBINU ~  
Q211=+0 ;WYDER.WREMENI WNIZU ~  
Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ.  
118 CYCL DEF 220 OBRAZEC KRUG ~  
Q216=+0 ;1-AJA KOORD.CENTRA ~  
Q217=+0 ;2-JA KOORD.CENTRA ~  
Q244=+145 ;DIAMETR OBRAZUJ. ~  
Q245=+0 ;UGOL NACHAL.TOCHKI ~  
Q246=+360 ;UGOL KONECHN. TOCHKI ~  
Q247=+20 ;SCHAG UGLA ~  
Q241=+18 ;CHISLO POWTORENIJ ~  
Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
Q301=+1 ;DWISH.NA BEZ.WYSOTU ~  
Q365=+1 ;WID PEREMESCHENJA  
119 TOOL CALL 18 Z S1000 F50  
120 L X+0 Y+0 Z+50 R0 FMAX M3  
121 CYCL DEF 200 SWERLENIJE ~  
Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
Q201=-12 ;GLUBINA ~

Q206=+50 ;PODACHA NA GLUBINU ~  
 Q202=+3 ;GLUBINA WREZANJA ~  
 Q210=+0 ;WYDER. WREMENI WWER. ~  
 Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
 Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
 Q211=+0 ;WYDER.WREMENI WNIZU  
 122 CYCL DEF 220 OBRAZEC KRUG ~  
 Q216=+0 ;1-AJA KOORD.CENTRA ~  
 Q217=+0 ;2-JA KOORD.CENTRA ~  
 Q244=+145 ;DIAMETR OBRAZUJ. ~  
 Q245=+0 ;UGOL NACHAL.TOCHKI ~  
 Q246=+360 ;UGOL KONECHN. TOCHKI ~  
 Q247=+20 ;SCHAG UGLA ~  
 Q241=+18 ;CHISLO POWTORENIJ ~  
 Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
 Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
 Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
 Q301=+1 ;DWISH.NA BEZ.WYSOTU ~  
 Q365=+1 ;WID PEREMESCHENJA  
 123 TOOL CALL 73 Z S2000 F50  
 124 L X+0 Y+0 Z+15 R0 FMAX M3  
 125 CYCL DEF 252 KRUGOWOJ KARMAN ~  
 Q215=+2 ;OBRABOTKA ~  
 Q223=+132.2 ;DIAMETR OKRUSHNOSTI ~  
 Q368=+1.8 ;ALLOWANCE FOR SIDE ~  
 Q207=+60 ;FEED RATE FOR MILLNG ~  
 Q351=+1 ;WID FREZEROWANIA ~  
 Q201=-8 ;GLUBINA ~  
 Q202=+4 ;GLUBINA WREZANJA ~  
 Q369=+0 ;ALLOWANCE FOR FLOOR ~  
 Q206=+15 ;PODACHA NA GLUBINU ~  
 Q338=+8 ;PLGNG. DEPTH FINISH. ~  
 Q200=+8 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
 Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
 Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
 Q370=+0.3 ;TOOL PATH OVERLAP ~  
 Q366=+1 ;PLUNGE ~  
 Q385=+50 ;FINISHING FEED RATE  
 126 L X+0 Y+0 Z+50 R0 FMAX M99 M3  
 127 L X+0 Y+0 Z+15 R0 FMAX M3  
 128 CYCL DEF 257 CIRCULAR STUD ~  
 Q223=+192 ;DIAM.GOTOWOJ DETALI ~  
 Q222=+192.5 ;DIAMETR ZAGOTOWKI ~  
 Q368=+0 ;ALLOWANCE FOR SIDE ~

Q207=+50 ;FEED RATE FOR MILLNG ~  
Q351=+1 ;WID FREZEROWANIA ~  
Q201=-8 ;GLUBINA ~  
Q202=+4 ;GLUBINA WREZANJA ~  
Q206=+50 ;PODACHA NA WREZANJE ~  
Q200=+2 ;RASSTO. BEZOPASNOSTI ~  
Q203=+0 ;SURFACE COORDINATE ~  
Q204=+50 ;2-JE BEZOP.RASSTOJ. ~  
Q370=+1 ;TOOL PATH OVERLAP  
129 L M99  
130 L M30  
131 END PGM T MM