



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

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Исследование механических характеристик мотор-редуктора с циклоидальной передачей.

УДК:621.83.061.1

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Асеинов Роман Асеинович		

Руководитель ВКР

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

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

	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

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
10А91	Асеинов Роман Асеинович

Тема работы:

«Исследование механических характеристик мотор-редуктора с циклоидальной передачей.»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	31.01.2023г. № 31-74/с
Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рабочий чертеж корпуса мотор-редуктора с циклоидальным зацеплением 2. Служебное назначение детали. 3. Программа выпуска 500 деталей в год.
<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитический обзор по теме ВКР. 2. Конструирование редуктора. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих. 3. Разработка технологического процесса изготовления корпуса редуктора с циклоидальным зацеплением. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта. 5. Социальная ответственность.
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Применение циклоидальных передач (1 лист А1); 2. Чертеж детали и заготовки (1 лист А1); 3. Сборочный чертеж редуктора (1 лист А1);

	4. Чертеж общего вида нагрузочного стенда (1 лист А1); 5. Карты технологических наладок (2 листа А1); 6. Блок-схема экспериментальной установки (1 лист А1); 7. Результаты измерений (1 лист А1).
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Реферат

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Асеинов Р.А.		



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

Период выполнения весенний семестр 2022/2023 учебного года

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

Обучающийся:

Группа	ФИО
10А91	Асеинов Р.А.

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления фланца
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	13.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.04.2023	Основной раздел	30
13.05.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение	5
03.05.2023	Социальная ответственность	5

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП/ОПОП

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Асеинов Р.А.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 88 страницы текста, 22 таблиц, 28 источников литературы, 2 приложения, 5 листов графической части. Ключевые слова: МОТОР-РЕДУКТОР, ЦИКЛОИДАЛЬНО-ЦЕВОЧНАЯ ПЕРЕДАЧА, БЕСКОЛЛЕКТОРНЫЙ МОТОР, МОДЕЛИРОВАНИЕ, НАГРУЗОЧНЫЙ СТЕНД.

Тема выпускной квалификационной работы «Исследование механических характеристик мотор-редуктора с циклоидальной передачей».

Выпускная квалификационная работа направлена на изучение механических характеристик редуктора с циклоидальной передачей.

В работе спроектирован мотор-редуктор с циклоидальной передачей в одном корпусе, в качестве источника движения взят бесколлекторный мотор. Изготовлен специальный стенд и собрано схема экспериментальной установки. Проведено измерение силовых характеристик спроектированного редуктора. В технологической части составлен технологический процесс на изготовление корпуса редуктора. Годовая программа выпуска 500 штук. В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» определена себестоимость изготовления корпуса редуктора. В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вредные и опасные факторы в условиях лаборатории ЮТИ ТПУ.

Abstract

The final qualifying work contains: 88 pages of text, 22 tables, 28 sources of literature, 2 appendices, 5 sheets of the graphic part. **KEYWORDS: GEAR MOTOR, CYCLOIDAL GEAR, BRUSHLESS MOTOR, SIMULATION, LOADING STAND.**

The topic of the final qualifying work is "The study of the mechanical characteristics of a gear motor with a cycloidal transmission".

The final qualification work is aimed at studying the mechanical characteristics of a gearbox with a cycloidal transmission.

In the work, a gear motor with a cycloidal transmission in one housing is designed, a brushless motor is taken as a source of motion. A special stand was made and a diagram of the experimental installation was assembled. The power characteristics of the designed gearbox were measured. In the technological part, the technological process for the manufacture of the gearbox housing has been compiled. The annual production program is 500 pieces. In the section "Financial management, resource efficiency and resource conservation", the production cost of the gearbox housing is determined. The section "Social responsibility" discusses harmful and dangerous factors in the conditions of the laboratory of YTI TPU.

Содержание

1	Основной раздел.....	12
1.1	Обзор литературы	12
1.1.1	Редукторы с циклоидальной передачей	12
1.1.2	Проектирование профиля циклоидального диска	13
1.1.3	Геометрические параметры циклоидального редуктора	18
1.1.4	Служебное назначение детали.....	19
1.1.5	Анализ технологичности объекта производства	20
1.1.6	Выбор заготовки и метода её получения.....	20
1.1.7	Составление технологического маршрута обработки	21
1.1.8	Выбор технологических баз.....	22
1.1.9	Выбор средств технического оснащения	23
1.1.10	Расчет припусков на обработку.....	27
1.1.11	Расчет режимов резания.....	29
1.1.12	Нормирование технологического процесса механической обработки	33
1.2	Конструкторская часть	35
1.2.1	Конструирование редуктора.....	35
1.2.2	Описание экспериментальной установки.....	38
1.3	Результаты проведенной работы	41
1.4	Организационная часть	48
1.4.1	Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки.....	48
1.4.2	Определение численности рабочих	49
2	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	52
2.1	Расчет объема капитальных вложений	52
2.1.1	Стоимость технологического оборудования.....	52
2.1.2	Стоимость вспомогательного оборудования	53
2.1.3	Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	53
2.1.4	Стоимость эксплуатируемых помещений	54
2.1.5	Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	54
2.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве.....	54
2.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции.....	55
2.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности	55

2.1.9	Денежные оборотные средства.....	56
2.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	56
2.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов.....	57
2.2.2	Расчет заработной платы производственных работников.....	58
2.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих.....	58
2.2.4	Расчет амортизации основных фондов.....	58
2.2.5	Расчет амортизации оборудования.....	59
2.2.6	Расчет амортизационных отчислений зданий.....	60
2.2.7	Отчисления в ремонтный фонд.....	60
2.2.8	Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования.....	60
2.2.9	Затраты на силовую электроэнергию.....	61
2.2.10	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь.....	61
2.2.11	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих.....	61
2.2.12	Заработная плата административно-управленческого персонала ..	62
2.2.13	Прочие расходы.....	63
2.3	Экономическое обоснование технологического проекта.....	63
2.4	Вывод.....	65
3	Социальная ответственность.....	68
3.1	Характеристика объекта исследования.....	68
3.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	68
3.2.1	Обеспечение соответствующего освещения на рабочем месте.....	70
3.3	Производственная безопасность.....	72
3.3.1	Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.....	72
3.4	Экологическая безопасность.....	74
3.4.1	Охрана окружающей среды.....	74
3.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	74
3.6	Вывод.....	75
	Приложение А.....	80
	Приложение Б.....	83

Введение

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

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

Цель выпускной квалификационной работы – исследование механических характеристик мотор-редуктора с циклоидальной передачей.

Объектом исследования является мотор-редуктор с циклоидальной передачей и определение его коэффициента полезного действия.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- Сконструировать мотор-редуктор циклоидальной передачи;
- Сконструировать нагрузочный стенд для проведения экспериментов;
- Получить необходимые показания нагрузочного стенда путем эксперимента;
- Полученными данными определить коэффициент полезного действия мотор-редуктора циклоидальной передачи.

1 Основной раздел

1.1 Обзор литературы

1.1.1 Редукторы с циклоидальной передачей

С тех пор как была изобретена циклоидальная передача, появилось огромное число вариантов редукторов, сконструированных как на основе принципа передачи движения с помощью эпициклоиды, так и в комбинации с обычной планетарной передачей. Новые редукторы зарекомендовали себя как точные и жесткие механизмы в сочетании с хорошим соотношением передаваемого крутящего момента, габаритных размеров и массы.

В настоящее время планетарно-цевочные редукторы используют главным образом в робототехнике, станкостроении, химическом машиностроении, приводах грузоподъемных машин, цепных конвейеров, поворотных столов, радиолокаторов, экскаваторов, бурового оборудования. Также существуют мультипликаторы и прецизионные передачи для точного позиционирования с цевочным зацеплением. Применение таких передач перспективно для транспортного машиностроения. К достоинствам цевочных передач относят:

- способность воспринимать значительные кратковременные перегрузки (до 500 % по отношению к номинальной нагрузке);
- широкий диапазон передаточных чисел в одной ступени (3...191);
- высокую надежность и повышенный ресурс (до 50 000 ч);
- компактность при высокой нагрузочной способности (удельная материалоемкость – отношение массы редуктора к вращающему моменту выходного вала:
 - составляет 0,02...0,05 кг/(Н·м));
 - высокий КПД (в зависимости от конструкции 0,80...0,97);
 - повышенную крутильную жесткость с минимальным гистерезисом;
 - высокую точность позиционирования в прецизионных передачах;

- малый момент инерции (снижение инерционных нагрузок при изменении частоты вращения);
- плавность хода, низкий уровень шума;
- высокую кинематическую точность;
- минимальные требования к техническому обслуживанию.

К недостаткам относится высокая стоимость изготовления планетарно-цевочной передачи по сравнению со стоимостью передач других типов, обусловленная большими нагрузками подшипников сателлитов и повышенными требованиями к точности изготовления деталей.

1.1.2 Проектирование профиля циклоидального диска

Зубчатую передачу, в которой зацепление осуществляется посредством цевок и зубьев с циклоидальным профилем, называют цевочной или циклоидной.

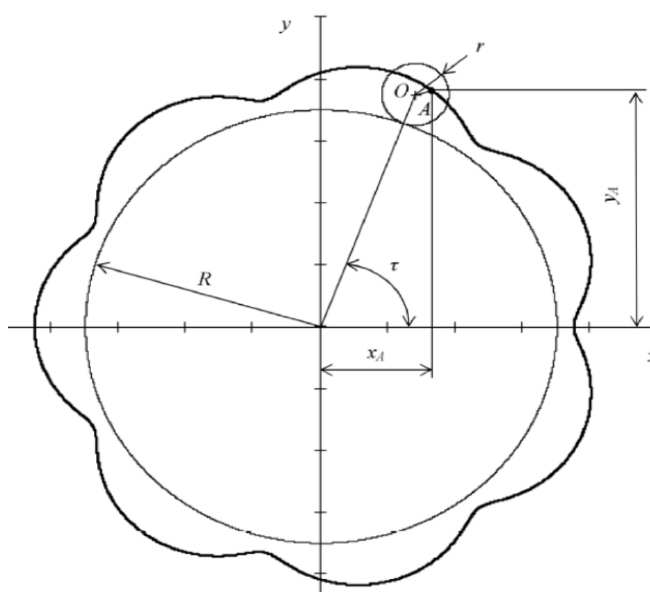


Рисунок 1.1 – Формирование укороченной эпициклоиды

Циклоидой называют плоскую кривую, описываемую точкой, отстоящей на фиксированном расстоянии от центра круга, катящегося без скольжения по направляющей в виде прямой или окружности. Если направляющая является окружностью и круг катится по ней снаружи, то кривую называют эпициклоидой. Если же круг катится внутри направляющей

окружности, то кривую называют гипоциклоидой. Если, например, точка А (рисунок 1) находится внутри круга радиусом r , катящегося по направляющей окружности радиусом R , и стоит на расстоянии $OA = e$ от центра O , кривую называют укороченной эпициклоидой. Отношение $e/r = \lambda$ называют коэффициентом укорочения эпициклоиды.

Уравнения укороченной эпициклоиды в параметрической форме имеют вид:

$$x_3(\tau) = (R + r) \cos \tau - \lambda r \cos \left(\frac{R+r}{r} \tau \right) \quad (1.1)$$

$$y_3(\tau) = (R + r) \sin \tau - \lambda r \sin \left(\frac{R+r}{r} \tau \right) \quad (1.2)$$

где τ – независимый параметр, $\tau = 0 \dots 2\pi$.

Координаты точки А (x_A, y_A) получают подстановкой в уравнения (1,2) соответствующего значения параметра τ . Число зубьев колеса с циклоидальным профилем равно отношению радиусов: $z_1 = R/r$.

В планетарно-цевочной передаче сателлит выполняют с циклоидальным профилем. Рабочий профиль сателлита получают как огибающую кривую окружностей, центры которых расположены на укороченной эпициклоиде (рисунок 4). Радиус этих окружностей равен радиусу цевок $r_{ц}$.

Таким образом, именно эквидистантная кривая укороченной эпициклоиды является рабочим профилем циклоидальных зубьев, которая отстает от укороченной эпициклоиды на расстояние радиуса цевки.

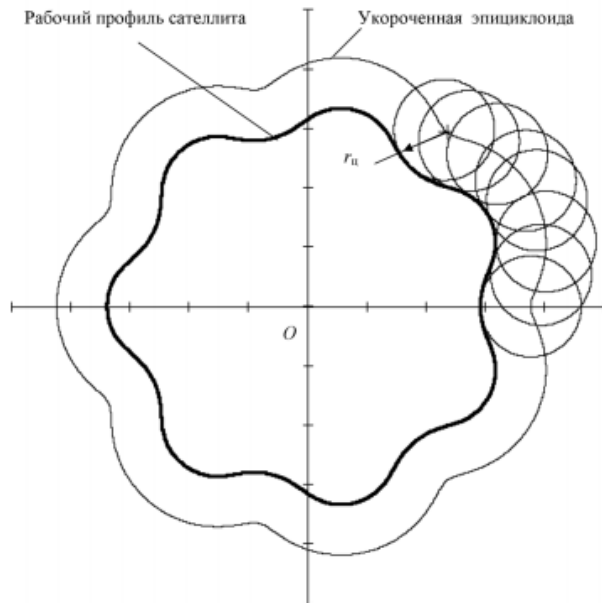


Рисунок 1.2 – Формирование рабочего профиля циклоидального диска

Уравнения эпициклоиды записываются с учетом, что $r = e/\lambda$,

$R = z_1 r$, при числе цевок $z_2 = z_1 + 1$:

$$x_3(\tau) = \frac{ez_2}{\lambda} \cos \tau - e \cos(z_2 \tau); \quad (1.3)$$

$$y_3(\tau) = \frac{ez_2}{\lambda} \sin \tau - e \sin(z_2 \tau); \quad (1.4)$$

Уравнения рабочего профиля циклоидального имеют вид:

$$x(\tau) = x_3(\tau)e = r_u \cos(z_2 \tau - \varphi(\tau)) \quad (1.5)$$

$$y(\tau) = y_3(\tau)e = r_u \sin(z_2 \tau - \varphi(\tau)) \quad (1.6)$$

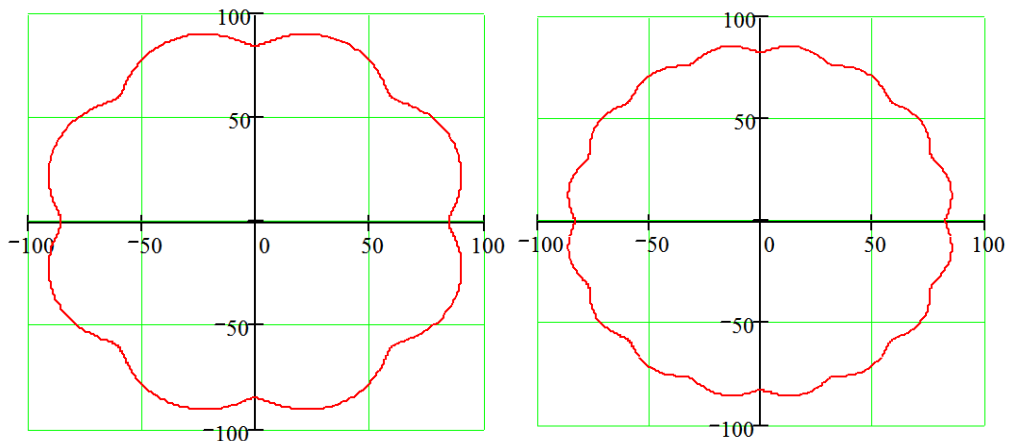


Рисунок 1.3 – Форма рассчитанного профиля для условий:

а) $r = 10\text{мм}$, $e = 5\text{мм}$; б) $r = 5\text{мм}$, $e = 2$.

Таким образом, рассчитанный профиль показывает, что при изменении

значения параметров радиуса цевочных поверхностей и эксцентрика можно добиться требуемого передаточного отношения. Данный профиль применим для построения редукторов для манипуляторов робототехники.

В лаборатории робототехники ЮТИ ТПУ сконструирован мотор-редуктор с передаточным числа $i=0,06$, работающий от постоянного напряжения 36 Вольт и током до 20 А. Данный редуктор представлен на рисунке 1.4.

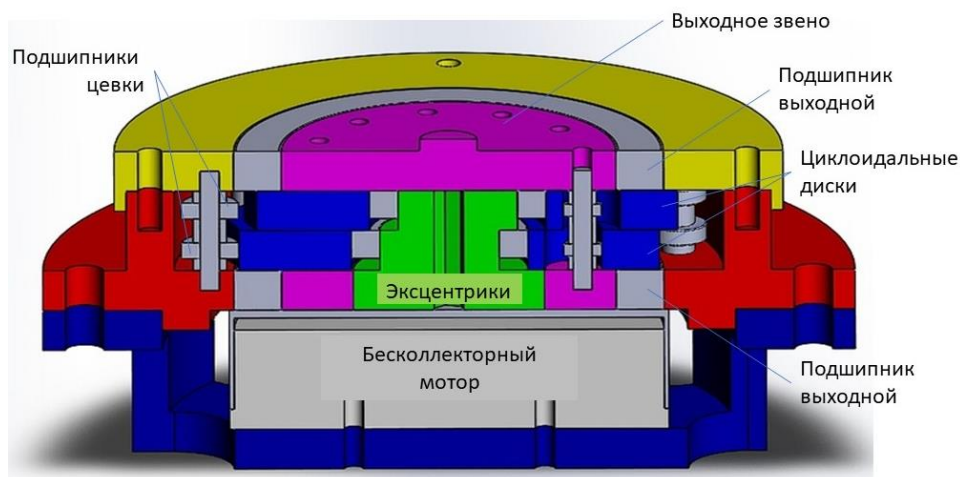


Рисунок 1.4 – Общий вид и компоновка мотор-редуктора

Общий принцип работы редуктора следующий. Бесколлекторный электродвигатель нижней статорной частью закреплен за нижнюю площадку корпуса, состоящего из верхней и нижней составных частей. Верхний ротор мотора вращается совместно с установленными в противофазе двумя эксцентриками. Эксцентрики через шариковые подшипники, установленные в центральных отверстиях, создают процесс радиального смещения циклоидальных дисков, которые для снижения вибрации в редукторе и повышении передаваемого момента, располагаются в разнонаправленных смещениях.

При воздействии циклоиды дисков в радиальном направлении на цевочные вставки происходит направленное вращение диска в противоположную сторону вращения мотора. За один полный оборот мотора циклоидальный диск поворачивается на угол, соответствующий одной

впадине. Так как оба диска, при вращении находятся в противофазе, то установленный в специальные отверстия стержень будет воспринимать нагрузку сразу от обоих дисков, что приведет к распределению нагрузки на стержень.

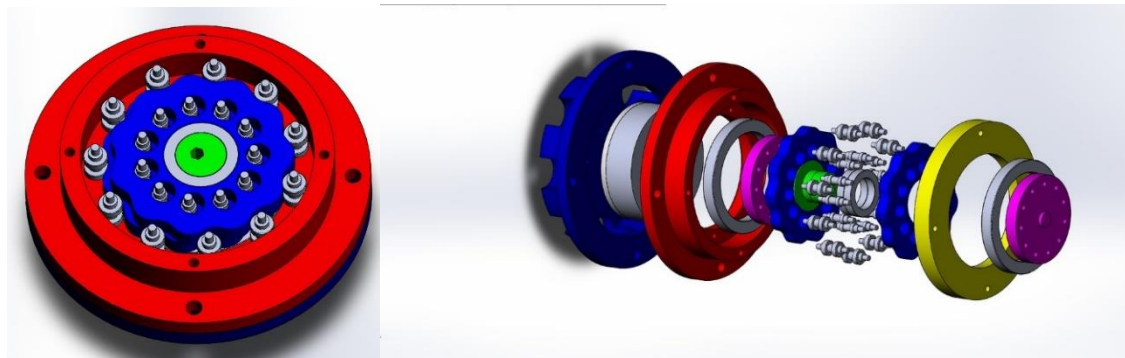


Рисунок 1.5 – Вид редуктора без выходного звена и с разнесенными элементами

Сверху циклоидального диска, совместно с выходным подшипником на верхнюю часть корпуса закреплено выходное звено. Это звено вращается за счет установленных в отверстия дисков штифтов, которые зафиксированы от перекосов в отверстиях нижнего диска выходного звена.

Таким образом, для выбранных условий сконструирован мотор-редуктор, выполненный в одном корпусе с элементами передач, подобраны подшипники для эксцентриков, цевок, отверстий выходного звена, опорных подшипников выходного звена.

Для увеличения передаточного отношения возможно использование нескольких ступеней.

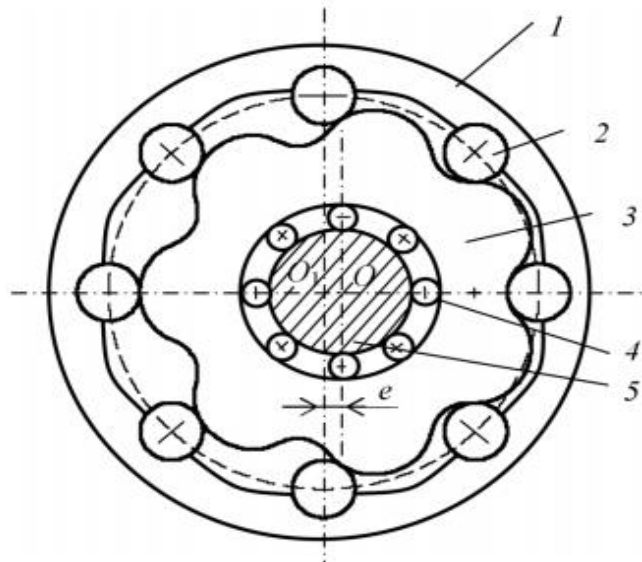


Рисунок 1.6 – Схема циклоидального редуктора

На рисунке 1.6 показана схема планетарно-цевочной передачи, которая содержит цевочное колесо 1 с закрепленными на нем цевками 2 в виде роликов и сателлит 3 с циклоидальным профилем зубьев. Сателлит 3 установлен на роликовом подшипнике 4 эксцентрика 5, который в данном случае является водилом. Радиус водила равен межосевому расстоянию $OO_1 = e$. Вращение эксцентрика 5 вокруг точки O_1 заставляет сателлит обкатываться по цевкам и медленно поворачиваться вокруг оси вращения сателлита, обозначенной точкой O .

1.1.3 Геометрические параметры циклоидального редуктора

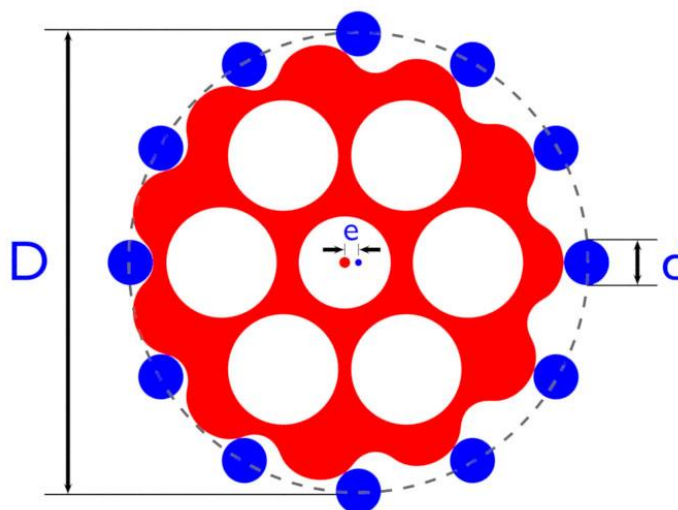


Рисунок 1.7 – Диаграмма циклоидального редуктора

где D – диаметр кольца, на котором расположены центры штифтов;
 d – диаметр самих штифтов (показан синим цветом);
 N – количество контактов;
 e – эксцентриситет, или смещение центра циклоидного диска относительно центра штифтового кольца.

1.1.4 Служебное назначение детали

Деталь корпус является составной частью мотор-редуктора с циклоидальным зацеплением. Служит для размещения в нем элементов редуктора таких как: циклоидальный диск, эксцентриковый вал, выходной вал и штифты.

Мотор-редуктор служит приводом коленного сустава в самобалансирующемся роботе.

Корпус изготавливается из материала Д16Т ГОСТ 18482-2018. Химический состав материала приведен в таблице 1.1, механические свойства материала представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав Д16Т ГОСТ 18482-2018

(Al) %	(Mn)%	(Cu)%	(Fe)%	(Si) %	(Zn) %	(Cr)%	(Ti)%	(Zn)%	Примесей
90,9-94,7	0,3-0,9	3,8-4,9	до 0,5	до 0,5	до 0,25	до 0,1	до 0,15	до 0,25	Прочие, каждая 0,05; всего 0,15

Таблица 1.2 – Механические свойства колонны при 20°C формате материала Сталь 10

σ_T МПа	σ_B МПа	δ %	ψ %	КСУ, Дж/см ²
255-275	390-420	10-12	-	-

где σ_T – предел текучести;

σ_B – предел прочности при растяжении;

δ – относительное удлинение при разрыве короткого образца;

ψ – относительное сужение сечения;

КСУ – ударная вязкость.

1.1.5 Анализ технологичности объекта производства

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

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

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

1.1.6 Выбор заготовки и метода её получения

Современное состояние технологии машиностроения предоставляет большие возможности для рационального выбора вида исходной заготовки и способа её получения. Важно выбрать такую заготовку, у которой форма и размеры приближаются к форме и размерам готовой детали. Это позволяет исключать обдирку и черновую обработку, добиваться высокой производительности и экономного расхода металла. Правильный выбор исходной заготовки существенно влияет на технико-экономические показатели технологического процесса изготовления детали.

Труба ГОСТ 18482-2018

Материал: Д16Т

Масса детали 0,85 кг

Масса заготовки 1,2 кг

Определяем вес заготовки:

$$M_3 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot L \cdot \rho, \text{ кг} \quad (1.7)$$

где D, d – диаметры заготовки, мм;

L – длина заготовки, мм;

ρ – плотность материала заготовки.

$$M_3 = \frac{\pi(0,175^2 - 0,076^2)}{4} \cdot 46 \cdot 2,7 = 1,2$$

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3} \quad (1.8)$$

где $M_{\text{д}}$ – масса детали

M_3 – масса заготовки

$$K_{\text{им}} = \frac{0,85}{1,2} = 0,71$$

Себестоимость единицы готовой детали определяется по формуле:

$$C' = \frac{N_{\text{м}} \cdot Ц_{\text{м}}}{k_{\text{м}}}; \text{руб.} \quad (1.9)$$

где $N_{\text{м}}$ – норма расхода материала, 0,85 кг/ед.

$Ц_{\text{м}}$ – цена материала, = 630 руб./кг;

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

$$C' = \frac{0,85 \cdot 630}{0,8} = 669,375 \text{ руб.}$$

1.1.7 Составление технологического маршрута обработки

Технологический маршрут механической обработки детали представлен в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технологический процесс механической обработки детали

№ операции	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования
1	2	3
005	Заготовительная Отрезать заготовку в размер L=44 мм	Ленточная пила
010	Токарная с ЧПУ Установ А 1. Установить, закрепить деталь 2. Подрезать торец 43-0,5 3. Точить Ø 170 до кулачков	Токарно-обрабатывающий центр «OKUMA ES L8ii-M»

	<p>4. Точит фаску 1x45° Установ Б</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить, закрепить деталь 2. Подрезать торец в размер 40_{-0,62} 3. Точить Ø135 в размер 28_{-0,52} 4. Точить фаску 1x45° 5. Расточить Ø 86 напроход 6. Расточить Ø 90H7 в размер 2_{-0,25} 7. Расточить Ø 115 в размер 24_{-0,52} 8. Расточить Ø 132 в размер 1,5^{+0,25} 9. Расточит 2 фаски 0,5x45° 10. Расточить канавку Ø 94 шириной 2,5 мм 	
015	<p>Фрезерно-сверлильная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Центровать 4 отверстия на Ø8 мм 2. Центровать 8 отверстия на Ø3,5 мм 3. Центровать 11 отверстия на Ø4H7 мм 4. Сверлить 4 отверстия в размер Ø8 мм 5. Сверлить 8 отверстий в размер Ø3,5 мм 6. Сверлить 11 отверстий в размер Ø3,9 мм 7. Развернуть 11 отверстий в размер Ø4H7 8. Зенковать 8 отверстий в размер 2x45° 	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ «DMG DMC 635 V ecoline»
020	<p>Слесарная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Острые кромки притупить 	Верстак
025	Контрольная	

1.1.8 Выбор технологических баз

010 Токарно-обрабатывающий центр «OKUMA ES L8ii-M»

Базирование заготовки осуществляется на трехкулачковом патроне.

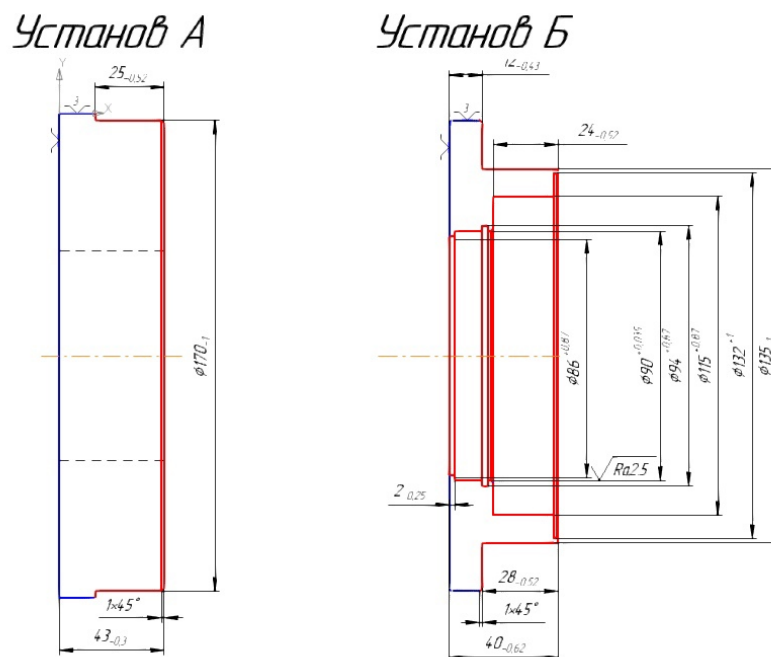


Рисунок 1.8 – Схема установки для операции 010

015 Вертикально – фрезерный станок с ЧПУ «DMG DMC 635 V esoline»
 Базирование заготовки осуществляется на самоцентрирующихся тисках с призматическими губами (губками).

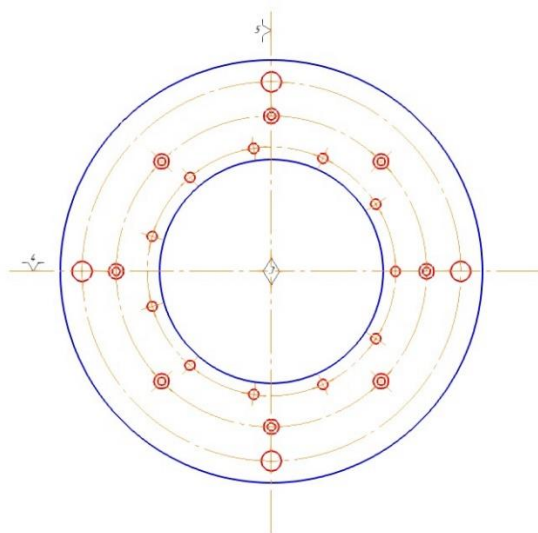


Рисунок 1.9 – Схема установки для операции 015

1.1.9 Выбор средств технического оснащения

Таблица 1.4 – Оборудование для операции. 010 Токарно-обрабатывающий центр «OKUMA»

Наименование параметра	Кол-е обозначение	Единица измерения
Максимальный диаметр обработки над щитком	550	мм
Максимальный диаметр обработки над суппортом	450	мм
Макс длина обработки	500	мм
Макс перемещение оси X	148	мм
Макс перемещение оси Y	520	мм
Диаметр отверстия шпинделя	62	мм
Наибольший диаметр прутка		
Диапазон скоростей	100-4200	об/мин
Мощность главного двигателя	11	кВт
Размер токарного резца для наружной обработки	25x25	мм
Размер токарного резца для внутренней обработки	38	мм
Диаметр пиноли задней бабки	90	мм
Ход пиноли задней бабки	100	мм
Габариты станка	3225x1700x1700	мм
Вес станка	3700	кг



Рисунок 1.10 – Токарно-обрабатывающий центр «OKUMA ES L8ii-M»

Таблица 1.5 – Оборудование для операции. 015 Вертикально – фрезерный станок с ЧПУ «DMG DMC 635 Vecoline»

Наименование параметра	Кол-е обозначение	Единица измерения
Перемещение по осям X/Y/Z	635/510/460	мм
Размер стола	790x560	мм
Макс. нагрузка на стол	600	кг
Автоматически сменных инструментов	20	шт.
Конус шпинделя	SK 40	–
Обороты шпинделя	14000	об/мин
Мощность шпинделя	8,5	кВт
Суммарная мощность станка	13	кВт
Габариты станка ДхШхВ	2000x2700x2400	мм
Вес станка	3600	кг



Рисунок 1.11 – Вертикально – фрезерный станок с ЧПУ «DMG DMC 635 Vecoline»

Таблица 1.6 – Выбор технологической оснастки

Номер операции	Оснастка
1	2
010	<p>Установ А</p> <p>Переход 1 Державка: DCLNR/L 2020K09 Фирма: «ZCC-CT» Пластина: CNMG090304-DF Фирма: «ZCC-CT» Материал: YD101 Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 2 Державка: DCLNR/L 2020K09 Фирма: «ZCC-CT» Пластина: CNMG090304-DF Фирма: «ZCC-CT» Материал: YD101 Фирма: «ZCC-CT»</p>
	<p>Переход 3 Сверло: ZTD02-350-XP40-SP11-02 Фирма: «ZCC-CT» Пластина: SPGT110408-PM/EM Фирма: «ZCC-CT»</p>
1	2
	<p>Материал: Наружной пластины; YBG205 Внутренней пластины; YBG212 Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 4 Державка: S16M-PCLNR/L09 Фирма: «ZCC-CT» Пластины: CNMG090304-DF Фирма: «ZCC-CT» Материал: YD101 Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 5</p>
	<p>Державка: S16M-PCLNR/L09 Фирма: «ZCC-CT» Пластины: CNMG090304-DF Фирма: «ZCC-CT» Материал: YD101 Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 6 Державка: S16M-PCLNR/L09 Фирма: «ZCC-CT» Пластины: CNMG090304-DF Фирма: «ZCC-CT» Материал: YD101 Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 7 Державка: S16M-PCLNR/L09 Фирма: «ZCC-CT» Пластины: CNMG090304-DF Фирма: «ZCC-CT» Материал: YD101 Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 8 Державка: C20Q-QEDR/L05-27 Фирма: «ZCC-CT» Пластина: ZTED02503-MG Фирма: «ZCC-CT» Материал: YD101 Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Установ Б</p> <p>Переход 1 Державка: DCLNR/L 2020K09 Фирма: «ZCC-CT» Пластина: CNMG090304-DF Фирма: «ZCC-CT» Материал: YD101 Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 2 Державка: DCLNR/L 2020K09 Фирма: «ZCC-CT» Пластина: CNMG090304-DF Фирма: «ZCC-CT» Материал: YD101 Фирма: «ZCC-CT»</p>

Продолжение таблицы 1.6

015	<p>Переход 1 Патрон цанговый: SK40-ER16-100 Фирма «CNCINS» Цанга: ER16-6 Фирма «CNCINS» Центровочное сверло: 1143SC90-0600 Фирма: «ZCC-CT» Материал: YK20F Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 2 Патрон цанговый: SK40-ER16-100 Фирма «CNCINS» Цанга: ER16-6 Фирма «CNCINS» Центровочное сверло: 1143SC90-0600 Фирма: «ZCC-CT» Материал: YK20F Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 3 Патрон цанговый: SK40-ER16-100 Фирма «CNCINS» Цанга: ER16-6 Фирма «CNCINS» Центровочное сверло: 1143SC90-0600 Фирма: «ZCC-CT» Материал: YK20F Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 4 Патрон цанговый: SK40-ER16-100 Фирма «CNCINS» Цанга: ER16-10 Фирма «CNCINS» Сверло: 1105SC03-0800 Фирма: «ZCC-CT» Материал: YK20F Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 5 Патрон цанговый: SK40-ER16-100 Фирма «CNCINS» Цанга: ER16-4 Фирма «CNCINS» Сверло: 1105SC03-0350 Фирма: «ZCC-CT» Материал: YK20F Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 6 Патрон цанговый: SK40-ER16-100 Фирма «CNCINS» Цанга: ER16-4 Фирма «CNCINS» Сверло: 1105SC03-0390 Фирма: «ZCC-CT» Материал: YK20F Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 7 Патрон цанговый: SK40-ER16-100 Фирма «CNCINS» Цанга: ER16-4 Фирма «CNCINS» Развертка: 3101H7-0400 Фирма: «ZCC-CT» Материал: YK10F Фирма: «ZCC-CT»</p> <p>Переход 8 Патрон цанговый: SK40-ER16-100 Фирма «CNCINS» Цанга: ER16-4 Фирма «CNCINS» Зенковка: TCHQ-304 Фирма: «CNCINS» Материал: HSS Фирма: «CNCINS»</p>
-----	---

1.1.10 Расчет припусков на обработку

Расчет припусков на механическую обработку производится после выбора оптимальных для данных условий технологического маршрута и выбора метода получения заготовки.

Расчет производится расчётно-аналитическим методом. Расчетной величиной является минимальный припуск на обработку, достаточной для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе.

Припуск на диаметр при обработке наружных или внутренних поверхностей вращения:

$$2Z_{i \min} = 2 \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{\Sigma i-1})^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \quad (1.10)$$

где $Z_{i \min}$ – минимальный припуск;

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

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

Для черного растачивания:

$$2Z_{i \min} = 2(200 + 300 + \sqrt{30^2 + 650^2}) = 2301 = 2,3 \text{ мм}$$

Для чистового растачивания:

$$2Z_{i \min} = 2(63 + 60 + \sqrt{30^2 + 650^2}) = 1547 = 1,55 \text{ мм.}$$

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционное) и в некоторых случаях отклонения формы поверхности (отклонения от плоскостности, прямолинейности на предшествующем переходе);

ε_{yi} – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Различают общее и местное отклонение оси детали от прямолинейности (кривизну). Их значение определяют исходя из геометрических соотношений параметров детали. Так, при установке в центрах (рисунок 13 а) общее

отклонение:

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k l \quad (1.11)$$

При консольном закреплении (рис 3б) общее отклонение:

$$\Delta_{\Sigma k} = l \frac{\Delta_k}{\Delta_k^2 + 0,25} \quad (1.12)$$

Здесь Δ_k – отклонение оси детали от прямолинейности, мкм на 1 мм (в справочных материалах далее именуется кривизной).

После выполняемого перехода обработки отклонение от расположения или кривизну рассчитывают по точной или приближенной формуле.

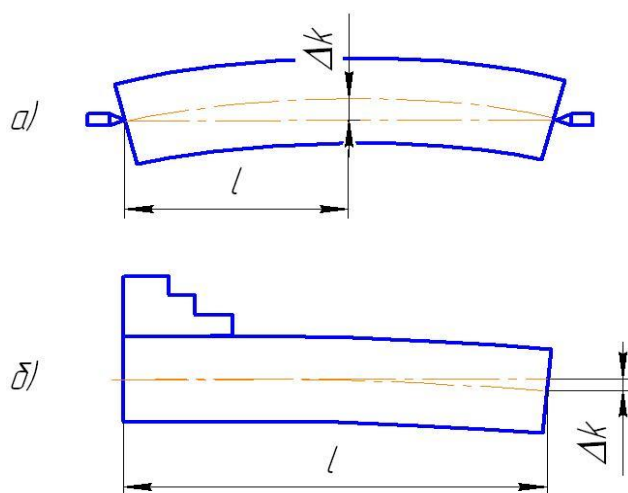


Рисунок 1.12 – Обозначения общей и местной кривизны заготовки:

а – при ее установке в центрах; б – при консольном креплении.

$$\Delta_{\Sigma k} = 30 \frac{0,5}{0,5^2 + 0,25} = 30 \text{ мкм}$$

Таблица 1.7 – Точность и качество поверхности заготовок из проката после механической обработки

Способ обработки	Переход	Квалитет	Rz, мкм	h, мкм
Обработка наружных поверхностей				
Обтачивание резцами проката повышенной и обычной точности	Обдирка	14	125	120
	Черновое	12	63	60
	Чистовое и однократное	10 – 11	32 – 20	30
	Тонкое	7 – 9	6,3 – 3,2	–

Графа «расчетный размер» (d_p) заполняется, начиная с конечного, в данном случае чертежного размера, последовательным прибавлением

расчетного минимального припуска каждого технологического перехода.

$$d_p = 170 + 1.55 = 171.55 \text{ – для чистового точения};$$

$$d_p = 171,55 + 2,3 = 173,85 \text{ – для чернового растачивания}$$

1.1.11 Расчет режимов резания

Точение:

005 Токарная с ЧПУ;

Глубина резания $t=4$ мм;

Подача $s=0.5$ об/мин;

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = K_V \quad (1.13)$$

где – C_V – коэффициент (таблица 17) [6];

T^m – стойкость резца;

t^x – глубина резания;

S^y – подача;

K_V – произведения коэффициентов, учитывающий влияние материала заготовки K_{mv} , состояния поверхности K_{pv} , материал инструмента K_{iv} .

$$C_V=328;$$

$$T=60;$$

$$x=0,12;$$

$$y=0,5;$$

$$K_V = 2,43;$$

$$m=0,28$$

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} \quad (1.14)$$

где $K_{mv} = 1$;

$$K_{pv} = 0,9;$$

$$K_{iv} = 2,7.$$

$$K_V = 1 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 2,43$$

Для твердого сплава:

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 4^{0,12} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 2,43 = 303,3 \approx 303 \text{ м/мин}$$

Для быстрорежущей стали:

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

$$V = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 4^{0,12} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 0,9 = 112,3 \approx 112 \text{ м/мин}$$

Сила резания:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (1.15)$$

где $C_p=55$;

$x=1$;

$y=0,66$;

$n=0$.

$$K_p = K_{MP} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_p K_{rp} \quad (1.16)$$

где $K_{MP} = 1$;

$K_{\varphi p}=1,08$;

$K_{\gamma p}=1$;

$K_p=1$;

$K_{rp}=87$.

$$K_p = 1 \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,94$$

$$P_z = 10 \cdot 55 \cdot 4^1 \cdot 0,5^{-0,66} \cdot 112^0 \cdot 0,98 = 3406 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{3406 \cdot 112}{1020 \cdot 60} = 6,23 \text{ кВт}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 112}{3,14 \cdot 135} = 265 \text{ об/мин}$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 135 \cdot 265}{1000} = 112,333 \text{ м/мин}$$

Сверление.

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T m_{S^y}} K_v \quad (1.17)$$

где $C_v=32,6$;

$$T=20;$$

$$S=0,3;$$

$$D=4;$$

$$m=0,125;$$

$$y=0,55;$$

$$q=0,25.$$

$$v = \frac{32.6 \cdot 4^{0.25}}{20^{0.125} \cdot 0.3^{0.55}} = 61.5 \text{ м/мин}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} \quad (1.18)$$

$$\text{где } K_{mv} = 1;$$

$$K_{iv} = 1;$$

$$K_{lv} = 1.$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Крутящий момент, Н·м и осевую силу, Н:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (1.19)$$

$$\text{где } C_m = 0,05;$$

$$D = 4;$$

$$S=0,3;$$

$$K_p=1;$$

$$q=2;$$

$$y=0,8.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,05 \cdot 4^2 \cdot 0,3^{0,8} \cdot 1 = 3,05 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (1.20)$$

$$\text{где } C_p=9,8;$$

$$D = 4;$$

$$S = 0,3;$$

$$K_p = 1;$$

$$q = 1;$$

$$y=0,7.$$

$$P_o = 10 \cdot 9,8 \cdot 4^1 \cdot 0,3^{0,7} \cdot 1 = 168,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания:

$$Ne = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \quad (1.21)$$

$$n = \frac{1000v}{3.14 \cdot D} \quad (1.22)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 61.5}{3.14 \cdot 4} = 4896 \text{ об/мин}$$

$$Ne = \frac{3,05 \cdot 4986}{9750} = 1,53 \text{ кВт}$$

Таблица 1.8 – Режимы резания

№ операции	Наименование и содержание операции				
010	Токарный с ЧПУ				
	Установ А				
	1 Подрезать торец в размер 43 ^{-0,5}				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	1	299,5	530	0.3	2,97
	2 Точить Ø 170 до кулачков				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	1	299,5	530	0.3	1,5
	3 Точить фаску 1x45°				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	1	299,5	530	0.3	0,06
	Установ Б				
	1 Подрезать торец в размер 40 ^{-0,62}				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	1	299,5	530	0,25	2
	2 Точить Ø135 в размер 28 ^{-0,52}				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	5	395,6	700	0,25	4
	3 Точить фаску 1x45°				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	1	395,6	700	0,25	1
	4 Расточит Ø 86 напроход				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	2	327	1110	0,25	4
	5 Расточит Ø 90Н7 в размер 2 ^{-0,25}				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	1	627	1110	0,1	2
	6 Расточит Ø 115 в размер 24 ^{-0,52}				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	4	627	1110	0,25	4
	7 Расточит Ø 132 в размер 1,5 ^{+0,25}				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	1	627	1110	0,25	1,5
	8 Расточит 2 фаски 0,5x45°				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм

Продолжение таблицы 1.8

	1	207	700	0,25	0,5
	9 Расточить канавку Ø 94 шириной 2,5 мм				
	i	i	i	i	i
	1	1	1	1	1
015	Фрезерная с ЧПУ				
	Центровать 4 отверстия на 8 мм				
	i	i	i	i	i
	4	4	4	4	4
	Центровать 8 отверстия на 3,5 мм				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	8	62,8	2500	0,15	2,5
	Центровать 11 отверстия на 4Н7				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	11	62,8	2500	0,15	2,5
	Сверлить 4 отверстия на 8 мм				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	4	120,5	4800	0,16	4
	Сверлить 4 отверстия на 8 мм				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	4	120,5	4800	0,16	4
	Сверлить 8 отверстия на 3,5 мм				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	8	105,5	9600	0,16	1,75
	Сверлить 11 отверстия на 3,9 мм				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	11	117,6	9600	0,25	1,95
	Развернуть 11 отверстий на 4Н7				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	11	14,3	315	0,5	0,1
	Зенковать 8 отверстий 3,5 мм на глубину 2 мм				
	i	V м/мин	n об/мин	s мм/об	t мм
	8	23,3	800	0,3	0,2

1.1.12 Нормирование технологического процесса механической обработки

Норма времени

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n}; \quad (1.23)$$

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

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

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

$$T_{пз} = t_0 + t_B + t_{обс} + t_{отд}, \quad (1.24)$$

где t_0 – основное время;

t_B – вспомогательное время;

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

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

Норма времени для 010 операции:

$$T_{шт-к} = 27,42 + \frac{4,48}{500} = 27,43 \text{ мин.}$$

$$T_{пз} = 3,48 + 0,50 + 0,50 = 4,48$$

Таблица 1.9 – Нормирований операций 010

№ операций	Токарная с ЧПУ	Время
1	2	3
005	1. Основное время	2,97
	2. Вспомогательное время:	
	– Время, связанное с переходом	0,13
	– Время на установку и снятие детали	0,38
	– Коэффициент на вспомогательное время	1,0
	– Суммарное вспомогательное время	3,48
3. Время перерывов на отдых и личные потребности, %	4(0,50)	
4. Время на обслуживание рабочего места, %	4(0,50)	
	Штучное время	27,42

Операция 015

$$T_{шт-к} = 5,56 + \frac{2,7}{500} = 5,57 \text{ мин.}$$

$$T_{пз} = 1,7 + 0,50 + 0,50 = 2,7$$

Таблица 1.10 – Нормирований операций 015

№ операций	Фрезерная с ЧПУ	Время
1	2	3
015	1. Основное время	0,92
	2. Вспомогательное время:	
	– Время, связанное с переходом	0,32
	– Время на установку и снятие детали	0,46

	– Коэффициент на вспомогательное время – Суммарное вспомогательное время	1,0
	3. Время перерывов на отдых и личные потребности, %	4(0,50)
	4. Время на обслуживание рабочего места, %	4(0,50)
	Штучное время	5,56

1.2 Конструкторская часть

1.2.1 Конструирование редуктора

Построим укороченную эпициклоиду:

Для этого нужно найти координаты точки А (x_A, y_A) на рисунке 1.1 по формулам 1.1; и 1.2.

Исходные данные:

R– радиус окружности, на котором расположены центры штифтов.

r– радиус штифтов

τ – независимый параметр, $\tau = 0 \dots 2\pi$.

e– эксцентриситет, или смещение центра циклоидного диска относительно центра штифтового кольца.

λ – коэффициент укорочения эпициклоиды = e/r .

OA– укороченная эпициклоида = e

R=50мм

r=6мм

$\tau=3,14$

e=2мм

$\lambda=2/6=0,333$

$$X_3 = (50 + 6)\cos 2 * 3,14 - 0,333 * 6\cos \left(\frac{50 + 6}{6} 2 * 3,14\right)$$

$$Y_3 = (50 + 6)\sin 2 * 3,14 - 0,333 * 6\sin \left(\frac{50 + 6}{6} 2 * 3,14\right)$$

Уравнения эпициклоиды записываются с учетом, что $\lambda=0.333$,

$z_1 = 10$, при числе цевок $z_2 = z_1 + 1$:

$$x_3(\tau) = \frac{2*11}{0,333} \cos 2 * 3,14 - 2 \cos (11 * 2 * 3,14) ;$$

$$y_3(\tau) = \frac{2 \cdot 11}{0,333} \sin 2 * 3,14 - 2 \sin (11 * 2 * 3,14);$$

Уравнения рабочего профиля циклоидального имеют вид:

$$x(\tau) = x_3(\tau)e = 6 \cos(11 * 2 * 3.14 - \varphi(2 * 3.14))$$

$$y(\tau) = y_3(\tau)e = 6 \sin(11 * 2 * 3.14 - \varphi(2 * 3.14))$$

Построение профиля в среде САПР Solidworks:

1) Воспользуемся командой «Кривая, управляемая уравнением»»

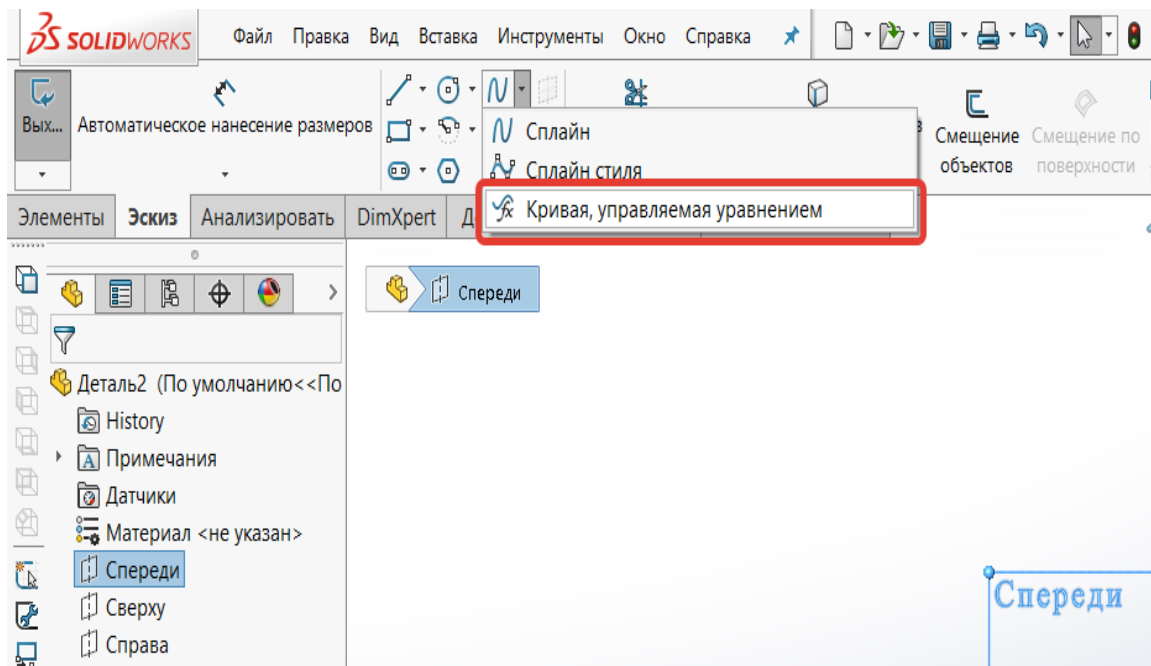


Рисунок 1.13 – Команда «Кривая, управляемая уравнением»»

2) Вводим уравнение в соответствующие окна.

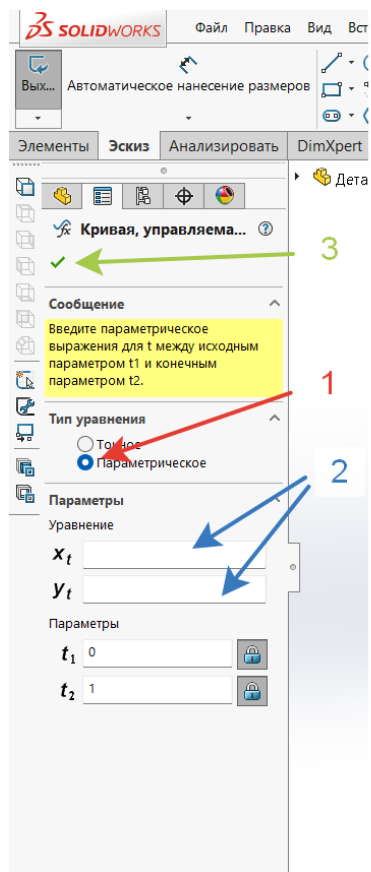


Рисунок 1.14 – Уравнения

3) Воспользуемся командой смещение объектов. В окно №1 вставляется значение $r=6\text{мм}$, таким образом получаем рабочий профиль.

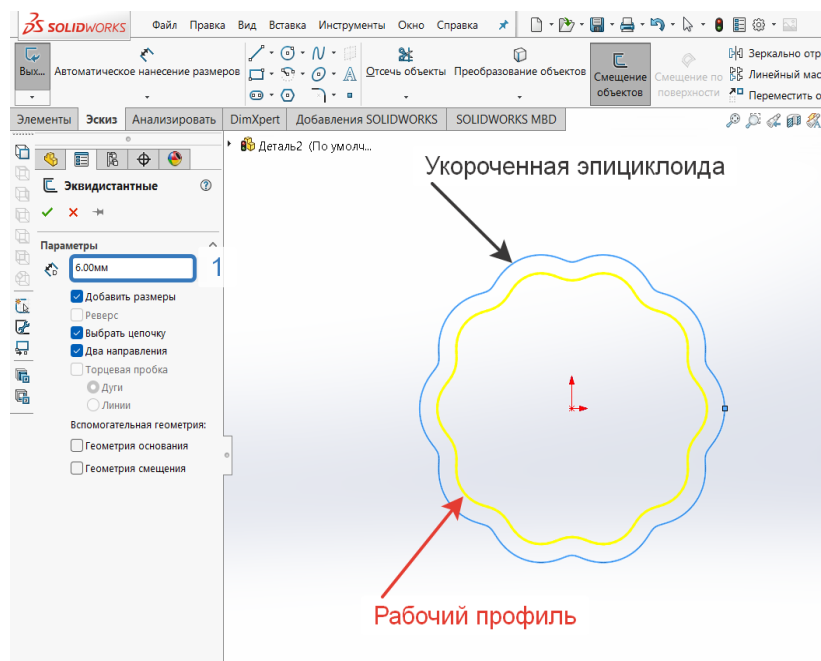


Рисунок 1.15 – Команда «Смещение объектов»

1.2.2 Описание экспериментальной установки

Для определения крутящего момента на выходном валу редуктора был сконструирован и изготовлен стенд. Редуктор 1 установлен на две опоры 2 и 3 и свободно вращается, опоры не подвижно закреплены на основании 7. Тормозной диск 5 установлен на выходном валу редуктора, рычаг 4 неподвижно закреплен на редукторе и вращается вместе с ним. 8 Источник питания выдает напряжение 16 вольт, сила тока до 10 А, имеет встроенный вольтметр и амперметр 9. Тахометр измеряет угловую скорость тормозного диска (выходного вала). Суппорт 11 неподвижно закреплен на передней опоре 2.

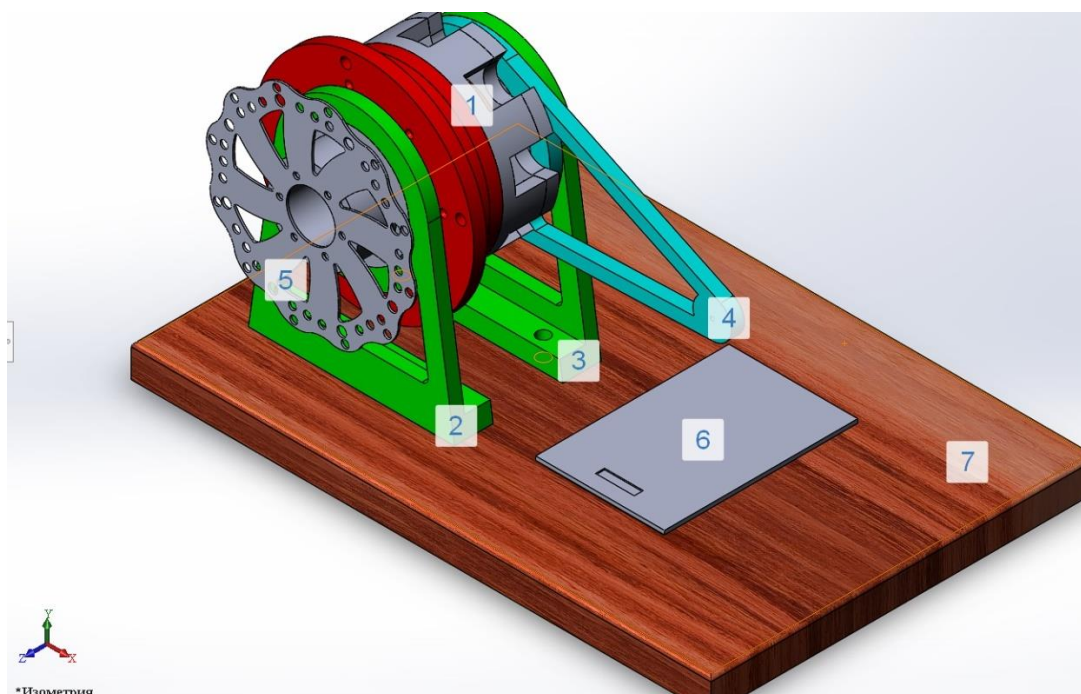


Рисунок 1.16 – Стенд

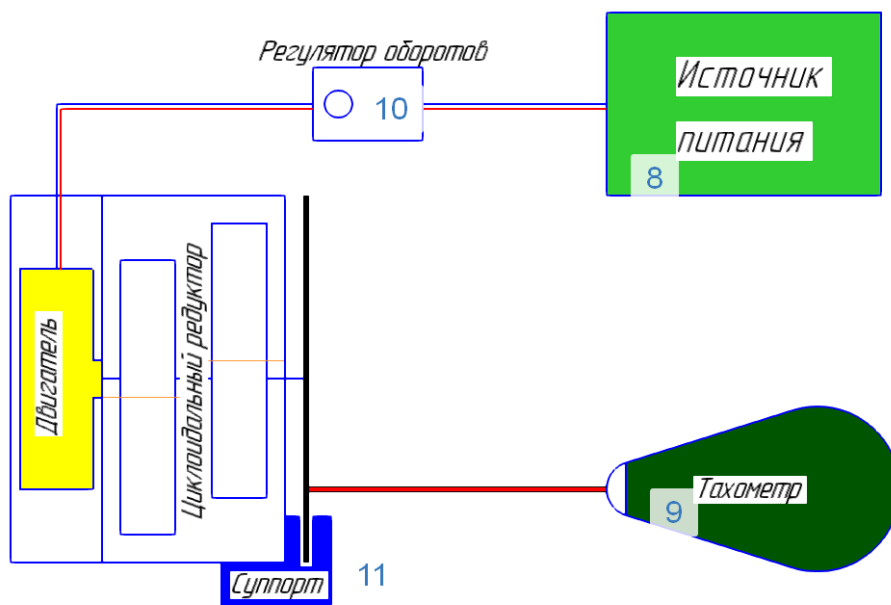


Рисунок 1.17 – Схема измерений механических характеристик циклоидального редуктора; 1–Редуктор; 2–Передняя опора; 3–Задняя опора; 4–Рычаг; 5–Тормозной диск; 6–Весы; 7–Основание; 8–Источник питания ; 9–Тахометр; 10–Контроллер; 11–Суппорт

Источник питания



Рисунок – 1.18 «Источник питания R-SPS 3010»

Входное напряжение	230 В;
Выходное напряжение	0...30 В;
Выходной ток	до 10 А.



Рисунок 1.19 – «Тахометр лазерный, цифровой TL-900»

Память	60 знач.;
Время автоотключения	20 с;
Бесконтактное измерение	Есть;
Нижний предел измерения (тахометр)	2,5 об/мин;
Верхний предел измерения (тахометр)	99999 об/мин.

Принцип работы стенда:

Включаем установку, подаем питание на контроллер и регулируем обороты двигателя. На выходной вал редуктора начинает вращаться, на нем установлен тормозной диск, зажимая тормозной диск суппортом, редуктор начинает вращаться на опорах и рычагом создает нагрузку на весах. Источник питания имеет встроенный вольтметр и амперметр. Обороты на выходном валу определяем тахометром.

Снимем требуемые показания такие как: напряжение тока, сила тока, обороты на выходном валу редуктора и нагрузку, которую создает редуктор на весы, на нужных диапазонах. Фиксируем все нужные нам характеристики и приступаем к расчетам КПД редуктора. Значения измерений для различных условий сведены в таблице 1.11,1.12,1.13.

Таблица 1.11 – Экспериментальные данные «1 – серия экспериментов»

№	1	2	3	4
N кВт	0,04	0,046	0,058	0,08
Nвт	40	46	58	80
пвв об/мин	85	77	76	46
пдв об/мин	935	847	836	506
кг	1,9	2,2	2,6	3,9
Мдв Н*м	0,4	0,5	0,7	1,5
Мвв Н*м	3,6	4,2	5,0	7,5
кпд %	80,9	73,8	68,2	44,9

Таблица 1.12 – Экспериментальные данные «2 – серия экспериментов»

№	1	2	3	4
N кВт	0,039	0,046	0,066	0,086
Nвт	39	46	66	86
пвв	115	113	107	103
пдв	1265	1243	1177	1133
кг	1	1,3	2,4	3,2
Мдв	0,3	0,4	0,5	0,7
Мвв	1,9	2,5	4,6	6,1
кпд %	59,1	64,0	77,9	76,8

Таблица 1.13 – Экспериментальные данные «3 – серия экспериментов»

№	1	2	3	4
N кВт	0,048	0,067	0,096	0,126
Nвт	48	67	96	126
пвв	135	129	120	115
пдв	1485	1419	1320	1265
кг	1	1,8	2,9	3,9
Мдв	0,3	0,5	0,7	1,0
Мвв	1,9	3,4	5,5	7,5
кпд %	56,3	69,4	72,6	71,3

1.3 Результаты проведенной работы

Крутящий момент двигателя определяется по формуле:

$$M_{дв} = \frac{9550 \cdot N}{n}; \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad (1.25)$$

где – N – мощность, потребляемая двигателем; Вт

n – обороты двигателя; об/мин

Крутящий момент на выходном валу определяется по формуле:

$$M_{вв} = F \cdot L \cdot g; \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad (1.26)$$

где – F – показания на весах стенда при измерении КПД редуктора; кг
 L – кратчайшее расстояние между линией действия силы и связанной с ней точкой (полюсом или осью вращения) при создании силой момента; м
 g – ускорение свободного падения; м/с

Коэффициент полезного действия определяется по формуле:

$$\eta = \frac{M_{\text{ВВ}}/M_{\text{ДВ}}}{11} \cdot 100; \% \quad (1.27)$$

где – 11 – это передаточное отношение редуктора.

1) Определяем КПД редуктора при низких оборотах двигателя:

1) Исходные данные:

$$N_1 = 0,04 \text{ кВт};$$

$$n = 935 \text{ об/мин};$$

$$F = 1,9;$$

$$L = 0,195;$$

$$g = 9,81.$$

$$M_{\text{ДВ}} = \frac{9550 \cdot 0,04}{935} = 0,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{ВВ}} = 1,9 \cdot 0,195 \cdot 9,81 = 3,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\eta = \frac{3,6/0,4}{11} \cdot 100 = 81\%$$

2) Исходные данные:

$$N_1 = 0,046 \text{ кВт};$$

$$n = 847 \text{ об/мин};$$

$$F = 2,2;$$

$$L = 0,195;$$

$$g = 9,81.$$

$$M_{\text{ДВ}} = \frac{9550 \cdot 0,046}{847} = 0,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{ВВ}} = 2,2 \cdot 0,195 \cdot 9,81 = 4,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\eta = \frac{4,2/0,5}{11} \cdot 100 = 76\%$$

3) Исходные данные:

$$N_1 = 0,058 \text{ кВт};$$

$$n = 836 \text{ об/мин};$$

$$F = 2,6;$$

$$L = 0,195;$$

$$g = 9,81.$$

$$M_{\text{ДВ}} = \frac{9550 \cdot 0,058}{836} = 0,66 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{ВВ}} = 2,6 \cdot 0,195 \cdot 9,81 = 4,97 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\eta = \frac{4,97/0,66}{11} \cdot 100 = 68 \%$$

4) Исходные данные:

$$N_1 = 0,08 \text{ кВт};$$

$$n = 506 \text{ об/мин};$$

$$F = 3,9;$$

$$L = 0,195;$$

$$g = 9,81.$$

$$M_{\text{ДВ}} = \frac{9550 \cdot 0,08}{506} = 1,51 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{ВВ}} = 3,9 \cdot 0,195 \cdot 9,81 = 7,46 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\eta = \frac{7,46/1,51}{11} \cdot 100 = 45 \%$$

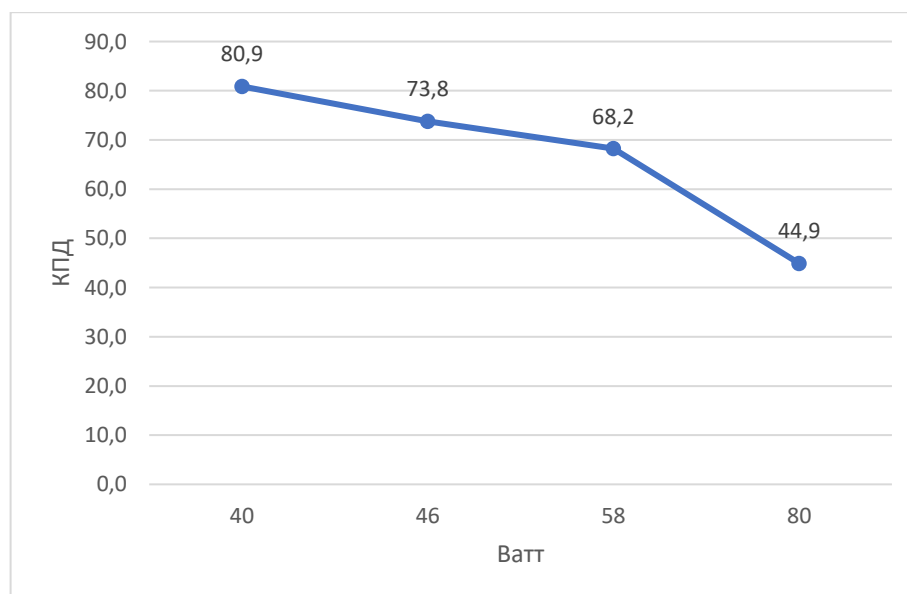


Рисунок 1.20 – Зависимость КПД от мощности $n = 935\text{--}506$ об/мин

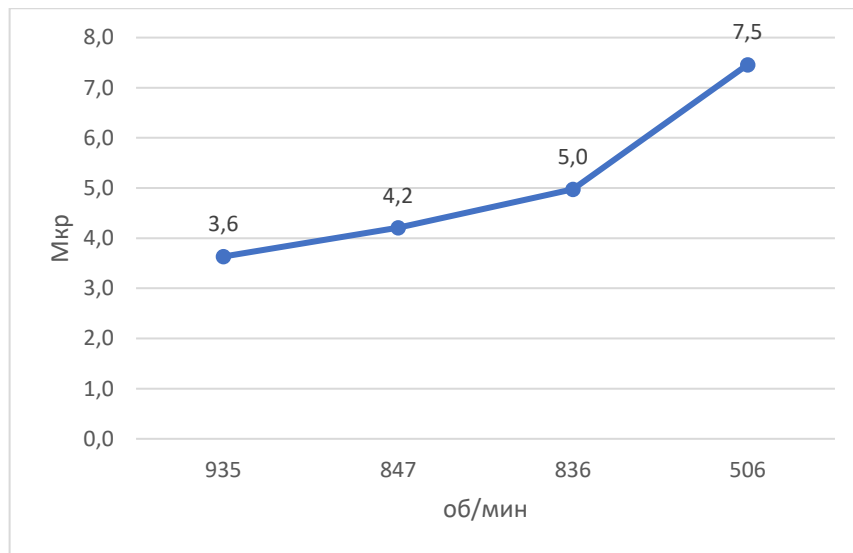


Рисунок 1.21 – Зависимость крутящего момента от оборотов двигателя

2) Определяем КПД редуктора при средних оборотах двигателя:

1) Исходные данные:

$$N_1 = 0,039 \text{ кВт};$$

$$n = 1265 \text{ об/мин};$$

$$F = 1;$$

$$L = 0,195;$$

$$g = 9,81.$$

$$M_{\text{дв}} = \frac{9550 \cdot 0,039}{1265} = 0,29 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{вв}} = 1 \cdot 0,195 \cdot 9,81 = 1,91 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\eta = \frac{1,91/0,29}{11} \cdot 100 = 60 \%$$

2) Исходные данные:

$$N_1 = 0,046 \text{ кВт};$$

$$n = 1243 \text{ об/мин};$$

$$F = 1,3;$$

$$L = 0,195;$$

$$g = 9,81.$$

$$M_{\text{дв}} = \frac{9550 \cdot 0,046}{1243} = 0,35 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{ВВ}} = 1,3 \cdot 0,195 \cdot 9,81 = 2,49 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\eta = \frac{2,49/0,35}{11} \cdot 100 = 65 \%$$

3) Исходные данные:

$$N_1 = 0,066 \text{ кВт};$$

$$n = 1177 \text{ об/мин};$$

$$F = 2,4;$$

$$L = 0,195;$$

$$g = 9,81.$$

$$M_{\text{ДВ}} = \frac{9550 \cdot 0,066}{1177} = 0,54 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{ВВ}} = 2,4 \cdot 0,195 \cdot 9,81 = 4,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\eta = \frac{4,6/0,54}{11} \cdot 100 = 77 \%$$

4) Исходные данные:

$$N_1 = 0,086 \text{ кВт};$$

$$n = 1133 \text{ об/мин};$$

$$F = 3,2;$$

$$L = 0,195;$$

$$g = 9,81.$$

$$M_{\text{ДВ}} = \frac{9550 \cdot 0,086}{1133} = 0,72 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{ВВ}} = 3,2 \cdot 0,195 \cdot 9,81 = 6,12 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\eta = \frac{6,12/0,72}{11} \cdot 100 = 77 \%$$

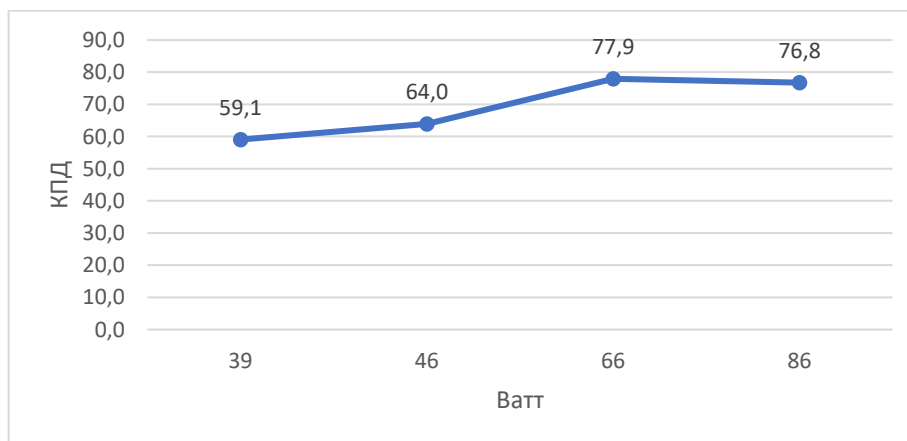


Рисунок 1.22 – Зависимость КПД от мощности $n = 1265\text{--}1133$ об/мин

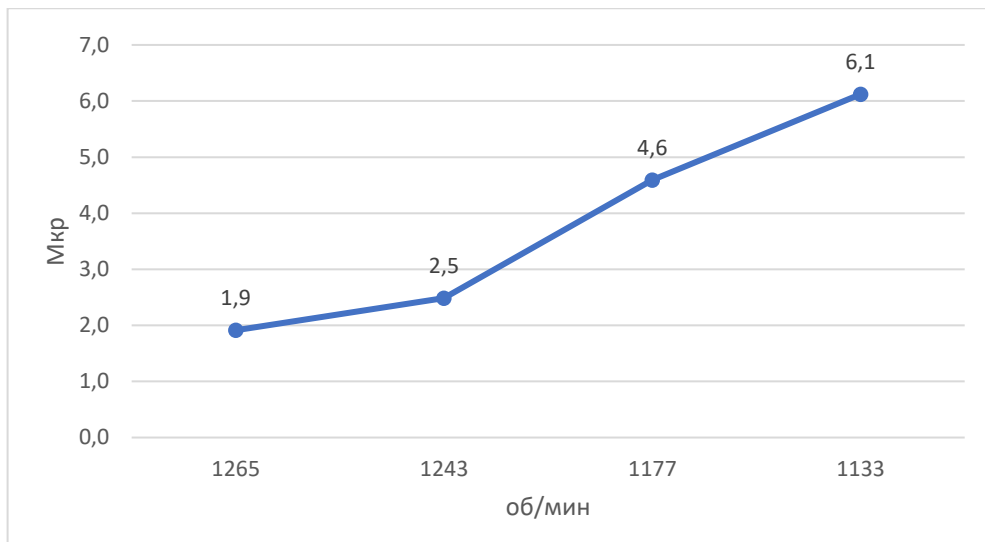


Рисунок 1.23 – Зависимость крутящего момента от оборотов двигателя

3) Определяем КПД редуктора при высоких оборотах двигателя:

1) Исходные данные:

$$N_1 = 0,048 \text{ кВт};$$

$$n = 1485 \text{ об/мин};$$

$$F = 1;$$

$$L = 0,195;$$

$$g = 9,81.$$

$$M_{ДВ} = \frac{9550 \cdot 0,048}{1485} = 0,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{ВВ} = 1 \cdot 0,195 \cdot 9,81 = 1,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\eta = \frac{1,9/0,3}{11} \cdot 100 = 57\%$$

2) Исходные данные:

$$N_1 = 0,067 \text{ кВт};$$

$$n = 1419 \text{ об/мин};$$

$$F = 1,8;$$

$$L = 0,195;$$

$$g = 9,81.$$

$$M_{ДВ} = \frac{9550 \cdot 0,067}{1419} = 0,45 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{ВВ} = 1,8 \cdot 0,195 \cdot 9,81 = 3,44 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\eta = \frac{3,44/0,45}{11} \cdot 100 = 69 \%$$

3) Исходные данные:

$$N_1 = 0,096 \text{ кВт};$$

$$n = 1320 \text{ об/мин};$$

$$F = 2,9;$$

$$L = 0,195;$$

$$g = 9,81.$$

$$M_{\text{ДВ}} = \frac{9550 \cdot 0,096}{1320} = 0,69 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{ВВ}} = 2,9 \cdot 0,195 \cdot 9,81 = 5,55 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\eta = \frac{5,55/0,69}{11} \cdot 100 = 73\%$$

4) Исходные данные:

$$N_1 = 0,126 \text{ кВт};$$

$$n = 1265 \text{ об/мин};$$

$$F = 3,9;$$

$$L = 0,195;$$

$$g = 9,81.$$

$$M_{\text{ДВ}} = \frac{9550 \cdot 0,126}{1265} = 0,95 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{ВВ}} = 3,9 \cdot 0,195 \cdot 9,81 = 7,46 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\eta = \frac{7,46/0,95}{11} \cdot 100 = 71 \%$$

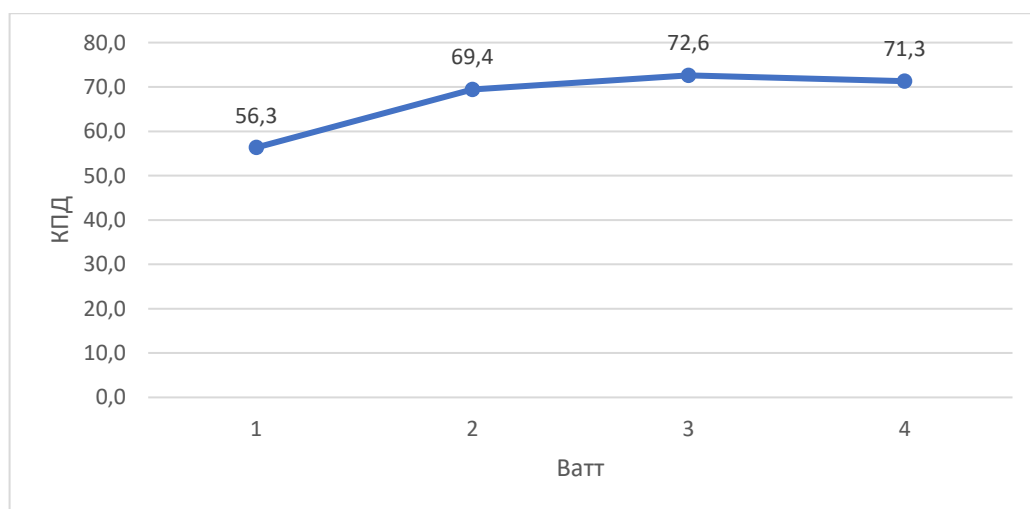


Рисунок 1.24 – Зависимость КПД от мощности $n = 1485\text{--}1265$ об/мин

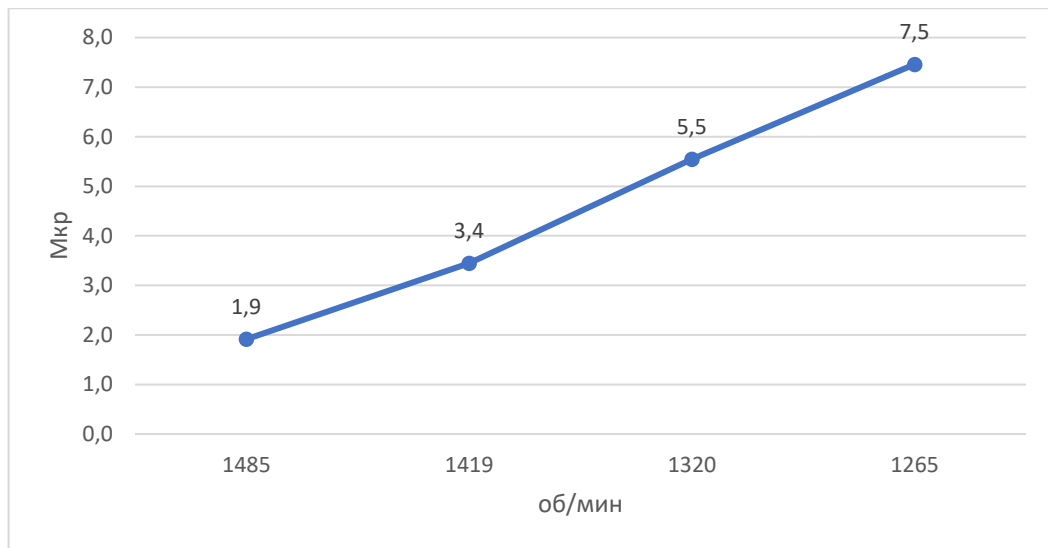


Рисунок 1.25 – Зависимость крутящего момента от оборотов двигателя

В результате проведенных исследований, получены основные данные по работе редуктора, с помощью формул произведен расчет коэффициента полезного действия. Установлено, что самый высокий коэффициент полезного действия редуктора составил 80,9% на частоте оборотов двигателя 935 об/мин.

Самый низкий коэффициент полезного действия редуктора составил 44,9% для оборотов двигателя 506 об/мин. При этом мощность привода составила 80 Ватт. Зависимость коэффициента полезного действия нелинейна во всем исследуемом диапазоне.

В целом спроектированный редуктор подходит для применения малонагруженных работ. Возможно его использование в качестве сервопривода манипулятора или робота. Сочетание плавных линий на циклоиде позволяет изготовить его без специального металлорежущего оборудования, в сравнении с зубообработкой.

1.4 Организационная часть

1.4.1 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

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

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (1.28)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:
280 час.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{п}} 100, \quad (1.29)$$

где $C_{п}$ – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 2.5.

Таблица 1.14 – Определение количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	F_d	C_p	$C_{п}$	$K_{зо}, \%$
010	280	0,81	1	81
050	280	0,17	1	17

Средний коэффициент загрузки $K_{зо. ср.} = 49 \%$.

1.4.2 Определение численности рабочих

Численность рабочих определяем по формуле:

$$Ч_{осн} = \sum_{i=1}^m (C_{пi} \cdot n_{смi}), \quad (1.30)$$

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

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

Численность вспомогательных рабочих:

$$Ч_{всп} = Ч_{осн} \cdot \frac{k_{всп}}{100}, \quad (1.31)$$

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

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

Численность специалистов:

$$\mathcal{C}_{\text{спец}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}}) \frac{k_{\text{спец}}}{100}, \quad (1.32)$$

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

$$\mathcal{C}_{\text{спец}} = (3 + 2) \frac{12}{100} = 0,6$$

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

Численность служащих:

$$\mathcal{C}_{\text{служ}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}}) \frac{k_{\text{служ}}}{100}, \quad (1.33)$$

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

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

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

Численность руководителей:

$$\mathcal{C}_{\text{рук}} = (\mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}} + \mathcal{C}_{\text{служ}}) \frac{k_{\text{рук}}}{100}, \quad (1.34)$$

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

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

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет:

$$\mathcal{C}_{\text{общ}} = \mathcal{C}_{\text{осн}} + \mathcal{C}_{\text{всп}} + \mathcal{C}_{\text{спец}} + \mathcal{C}_{\text{служ}} + \mathcal{C}_{\text{рук}} \quad (1.35)$$

$$\mathcal{C}_{\text{общ}} = 3 + 2 + 1 + 1 + 1 = 8 \text{ чел.}$$

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
10А91	Асеинову Роману Асеиновичу

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1 кв/ч – 5,17 руб. Стоимость приобретаемого оборудования 12 792 000руб. Фонд заработной платы всех рабочих 139 409руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Масса заготовки 0,85 кг. Масса материала на программу выпуска 255кг
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Прочие расходы 254 150 руб. Отчисления на социальные нужды 41 822 руб. Отчисления в ремонтный фонд 60 759 руб.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. *Расчет объема капитальных вложений*
2. *Расчет себестоимости продукции*
3. *Экономическое обоснование технологического проекта*

Перечень графического материала

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

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком

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

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Асеинов Р.А		

2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Исходные данные:

N – годовой объем производства продукции = 500шт;

C_m – цена материала, = 630 руб./кг;

N_m – норма расхода материала, 0,85 кг/ед.

$T_{обм}$ – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях = 360

2.1 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.

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i ; \text{руб.} \quad (2.1)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

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

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

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	$K_{Тоi}$, руб
005	Ленточная пила	50 000	1	50 000
010	OKUMA ES L8ii-M	7 000 000	1	7 000 000
015	DMG DMC 635 V ecoline	5 670 000	1	5 670 000
020	Верстак	72 000	1	72 000
Всего				12 792 000

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

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

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

$$K_{во} = K_{то} \cdot 0,30; \text{руб.} \quad (2.2)$$
$$K_{во} = 12\,792\,000 \cdot 0,30 = 3\,837\,600 \text{ руб}$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

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

В данном случае учитывается стоимость:

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

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

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

$$K_{ии} = K_{то} \cdot 0,15; \text{руб.} \quad (2.3)$$

$$K_{ии} = 12\,792\,000 \cdot 0,15 = 1\,918\,800 \text{ руб.}$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

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

В первом случае общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C_{п} = Ц_{пп} + Ц_{вп}; \text{руб.} \quad (2.4)$$

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

$Ц_{вп}$ – балансовая стоимость вспомогательных помещений.

Данные о балансовой стоимости производственных (основных) и вспомогательных помещений взяты в экономическом отделе предприятия ЮТИ ТПУ:

$$C_{п} = 450000 + 100000 = 550000 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{N_{м} \cdot N \cdot Ц_{м}}{360} \cdot T_{обм}; \text{руб} \quad (2.5)$$

где $N_{м}$ – норма расхода материала, кг/ед.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

$Ц_{м}$ – цена материала, руб./кг;

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

$$K_{пзм} = \frac{0,85 \cdot 500 \cdot 630}{360} \cdot 30 = 22\,312,5 \text{ руб.}$$

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

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

$$K_{\text{нзп}} = \frac{N \cdot T_{\text{ц}} \cdot C' \cdot k_{\text{Г}}}{360}; \text{руб} \quad (2.6)$$

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

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

$k_{\text{Г}}$ – коэффициент готовности.

$$K_{\text{нзп}} = \frac{500 \cdot 1 \cdot 669,375 \cdot 0,9}{360} = 836,7 \text{ руб.}$$

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

$$C' = \frac{H_{\text{М}} \cdot \Pi_{\text{М}}}{K_{\text{М}}}; \text{руб.} \quad (2.7)$$

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

$$C' = \frac{0,85 \cdot 630}{0,8} = 669,375 \text{ руб.}$$

Коэффициент готовности:

$$k_{\text{Г}} = (k_{\text{М}} + 1) \cdot 0,5; \text{руб} \quad (2.8)$$

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

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{гп}}; \text{руб.} \quad (2.9)$$

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

$$K_{\text{гп}} = \frac{669,375 \cdot 500}{360} \cdot 30 = 27\,890,6 \text{ руб.}$$

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{дз}} = \frac{B_{\text{рп}}}{360} \cdot T_{\text{дз}}; \text{руб.} \quad (2.10)$$

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

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

$$K_{\text{дз}} = \frac{394\,931,25}{360} \cdot 10 = 10\,970,3 \text{ руб.}$$

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета

устанавливается приближенным путем:

$$B_{\text{рп}} = C' \cdot N \left(1 + \frac{p}{100} \right); \text{руб.} \quad (2.11)$$

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

$$B_{\text{рп}} = 669,375 \cdot 500 \left(1 + \frac{18}{100} \right) = 394\,931,25 \text{ руб.}$$

2.1.9 Денежные оборотные средства

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

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

$$C_{\text{обс}} = 22\,312,5 \cdot 0,10 = 2231,25 \text{ руб.}$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

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

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

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

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

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

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы (C_M) рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot N_M \cdot K_{\text{тзр}} - C_0 \cdot H_0); \text{ руб.} \quad (2.13)$$

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

C_0 – цена возвратных отходов, руб./кг;

H_0 – норма возвратных отходов кг/шт.;

C_M – цена материала, руб/кг;

N_M – норма расходов материалов, кг/ед.; ($N_M=12,3$ кг/ед.)

C_0 – цена возвратных отходов, руб/кг; ($C_0=10,7$ руб./кг.);

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_0 = m_3 - m_0; \text{ кг} \quad (2.14)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

$$H_0 = 0,85 - 0,63 = 0,22 \text{ кг}$$

$$C_M = 500 \cdot (630 \cdot 12,3 \cdot 1,04 - 10,7 \cdot 0,2) = 4\,028\,410 \text{ руб.}$$

Таблица 2.2 – Затраты на основные материалы.

№ детали	Затраты на материал, руб.	Возвратные отходы, руб.	См, руб.
1	630	30	4 028 410
Всего			4 028 410

2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

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

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

$$C_{зо} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N; \text{ руб.} \quad (2.15)$$

где m – количество операций технологического процесса;

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

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

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

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

Таблица 2.3 – Расчет фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{шт}$, МИН	Разряд	Количество	$C_{часi}$, руб.	$C_{зоj}$, руб.
Оператор станков с ЧПУ	27,42	4	1	262,5	116 963
Оператор станков с ЧПУ	6,2	4	1	262,5	26 446
Фонд заработной платы всех рабочих					139 409

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{зо} \cdot 0,3; \text{ руб.} \quad (2.16)$$

$$C_{осо} = 139\,409 \cdot 0,3 = 41\,822 \text{ руб.}$$

2.2.4 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.

2.2.5 Расчет амортизации оборудования

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

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

$$\alpha_n = \frac{1}{T_0} \cdot 100\%, \text{ руб} \quad (2.17)$$

где T_0 – срок службы оборудования, ($T_0=3\div 12$ лет).

$$\alpha_n = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,3\%$$

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot a_{ni}, \text{ руб.} \quad (2.18)$$

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

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

$$A_{\text{ч}} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F_d \cdot K_{\text{вpi}}}; \text{ руб.} \quad (2.19)$$

где n – количество оборудования;

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

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования,

$F_d = 280$ час.

Таблица 2.4 – Расчет амортизационных отчислений

№ операции	Ц _i , руб.	a _{ни} , %	F _{дi} , ч.	A _{чi} , руб.
005	50 000	8,3	280	1 665
010	7 000 000	8,3	280	233 146
015	5 670 000	8,3	280	188 848
020	72 000	8,3	280	2 398
Вспомогательное оборудование	30 000	5,3	280	638
Амортизационные отчисления для всех станков (A _ч)				426 695

2.2.6 Расчет амортизационных отчислений зданий

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

2.2.7 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд можно рассчитать одним из предложенных методов:

В зависимости от:

$$C_p = (K_{mo} + K_{во}) \cdot k_{рвм} + C_n \cdot k_{з.рвм}; \text{руб} \quad (2.20)$$

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

$$C_p = (12\,792\,000 + 3\,837\,600) \cdot 0,002 + 550\,000 \cdot 0,05 = 60\,759 \text{ руб}$$

2.2.8 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{сож} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot ц_{ох}; \text{руб.} \quad (2.21)$$

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.

$$C_{сож} = 2 \cdot 500 \cdot 0,03 \cdot 94,71 = 2841,3 \text{ руб.}$$

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \cdot Ц_{возд} \cdot N_z}{60} \cdot \sum t_{oi}; \text{руб.} \quad (2.22)$$

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

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

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 65,5 \cdot 500}{60} \cdot 33,62 = 12\,845 \text{ руб.}$$

2.2.9 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чэ}} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_{\partial} \cdot K_N \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot C_{\text{э}}; \text{ руб} \quad (2.23)$$

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

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

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

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

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

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

Таблица 2.6 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{\text{чэ}}$, руб
005	0,55	126,59
010	11	2531,85
015	13	2992,19
Затраты на электроэнергию для всех операций		5650,6

2.2.10 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

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

2.2.11 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по

формуле:

$$C_{звр} = \sum_{j=1}^k C_{змj} \cdot Ч_{зрj} \cdot 12 \cdot k_{нj} \cdot k_{рj}; \text{ руб.} \quad (2.24)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

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

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

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

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

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k 7875 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 147420 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} \cdot 0,3; \text{ руб.} \quad (2.25)$$

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

$$C_{овр} = 147420 \cdot 0,3 = 44226 \text{ руб.}$$

2.2.12 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{зауп} = \sum_{j=1}^k C_{заупj} \cdot Ч_{заупj} \cdot 12 \cdot k_{рj} \cdot k_{ндj}; \text{ руб} \quad (2.26)$$

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

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

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

$$C_{заупРук} = \sum_{i=1}^k 13700 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 256464 \text{ руб.}$$

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

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

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{оауп} = C_{зауп} \cdot 0,3; \text{ руб.} \quad (2.27)$$

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

$$C_{\text{оауп}} = 9379 \cdot 0,3 = 2814 \text{ руб}$$

2.2.13 Прочие расходы

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

Прочие расходы рассчитаем, как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = ПЗ \cdot N \cdot 0,7; \text{ руб.} \quad (2.28)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{\text{проч}} = 669 \cdot 500 \cdot 0,7 = 234\,150 \text{ руб}$$

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

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

Таблица 2.7 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	8419,28	4 209 641
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	8056,82	4 028 410
заработная плата производственных рабочих	278,82	139 409
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	83,64	41 822
Косвенные затраты:	3391,68	1 695 839
амортизация оборудования предприятия	853,39	426 695
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	1100	550 000
Отчисление в ремонтный фонд	121,52	60759
вспомогательные материалы на содержание оборудования	31,37	15 686
Затраты на силовую электроэнергию	11,30	5651
Износ инструмента	400	200 000
Заработная плата вспомогательных работников	294,84	147 420

Продолжение таблицы 2.7

отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	88,45	44 226
заработная плата административно-управленческого персонала	18,76	9379
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	5,63	2814
Прочие расходы	468,30	234 150
Итого	11 811	5 905 480

Вывод по таблице 2.7: Затраты на производство детали «Корпус» составили 5 905 480 руб./год; 11 811 руб./ед. Расчеты рентабельности капитальных вложений и критического объёма реализации приведены ниже:

Предполагаемая прибыль:

$$ПП = 5\,905\,480 * 30\% = 1\,771\,644 \text{ руб.}$$

Рентабельность капитальных вложений:

$$P_{\text{кв}} = \frac{1\,771\,644}{12\,792\,000} * 100\% = 13,85\%$$

Критический объем реализации:

$$КОР = \frac{420\,9641}{11\,811 - 669} = 378 \text{ шт.}$$

Таблица 2.8 – Основные технико-экономические показатели детали (номер детали)

Показатель	Величина
Годовая программа выпуска	500
Количество единиц оборудования, шт.	2
Количество производственных рабочих, чел.	2
Количество вспомогательных рабочих, чел.	1
Количество административно-управленческого персонала, чел.	2
Себестоимость одной детали, руб.	669

2.4 Вывод

В работе был произведён расчет себестоимости детали корпуса редуктора с циклоидальным зацеплением. Расчёт капитальных вложений в проект, которые удельно составили 5 905 480 рублей. Также была определена смета затрат на производство и реализацию продукции. Смета затрат включает в себя прямые затраты (стоимость основных материалов, заработная плата основных работников и социальные отчисления с зарплаты), вложений, которые составили 4 209 641 в год, и косвенные затраты (амортизация оборудования, помещений; отчисления в ремонтный фонд; затраты на силовую электроэнергию и др.), которые составили 1 695 839 рублей в год.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
10А91	Асеинов Роман Асеинович

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объектом исследования в данном разделе является лаборатория, расположенная на первом этаже учебного корпуса номер 4 ЮТИ ТПУ. Данное помещение имеет следующие размеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> – длина $A = 12$ м; – ширина $B = 5,5$ м; – высота потолка $H = 3$ м. <p>Основная работа осуществляется на макете станка для лазерной маркировки деталей. В ходе эксперимента наноситься лазерная маркировка на детали.</p>
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. СП 2.2.3670-20. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания ГОСТ 12.1.007-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация. ГОСТ 12.1.001-89. ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. ГОСТ 26568-85. Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация. ГОСТ 12.1.002-84. ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009». ГОСТ 12.1.040-83. ССБТ. Лазерная безопасность. Общие положения. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.</p>

	Приказ Минтруда России от 15.12.2020 N 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок». Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредного фактора, его связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны; - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

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

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Асеинов Р.А.		

3 Социальная ответственность

3.1 Характеристика объекта исследования

Объектом исследования в данном разделе является лаборатория, расположенная на первом этаже учебного корпуса номер 4 ЮТИ ТПУ. Данное помещение имеет следующие размеры:

- длина $A = 12$ м;
- ширина $B = 5,5$ м;
- высота потолка $H = 3$ м.

Основная работа осуществляется на станках с ЧПУ.

Стены покрашены водоэмульсионной и масляной краской. Потолок побелен водоэмульсионной краской. В лаборатории имеется 9 рабочих мест. Расстановка технологических машин (станков) однорядная вдоль стен. Освещение естественное (через окна) и общее равномерное искусственное.

В помещении имеется естественная вентиляция, осуществляемая при помощи форточек в окнах. Отопление осуществляется посредством системы центрального водяного отопления. Ежедневно в лаборатории проводится уборка (от пыли, грязи, а также рабочее место после выполнения работы).

3.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствии с предусмотренной статьей 21 Трудового кодекса РФ и правилами внутреннего трудового распорядка для работников той или иной организации. Токарь имеет права на:

- заключение, изменение и расторжение трудового договора в порядке и на условиях, которые установлены настоящим кодексом, иными федеральными законами;
- предоставление ему работы, обусловленной трудовым договором;
- рабочее место, соответствующее государственным нормативным требованиям охраны труда и условиям, предусмотренным коллективным договором;

– своевременную и в полном объеме выплату заработной платы в соответствии со своей квалификацией, сложностью труда, количеством и качеством выполненной работы;

– отдых, обеспечиваемый установлением нормальной продолжительности рабочего времени, сокращенного рабочего времени для отдельных профессий и категорий работников, предоставлением еженедельных выходных дней, нерабочих праздничных дней, оплачиваемых ежегодных отпусков;

– полную достоверную информацию об условиях труда и требованиях охраны труда на рабочем месте;

– профессиональную подготовку, переподготовку и повышение своей квалификации в порядке, установленном настоящим кодексом, иными федеральными законами;

– объединение, включая право на создание профессиональных союзов и вступление в них для защиты своих трудовых прав, свобод и законных интересов;

– участие в управлении организацией в предусмотренных настоящим кодексом, иными федеральными законами и коллективным договором формах;

– ведение коллективных переговоров и заключение коллективных договоров и соглашений через своих представителей, а также на информацию о выполнении коллективного договора, соглашений;

– защиту своих трудовых прав, свобод и законных интересов всеми не запрещенными законом способами;

– разрешение индивидуальных и коллективных трудовых споров, включая право на забастовку, в порядке, установленном настоящим кодексом, иными федеральными законами;

– возмещение вреда, причиненного ему в связи с исполнением трудовых обязанностей, и компенсацию морального вреда в порядке, установленном настоящим кодексом, иными федеральными законами;

– обязательное социальное страхование в случаях, предусмотренных федеральными законами.

3.2.1 Обеспечение соответствующего освещения на рабочем месте

Производственное освещение – это такая система естественного и искусственного освещения, которая позволяет рабочим нормально осуществлять определенный технологический процесс.

Расчет искусственного освещения будем проводить по методике, изложенной в пособии.

Согласно СНиП 23-05-95 для помещения лаборатории необходимая величина освещенности составляет 600 лк, в том числе общего 200 лк. Коэффициент запаса $k = 1,8$.

Источником света для помещения данного типа являются люминесцентные лампы; тип осветительных приборов – открытый двухламповый светильник ШЛД.

По рекомендациям минимальная допустимая высота подвеса над полом для выбранных светильников составляет 2,5 метра.

Оптимальное соотношение расстояния между светильниками и высоты их подвеса над рабочей поверхностью составляет значение 1,3 и определяется по формуле 3.1:

$$\lambda = \frac{L}{h}; \quad (3.1)$$

где λ – соотношение расстояния между светильниками и высоты их подвеса над рабочей поверхностью;

L – расстояние между светильниками, м;

$h = 1,7$ м – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью.

Расстояние между светильниками определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h; \text{ м} \quad (3.2)$$

$$L = 1,3 \cdot 1,7 = 2,21 \text{ м}$$

Согласно рекомендациям [15] примем расстояние от стен помещения до крайних светильников равное:

$$\frac{1}{3} L; \text{ м} \quad (3.3)$$

$$\frac{1}{3} \cdot 2,21 = 0,74 \text{ м}$$

Исходя из размеров помещения и светильников (933x204 мм) определяем, что число светильников в ряду должно быть 2, а число рядов – 8. Таким образом всего должно быть 16 светильников. Схема расположения светильников представлена на рисунке 3.1:

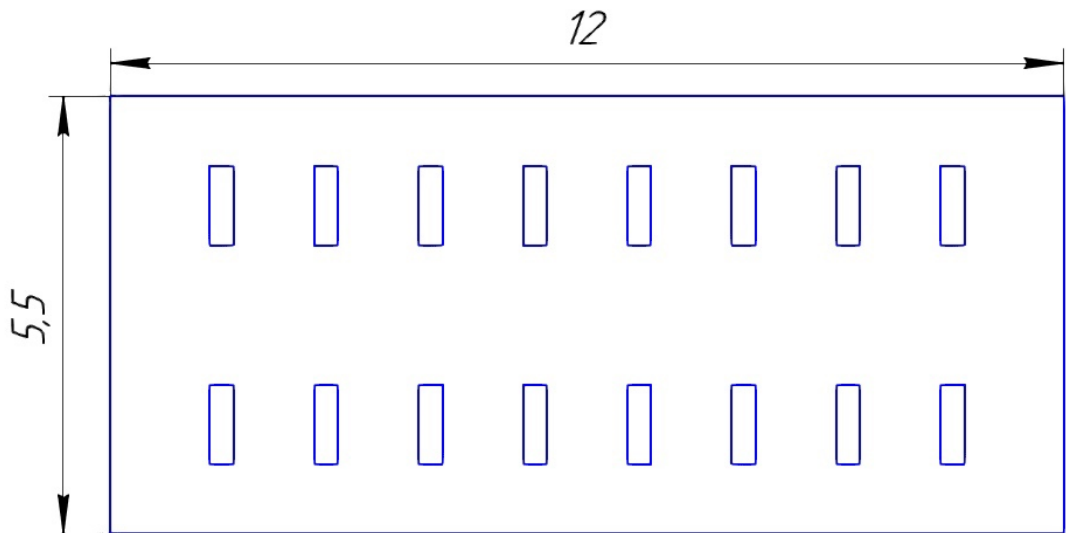


Рисунок 3.1 – Схема расположения светильников

Световой поток определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot k}{n \cdot \eta}; \text{ лм} \quad (3.4)$$

где Φ – световой поток каждой из ламп, лм;

$E = 200$ лк – минимальная освещенность;

$Z = 1,15$ – коэффициент неравномерности освещения;

$k = 1,8$ – коэффициент запаса;

$n = 32$ шт – число ламп в помещении (в одном светильнике две лампы);

η – коэффициент использования светового потока ламп;

Для определения коэффициента использования необходимо знать индекс помещения, который определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}. \quad (3.5)$$

где i – индекс помещения

h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

A, B – стороны помещения, м.

$$i = \frac{66}{1,7 \cdot (12 + 5,5)} = 2,22$$

Согласно рекомендациям [15] примем коэффициент использования светового потока ламп $\eta=0,56$.

$$\Phi = \frac{200 \cdot 66 \cdot 1,15 \cdot 1,8}{32 \cdot 0,56} = 1525 \text{ лм}$$

Данному световому потоку соответствую люминесцентные лампы типа ЛДЦ, мощностью 40 Вт.

Таким образом была рассчитана система освещения, которая состоит из 16 светильников, в каждый из которых установлено по две лампы мощностью 40 Вт.

Рассчитанная система искусственного освещения соответствует требованиям СНиП 23-05-95.

3.3 Производственная безопасность

3.3.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды

Проведение экспериментального исследования в условиях производственной зоны характеризуется наличием ряда опасных и вредных факторов.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию.

Опасный производственный фактор – производственный фактор,

воздействие которого на работника может привести к его травме.

Производственные опасности подразделяются на четыре категории:

- Физические;
- Химические;
- Биологические;
- Психофизиологические.

В процессе проведения эксперимента возможно воздействие следующих опасных и вредных производственных факторов:

1) Шум нарушает прием информации, что влияет на ошибки и травматизм, а также вызывает усталость. При длительном воздействии шума снижается острота слуха, изменяется кровяное давление, ослабляется внимание, ухудшается зрение, происходят изменения в дыхательных центрах, возможно изменение координации движения;

Не допускается работать в наушниках (беруши), т.к. работник должен слушать работу станка и в случае его некорректной работы среагировать на это.

2) Вибрации ухудшают самочувствие работающего и снижают производительность труда, часто приводят к тяжелому профессиональному заболеванию – виброболезни;

Для уменьшения воздействия вибрации на человека используется деревянный настил.

3) Химические технологические вещества могут привести к отравлениям и аллергическим реакциям;

Для уменьшения воздействия химических веществ работа производится в СИЗ.

4) Движущиеся органы технологического оборудования могут привести к серьезным травмам;

Для уменьшения риска получения травм работа производится в обязательном порядке в СИЗ.

5) Электрический ток. Поражение электрическим током может нанести вред здоровью человека различной степени.

В целях защиты от поражения электрическим током, все электрические устройства имеют заземление в соответствии с правилами эксплуатации электрических устройств.

б) Стружка может привести к травмам в виде порезов.

Для уменьшения риска получения травм работа производится в обязательном порядке в СИЗ. Транспортировка стружки производится специальных контейнерах со специальными инструментами.

3.4 Экологическая безопасность

3.4.1 Охрана окружающей среды

Экспериментальное исследование, не несет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому их очистка не предусмотрена.

В процессе производства образуется небольшое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть использованы, как сырьё для промышленной продукции. Отходы вывозятся из лаборатории для переработки и захоронения на полигонах.

3.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Самой вероятной чрезвычайная ситуацией в лаборатории резания является пожар.

Лабораторные помещения, в которых осуществляется проведение экспериментальных исследований, в том числе и обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНиП II–2–80, СНиП II–89–80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП II–92–76. Лаборатория должна быть оборудована средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009–83:

– огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением – 2 шт;

– песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением – 0,5 м³;

– кран внутреннего пожарного водопровода – 1 шт.;

– огнетушитель углекислотный ОУ-8 – 2 шт.

3.6 Вывод

Проведя анализ вредных и опасных производственных факторов, можно утверждать, что на рабочем месте токаря соблюдаются требования нормативных документов. В результате проведенного анализа опасных и вредных производственных факторов предложены следующие мероприятия по их снижению и ликвидации:

– система общего освещения должна состоять из 16 светильников типа ЛДЦ 40 Вт с световым потоком 1700 лм.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан мотор-редуктор с циклоидальной передачей, чтобы определить его механические характеристики был разработан нагрузочный стенд. Произведены измерения силовых характеристик редуктора и определены значения его коэффициента полезного действия. В технологической части был разработан технологический процесс изготовления корпуса редуктора, в качестве заготовки был выбран материал Д16Т ГОСТ 18482-2018. Годовая программа выпуска 500штук.

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

В разделе социальная ответственность были рассмотрены опасные и вредные факторы, возникающие в процессе изготовления изделия по разработанному технологическому процессу, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Предложенные мероприятия позволяет снизить вредное воздействие на человека.

Список использованных источников

1. Технология машиностроения: методические указания к содержанию и выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения» для студентов направления 150700 «Машиностроение» всех форм обучения. / Сост. А.А. Ласуков. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2012. – 31с.
2. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983. –256 с.
3. Афонькин М.Г. Производство заготовок в машиностроении. –М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
4. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»: Учебн. пособие для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием». – М.: Машиностроение, 1985. -184 с.
5. Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985. –656 с.
6. Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1985. –496 с.
7. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / Под ред. А.А. Панова, - М.: Машиностроение, 1988. -736 с.
8. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога- машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. –461 с.
9. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Баратинский В.А. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. –Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1983. ч.1 –543 с.; ч. 2 –448 с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, ч. 1.. – М.: Экономика, 1990. – 250 с.

11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, ч. 1. - М.: Экономика, 1990.– 418 с.
12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, выполняемые на универсальных станках и станках с ЧПУ, ч. 2. - М.: Экономика, 1990.– 420 с.
13. Краткий справочник металлиста. /Под ред. П.Н. Орлова, В.А. Скороходова –М.: Машиностроение, 1987. –960 с.
14. Справочник инструментальщика. /Под общ. ред. И.А. Ординарцева -Л.: Машиностроение. ленинградское отделение, 1987. –846 с.
15. Кузнецов Ю.И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник. 2-ое изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1990. – 510 с.
16. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент.: Справочник /Самойлов В.С. и др. –М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
17. Фадюшин И.Л., Музыкант Я.А. и др. Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС. –М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.
18. Ермолаев, М.М. Расчет планетарно-цевочных редукторов: учеб. пособие / А.В. Чиркин; М.М. Ермолаев. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020.— 65 с.
19. Фомин М.В. Планетарно-цевочные передачи. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 64 с.
20. Экономика предприятия: Учебник / Семенов В.М., Баев И.А, Терехова С.А. и др. Под ред. В.М. Семенова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Центр экономики и маркетинга, 2004.
21. Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов механико-машиностроительного факультета. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. –24с
22. Система стандартов безопасности труда(ССБТ): ГОСТ 12.3.020- 80. Процессы перемещения грузов на предприятиях [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200000300>

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

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

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

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

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

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

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
<i>Документация</i>								
A2			ФЮРА10А81023.001СБ		1			
<i>Детали</i>								
A2	1		ФЮРА10А81023.001СБ	Втулка	22			
A2	14		ФЮРА10А81023.001СБ	Втулка длинная	11			
A2	12		ФЮРА10А81023.001СБ	Входной вал	1			
A2	1		ФЮРА10А81023.001СБ	Выходной вал	1			
A2	10		ФЮРА10А81023.001СБ	Диск 1	1			
A2	11		ФЮРА10А81023.001СБ	Диск 2	1			
A2	2		ФЮРА10А81023.001СБ	Карпус	1			
A2	4		ФЮРА10А81023.001СБ	Карпус мотора	1			
A2	6		ФЮРА10А81023.001СБ	Крышка	1			
A2	5		ФЮРА10А81023.001СБ	Мотор	1			
A2	3		ФЮРА10А81023.001СБ	Основание	1			
A2	7		ФЮРА10А81023.001СБ	Палец	11			
A2	8		ФЮРА10А81023.001СБ	Палец короткий	5			
<i>Стандартные изделия</i>								
A2	4			Винт М3х60 ГОСТ ИСО 7046	8			
A2	16			Винт М2,5х10 ГОСТ ИСО 4762	4			
			ФЮРА 10А81023.001СБ					
						Лит.	Лист	Листов
						Л	1	2
			Мотор-редуктор с циклоидальным зацеплением			ЮТИ ТПУ гр. 10А91		
						Копировал		
						Формат А4		

										ГОСТ 3.1105-84 Форма 2		
<i>Дцдл.</i>												
<i>Взам.</i>												
<i>Подл.</i>												
<i>Приложение Б</i>										<i>Всего листов</i>		
<i>Корпус</i>												
<p><i>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС Корпус ФЮРА-81023.002</i></p>												
										<i>Разработал _____ Асеинов Р.А.</i> <i>Проверил _____ Праскоков А.В.</i> <i>Н. контроль _____ Праскоков А.В.</i>		
<i>Т/Л</i>												

Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
010 Токарная с ЧПУ		Д16Т ГОСТ 17842-2018					0,85	Труба			1,2	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Т _о	Т _в	Т _{п.з.}	Т _{шт}	СОЖ				
OKUMA ES L8ii-M"				26,9	0,52	4,48	27,42	Эмульсол				
		ПМ	Д или В	L	t	i	S	n	V			
12	Установ Б											
13	Подрезать торец в размер 40 _{-0,062}											
T14	Державка DCLNR/L 2020K09 Пластина CNMG090304-DF											
P15	170 49 2 1 0.25 530 299.5											
016	Точить ϕ 135 в размер 28 _{-0,52}											
T17	Державка DCLNR/L 2020K09 Пластина CNMG090304-DF											
P18	135 28 _{-0,52} 4 5 0.25 700 395.6											
019	Точить фаску 1x45											
T20	Державка DCLNR/L 2020K09 Пластина CNMG090304-DF											
P21	132 1 1 1 0.25 700 395.6											
022	Расточить ϕ 86 на проход											
T23	Державка S16M-PCLNR/L09 Пластина CNMG090304-DF											
P24	86 12 4 2 0.25 1110 627											

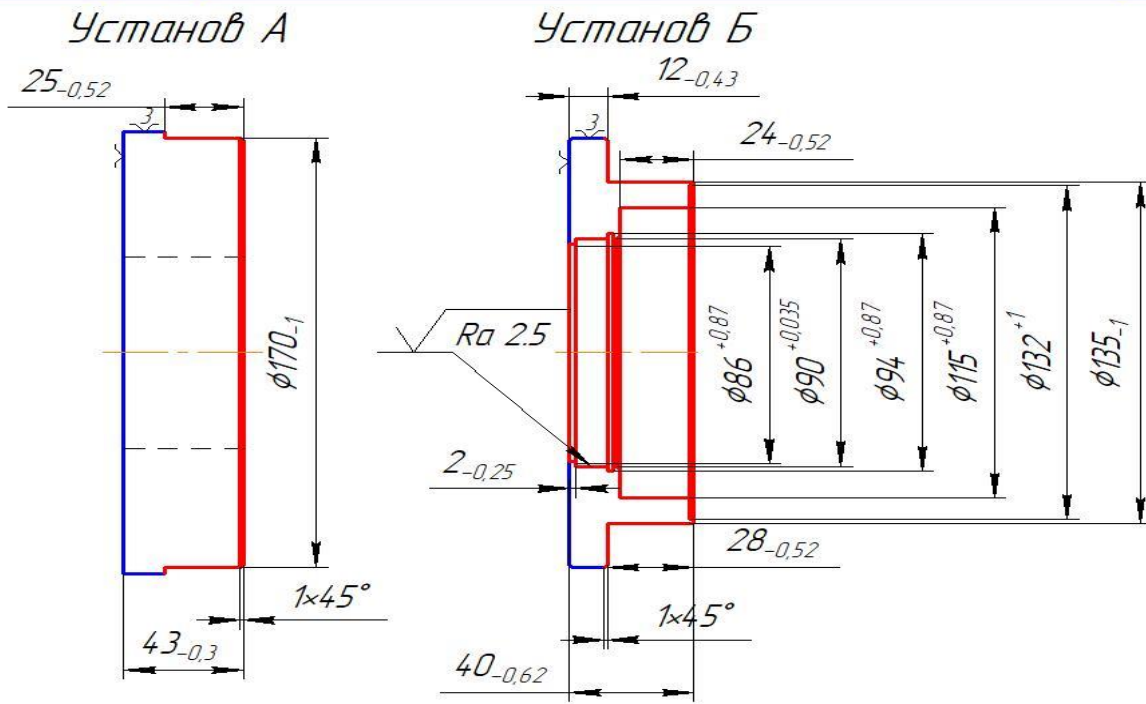
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры		M3	КОИД
010 Токарная с ЧПУ		Д16Т ГОСТ 17842-2018				0,85	Труба		1,2	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Ta	Tb	Tп.з.	Tшт	СОЖ		
OKUMA ES L8ii-M"				26,9	0,52	4,48	27,42	Эмульсол		
		ПИ	D или B	L	f	i	S	n	V	
025	Расточить ϕ 90H7 в размер $2_{0,25}$									
T26	Державка S16M-PCLNR/L09 Пластина CNMG090304-DF									
P27				90	10	2	1	0.1	1110	627
028	Расточить ϕ 115 в размер $24_{-0,52}$									
T29	Державка S16M-PCLNR/L09 Пластина CNMG090304-DF									
P30				115	24	4	4	0.25	1110	627
031	Расточить ϕ 132 в размер $15^{+0,25}$									
T32	Державка S16M-PCLNR/L09 Пластина CNMG090304-DF									
P33				132	15	15	1	0.25	1110	627
034	Расточить 2 фаски 0,5x45									
T35	Державка S16M-PCLNR/L09 Пластина CNMG090304-DF									
P36				170	0.5	0.5	1	0.25	700	207
037	Расточить канавку ϕ 94мм шириной 2,5мм									
T38	Державка C20Q-QEDR/L05-27 Пластина ZTED02									
P39				94	2	2	1	0.1	700	207

Лидл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Разраб.	Асеинов Р.А.		
Проверил	Проскоков А.В.		
Н. контр.	Проскоков А.В.		

Фланец			010
ФЮРА А81023.00			



КЭ