



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

Школа: ИШНПТ
Направление подготовки 15.03.01 - Машиностроение
Отделение материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ»

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Кашников Денис Михайлович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Петровский Евгений Николаевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Трубченко Татьяна Григорьевна	канд. экон. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Егор Алексеевич	канд. техн. наук		

**Результаты обучения по направлению
15.03.01 Машиностроение
по специализации**

Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.

Р6	<p>Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований</p>
Р7	<p>Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства</p>
Р8	<p>Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.</p>
Р11	<p>Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.</p>

P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.
-----	--



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

Школа: ИШНПТ
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись)

(Дата)

Е.А. Ефременков
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
З-8Л61	Кашникову Денису Михайловичу

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ
«КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ»

Утверждена приказом директора (дата, номер) | 111-34/с от 21.04.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы: | 07.06.2021

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

1. Чертеж детали
2. Производственная программа выпуска детали – 15 шт/год.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. Проектирование технологического процесса изготовления детали 2. Социальная ответственность 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. Чертежи детали и заготовки 2. Чертеж специального приспособления</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	
<p>«Социальная ответственность»</p>	
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Реферат</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>16.12.2020</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Петровский Евгений Николаевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Кашников Денис Михайлович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 7 листов графического материала, 112 листов пояснительной записки.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ШЛИФОВАНИЕ.

Тема ВКР: Разработка технологии изготовления детали «Колесо зубчатое».

Целью данной выпускной работы является проектирование технологического процесса. В данном технологическом процессе используется универсальное оборудование, специальное и универсальные приспособления, что позволяет снизить затраты времени на производство детали.

В ходе выполнения ВКР были подробно рассмотрены следующие разделы: Проектирование технологического процесса изготовления детали; Финансовый менеджмент; Социальная ответственность.

В разделе «Проектирование технологического процесса» были рассмотрены следующие этапы: анализ технологичности; проектирование технологического маршрута и операций; размерный анализ; произведен расчет режимов резания; разработано специальное приспособление.

В разделе «Финансовый менеджмент» рассчитана стоимость разработки технологического процесса.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные факторы присущие данному технологическому процессу, выбрано наиболее вероятное ЧП и разработаны мероприятия по его устранению.

Abstract

Final qualification work consists of 7 sheets of graphic material, 112 sheets of explanatory note.

Key words: TECHNOLOGICAL PROCESS, GEAR WHEEL, DEVICE, CUTTING MODES, GRINDING.

Theme of FQW: Design of the technological process of manufacturing parts "Gear Wheel".

The purpose of this thesis is to design a process. In this process, universal equipment, special and universal devices are used, which reduces the time spent on the production of the part.

During the implementation of the WRC, the following sections were considered in detail: Design of the technological process for manufacturing the part; Financial management; Social responsibility.

In the section "Design of the technological process" the following steps were considered: analysis of manufacturability; designing a technological route and operations; dimensional analysis; Calculation of cutting conditions; a special fixture has been developed.

In the "Financial Management" section, the cost of developing a technological process is calculated.

In the section "Social Responsibility", harmful factors inherent in this technological process were considered, the most probable emergency situation was selected and measures to eliminate it were developed.

Оглавление

Введение	12
Раздел 1 проектирование технологического процесса	
1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание	13
1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ	15
1.3 Анализ технологичности конструкции детали	17
1.4 Выбор типового технологического процесса или аналога единичного	19
1.5 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления	22
1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали	23
1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций	24
1.6.2 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки	27
1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки	35
1.8 Расчет и назначение режимов обработки	40
1.9 Нормирование технологического процесса	46
1.10 Технико-экономическое обоснование и показатели технологического процесса	55
Раздел 2. Проектирование станочного приспособления	
2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления	57
2.2 Выбор базовой конструкции, модернизация и описание работы приспособления	58
2.3 Разработка схемы установки заготовки в приспособление и расчет погрешностей обработки	59
2.4 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления	61

2.5	Разработка расчетной схемы определение сил, действующих на заготовку при обработке	62
2.6	Выбор зажимных элементов, передаточного механизма, определение сил зажима и на исходном звене	63
2.7	Выбор и расчет силового привода	63
2.8	Разработка чертежа общего вида приспособления	64
	Раздел 3. Финансовый менеджмент	67
3.1	Организация и планирование работ	67
3.1.1	Продолжительность этапов работ	68
3.2	Расчет сметы затрат на выполнение проекта	74
3.2.1	Расчет затрат на материалы	74
3.2.2	Расчет заработной платы	75
3.2.3	Расчет затрат на социальный налог	76
3.2.4	Расчет затрат на электроэнергию	76
3.2.5	Расчет амортизационных отчислений	78
3.2.6	Расчет прочих расходов	79
3.2.7	Расчет общей себестоимости разработки	79
3.2.8	Расчет прибыли	79
3.2.9	Расчет НДС	80
3.2.10	Цена разработки НИР	80
3.3	Оценка экономической эффективности проекта	80
3.3.1	Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)	82
	Заключение	86
	Раздел 4. Социальная ответственность	87
	Введение	89
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	89
4.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	91
4.2	Профессиональная социальная безопасность	92

4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении разработки на производство	92
4.2.2 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов	97
4.3 Экологическая безопасность	99
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	100
Вывод по разделу социальная ответственность	102
Список использованных источников	103
Приложение	106

Введение

В данной работе необходимо разработать технологический процесс для изготовления колеса зубчатого. Колеса зубчатые широко применяются в машиностроительной отрасли, благодаря им осуществляется изменение усилий передаваемое от исполнительных механизмов (эд. двигатели, ДВС и т.д).

Разработка технологического процесса изготовления детали не менее важная составляющая часть производственного процесса. От тщательности проработки технологического процесса зависит конечная стоимость детали и изделия, в котором используется данная деталь. Снижаются трудозатраты затрачиваемые на изготовление детали. Первым этапом разработки ТП является: изучение служебного назначения и конструктивные особенности рассматриваемого объекта (колеса зубчатого). На основании проведенного анализа необходимо произвести определение технологичности конструкции изделия, определить тип производства отталкиваясь от годового плана выпуска данной детали.

Грамотно выбранный метод получения заготовки так же определяет производительность технологического процесса механической обработки и приводит к снижению материалоемкости.

Обеспечение производительности при разработке технологии невозможно осуществить без решения ряда задач, к которым относятся: выбор методов обработки поверхностей; выбор технологических баз; расчеты минимальных припусков, режимов резания; выбор оборудования и технологической оснастки, режущего инструмента и нормирование операций технологического процесса. В данной работе необходимо рассмотреть и решить все выше перечисленные вопросы.

Раздел 1 проектирование технологического процесса

1.1 Исходные данные.

Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание

Исходными данными для выполнения дипломного проекта является чертеж колеса зубчатого.

Цилиндрические зубчатые колеса служат для передачи вращательного движения между валами с параллельными осями [1, с. 331]. Данное колесо изготовлено с прямыми зубьями. По ГОСТ 1643-81 установлено 12 степеней точности зубчатых колес зубчатых колес передач. Данное колесо в связи с требованиями, предъявляемыми чертежом, будет изготавливаться по девятому классу точности (9-С), исходя из этого будет выбираться типовой технологический процесс.

Основные механизмы, в которых применяют зубчатые колеса следующие: Зубчатые колёса обычно используются парами с разным числом зубьев с целью преобразования крутящего момента и числа оборотов валов на входе и выходе. В исходных данных назначение данного колеса не оговорено.

Данное колесо относится к III типу – одновенцовые колеса типа дисков, у которых $l/d < 1$ и длина поверхности отверстия недостаточна для образования двойной направляющей базы; поэтому после обработки отверстия и торца установочной базой для последующих операций может быть базовый торец, а двойной опорной базой – поверхность отверстия [1, с. 332];

Рассмотрим данное зубчатое колесо более подробно:

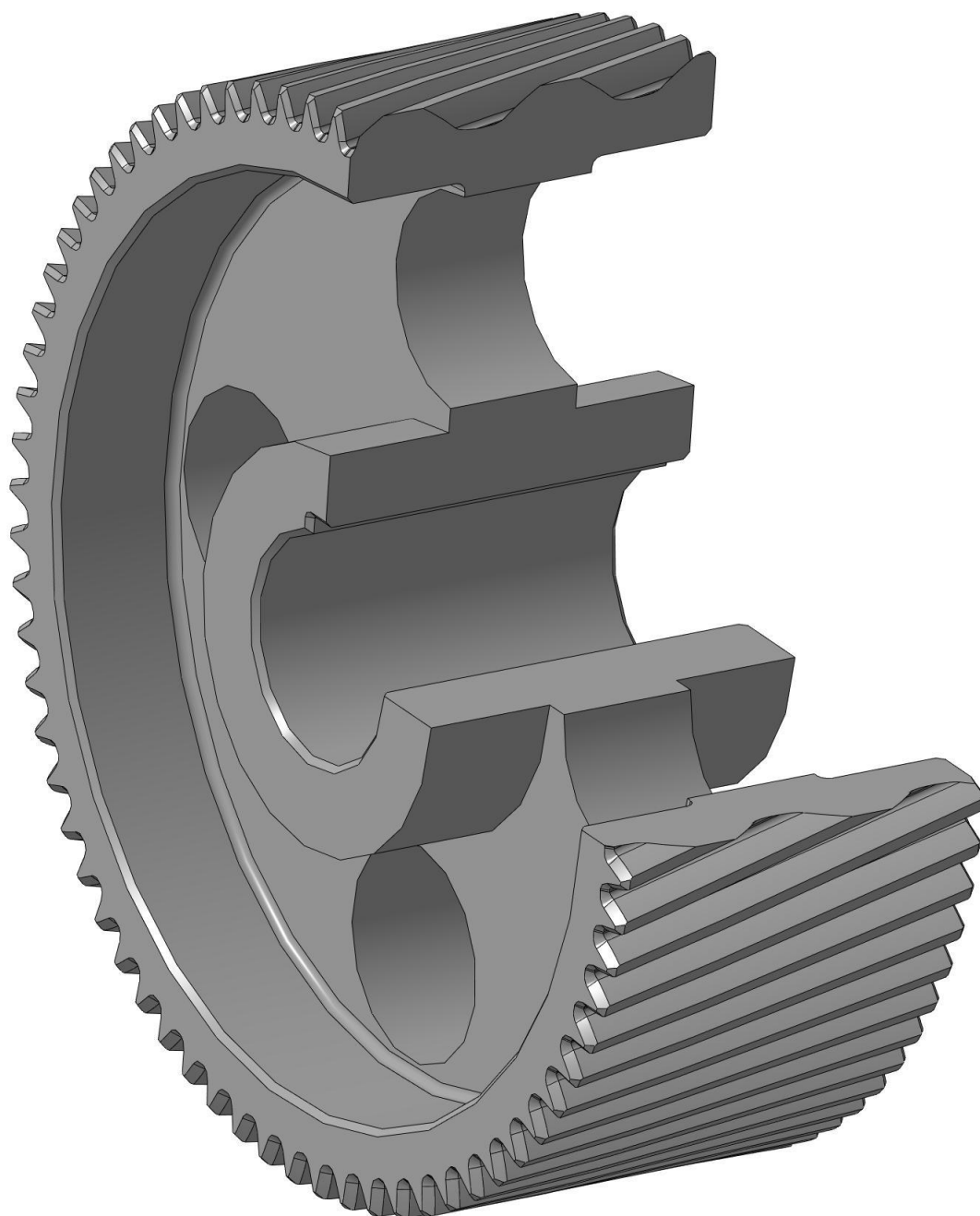


Рисунок 1 – Колесо зубчатое

Наружный контур – зубчатое косозубое колесо ($z=71$) степень точности по ГОСТ 1643-81: 9-С. Внутренний контур имеет сложную конфигурацию: имеет наиболее точную поверхность - внутреннее отверстие $\varnothing 85H7^{(+0,035)}$ мм, 4 отверстия $\varnothing 83,7^{(+0,87)}$ взаимно расположенные с $\varnothing 95^{(+0,87)}$, на ширину зубчатого колеса. Зубья, в таком случае, расположены под углом к оси вращения 15° , которые выполнены по 9 качеству. Шероховатость поверхностей: неуказанная - $\sqrt{Ra6,3}$; боковые поверхности зубьев $-\sqrt{Ra1,25}$; отверстие $\varnothing 85H7^{(+0,035)}$ мм - $\sqrt{Ra1,25}$.

Материал колеса – СЧ20.

Таблица 1 – Марка и химический состав серый чугун СЧ20 по ГОСТ 1412-85

Марка стали	Массовая доля элементов, %					
	Углерод, С	Кремний, Si	Марганец, Mn	Сера, S	Фосфор, P	Железо, F
СЧ20	3,3-3,5	1,4-2,4	0,7-1	До 0,15		0,80-1,1

Таблица 2 – Физические свойства чугуна СЧ20 по ГОСТ 1412-85

Марка чугуна	Плотность ρ , кг/м ³	Линейная усадка ϵ , %	Модуль упругости при растяжении $E \cdot 10^{-2}$ МПа	Удельная теплоемкость при температура от 20 до 200°C, С, Дж(кг·К)	Коэффициент линейного расширения при температуре от 20 до 200°C, α 1/°C	Теплопроводность при 20°C, λ , Вт(м·К)
СЧ20	$7,1 \cdot 10^3$	1,2	850-1100	480	$9,5 \cdot 10^{-6}$	54

1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ

От типа производства зависят: форма его организации (метод работы); вид и способ получения исходной заготовки; типаж применяемого при ее обработке оборудования, приспособлений и инструментов; степень

детализации разработки самого технологического процесса изготовления детали [2, с 229].

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций, который показывает число различных операций, закрепленных в среднем по цеху (участку) за каждым рабочим местом в течение месяца согласно ГОСТ 14.004-83.

На стадии разработки технологического процесса изготовления детали тип производства может быть определен только ориентировочно. При этом можно руководствоваться данными из [2, табл. 6.1, с. 230]:

Таблица 3 – зависимость типа производства от объема выпуска, шт., и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
<1,0	<10	10...1500	1500...100000	75000...200000	200000
1,0...2,5	<10	10...1000	1000...50000	50000...100000	100000
2,5...5,0	<10	10...500	500...35000	35000...75000	75000
5,0...10	<10	10...300	300...25000	25000...50000	50000
>10	<10	10...200	200...10000	10000...25000	25000

Так как не был задан тип производства, назначим его. Согласно данным КОМПАС 3D v17.1 деталь имеет массу 71,1кг, назначим тип производства – единичное, годовой план выпуска – 15 деталей.

Особенностью данного типа производства является: форма организации производства, при которой различные виды продукции изготавливаются в одном или нескольких экземплярах (штучный выпуск). Номенклатура продукции в программе завода неустойчива. Неустойчивость номенклатуры, ее разнотипность, ограниченность выпуска приводят к ограничению возможностей использования стандартизованных конструктивно-технологических решений. Производственный процесс изготовления продукции носит прерывный характер. На выпуск каждой единицы продукции затрачивается относительно продолжительное время. На предприятиях

применяется универсальное оборудование, сборочные процессы характеризуются значительной долей ручных работ. Квалификация рабочего персонала высокая.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали.

Анализ технологичности конструкции сводится к сопоставлению данной детали с каким-нибудь ранее разработанным решением и принятым за эталон. Эталоном должна являться деталь аналогичная анализируемой, находиться в серийном производстве. Целью сопоставления является – оценка типа «хорошо – плохо» или «рационально – нерационально». [2, с 237];

Чертеж детали содержит все необходимые виды, которые позволяют представить форму детали. Размеры и требования, представленные на чертеже, охватывают все поверхности, а также на них даны все необходимые допуски на изготовление. Обозначение отклонений и шероховатостей выполнено в соответствии с ЕСКД. Чертеж данной детали удовлетворяет требованиям, которые предъявляются к технологической документации и может быть принят к производству.

Соотношение наружного диаметра к длине 0,278, данная деталь относится к типу «диск» - базирование по торцу (3 опорных базы и 2 на цилиндрической поверхности).

Сложная конфигурация поверхностей (косые зубья на наружной поверхности). Вынуждает использовать сложное технологическое оборудование, которое требует высокой квалификации.

Габаритные размеры детали позволяют выбрать в качестве исходной заготовки - отливку [1, с 341].

Чугунное литье выступает в качестве основы для получения изделий и заготовок различного назначения. В частности, широкой популярностью обладает серый чугун марки СЧ20, который активно используется в производстве различных элементов.

Точность расположения наружного зубчатого венца относительно внутреннего отверстия обусловлена необходимостью обеспечить надежную работу зубчатого зацепления.

Воспользуемся [2, табл. 6.2, с. 234] для анализа детали.

Не технологичным являются косые зубья: может проявиться погрешность в отклонении размеров шагов, зазоров и формы профилей зубьев, в непараллельности зубьев, неточность межосевого расстояния, возникновении торцового и радиального биений.

Технологичным является внутреннее ступенчатое отверстие, где наиболее точная ступень – сквозная, что приводит к:

1. Снижению трудоемкости обработки;
2. Повышению точности обработки и стойкости инструмента;
3. Упрощению конструкции инструмента.

Произведем качественную оценку технологичности согласно ГОСТ 14.201-83:

1) Коэффициент точности:

$$K_m = 1 - \frac{1}{IT_{cp}} \quad (1.1)$$

$$IT_{cp} = \frac{\sum IT_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (1.2)$$

где: IT_{cp} – средний квалитет точности обработки изделия;

IT_i – квалитет точности i -той поверхности;

n_i – число размеров или поверхностей для каждого квалитета точности.

Составим таблицу, в которую внесем данные об нашей детали, для поиска коэффициента точности.

Таблица 4 – Данные для поиска коэффициента точности

Квалитет точности, T_i	Количество поверхностей, n_i	$IT_i \cdot n_i$
14	8	112
9	1	9
7	1	7
Σ	10	128

$$IT_{cp} = \frac{14 \cdot 8 + 9 \cdot 1 + 7 \cdot 1}{10} = 12,8$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{12,8} = 0,922$$

2) Коэффициент шероховатости:

$$Ra_{cp} = \frac{\sum Ra_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (1.3)$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ra_{cp}} \quad (1.4)$$

где: Ra_i – параметр шероховатости i -той поверхности, мкм;

n_i – число размеров или поверхностей для каждого параметра шероховатости.

Составим таблицу, в которую внесем данные об нашей детали, для поиска коэффициента шероховатости.

Таблица 5 – данные для поиска коэффициента шероховатости

Параметр шероховатости Ra_i	Количество поверхностей, n_i	$Ra_i \cdot n_i$
6,3	8	50,4
3,2	5	16
1,25	2	2,5
Σ	20	97,1

$$Ra_{cp} = \frac{6,3 \cdot 8 + 3,2 \cdot 5 + 1,25 \cdot 2}{15} = 4,59 \quad (1.3)$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{4,59} = 0,78 \quad (1.4)$$

Оба исследуемых коэффициента (K_m ; $K_{ш}$) меньше единицы, можно сделать вывод – деталь технологична.

1.4 Выбор типового технологического процесса

или аналога единичного

Типовой технологический процесс выберем из методического указания [4, табл. 1].

Таблица 6 – Типовой маршрут основных этапов обработки

№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства: мелкосерийное	
		Оборудование	Приспособление
I	<p>Токарная обработка основного отверстия и базового торца (комплект конструкторских баз) при базировании по цилиндрической поверхности ступицы и противобазовому торцу зубчатой поверхности.</p> <p>005. Токарная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать базовый торец предварительно; 2. Точить цилиндрическую поверхность зубчатого венца окончательно; 3. Обработать отверстие предварительно (сверлить и зенкеровать, если нет отверстия в заготовке, а если есть, то зенкеровать или расточить); 4. Подрезать базовый торец с припуском под шлифование; 5. Обработать отверстие (развернуть или расточить с окончательной точностью). Если центрирование осуществляется по наружному диаметру шлицев, то дополнительный припуск не оставляется, обеспечивается точность по чертежу; 6. Точить или расточить фаски. 	<p>Станки токарный или токарно-револьверный с ЧПУ или без ЧПУ</p>	<p>УБП (патрон трехкулачковый)</p>

Продолжение таблицы 6 - Типовой маршрут основных этапов обработки

№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства: мелкосерийное	
		Оборудование	Приспособление
II	<p>Токарная обработка других цилиндрических поверхностей при базировании по основному отверстию и базовому торцу.</p> <p>010. Токарная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец ступицы предварительно; 2. Подрезать противобазовый торец; 3. Точить цилиндрическую поверхность ступицы окончательно; 4. Подрезать торец ступицы с припуском под шлифование; 5. Точить и расточить фаски. 	<p>Оборудование то же, что и в этапе I/ Приспособление - оправка цилиндрическая</p>	
III	<p>Обработка шлицевого отверстия или шпоночного паза.</p> <p>015. Долбежная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Долбить шлицевые пазы в отверстии. 	<p>Станок: долбежный</p>	<p>УБП (патрон трехкулачковый с делительной головкой)</p>

Продолжение таблицы 6 - Типовой маршрут основных этапов обработки

№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства: мелкосерийное	
		Оборудование	Приспособление
IV	<p>Нарезание зубьев с базированием по основному отверстию (малому или большому диаметру шлицев, если тот или другой являются центрирующими в шлицевом соединении) и базовому торцу. Модуль колеса $12 > m > 3$ мм Ra 1,6...3,2 мм:</p> <p>020. Зубофрезерная</p> <p>1. Фрезеровать зубья предварительно (начерно) фрезой червячной модульной двухзаходной или трехзаходной класса С;</p> <p>025. Зубодолбежная</p> <p>1. Долбить зубья окончательно (начисто) долбяком класса В.</p>	<p>Станки: зубофрезерный класса Н; зубодолбежный</p>	<p>НСП (оправка шлицевая или шпоночная)</p>

Далее данный технологический процесс нужно будет адаптировать под наше колесо зубчатое.

1.5 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

От выбора исходной заготовки зависит построение всего технологического процесса. При выборе заготовки будем отталкиваться от основных факторов: материал изделия, габариты, план выпуска изделия.

Согласно [1, с. 341] исходную заготовку рекомендуется выбирать такую, при которой исходные размеры максимально приближаются к габаритам будущей детали. Но при этом появляется необходимость в новых рабочих местах, площадях и оборудовании, либо произвести закупку заготовки в сторонней организации. Исходя из ранее выбранного плана выпуска деталей – 15 шт/год, выбираем заготовки из чугуна(слитки), предназначенные для последующей переработки, получаемые путем разливки в формы.

Чугунное литье отличается от отливок из других материалов рядом преимуществ, таких, как:

-дешевизной

-высокой прочностью и износостойкостью

-высоким качеством поверхности, сводящим к минимуму последующую механическую обработку

1.6 Проектирование технологического процесса

изготовления детали

Опираясь на ранее выбранный типовой технологический процесс, выбранный план выпуска изделий, тип производства, метод получения исходной заготовки разработаем технологический процесс изготовления детали.

При установлении последовательности обработки заготовки руководствуются следующими положениями. Сначала обрабатывают поверхности, принятые в качестве технологических баз на большинстве операций технологического процесса. Затем обрабатывают поверхности, на которых могут обнаружиться скрытые дефекты исходной заготовки (раковины, поры, трещины и т.п.). При наличии таких дефектов дальнейшую обработку заготовки не производят; ее либо окончательно бракуют, либо принимают меры для исправления брака. Далее производят обработку остальных поверхностей в последовательности, обратной их точности: чем точнее должна быть поверхность, тем позже ее обрабатывают. В конце технологического процесса выносят обработку легкоповреждаемых поверхностей.

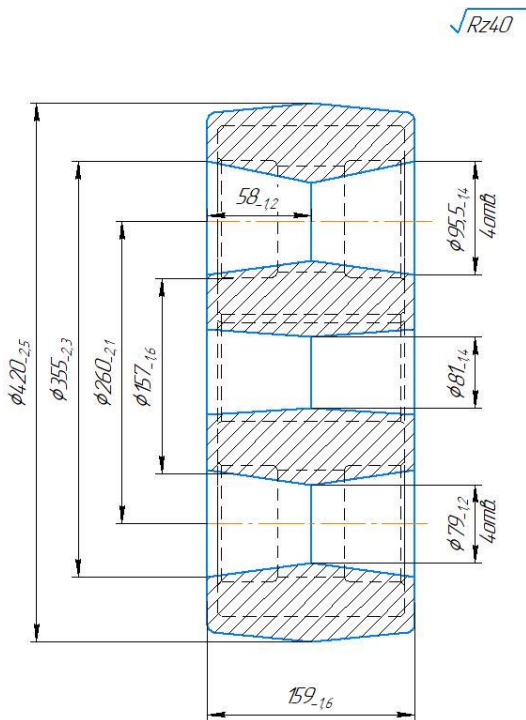
Обработку заготовок точных деталей ответственного назначения часто делят на стадии: черновую, чистовую и отделочную, которую выполняют на разных станках. При черновой обработке удаляют основную массу металла в виде припусков и напусков; при этом формируются относительно большие погрешности заготовки из-за перераспределения остаточных напряжений, упругих деформаций технологической системы от сил резания и

температурных деформаций этой системы. При чистовой обработке указанные погрешности уменьшаются. При отделочной обработке достигается требуемая точность детали и качество ее поверхностных слоев [2, с.263].

1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций

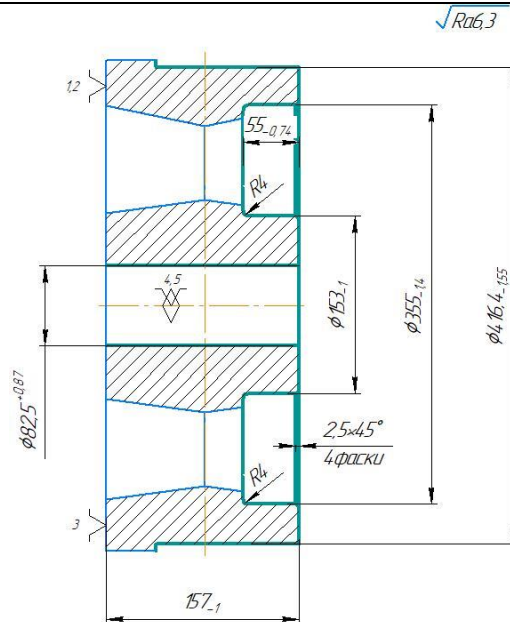
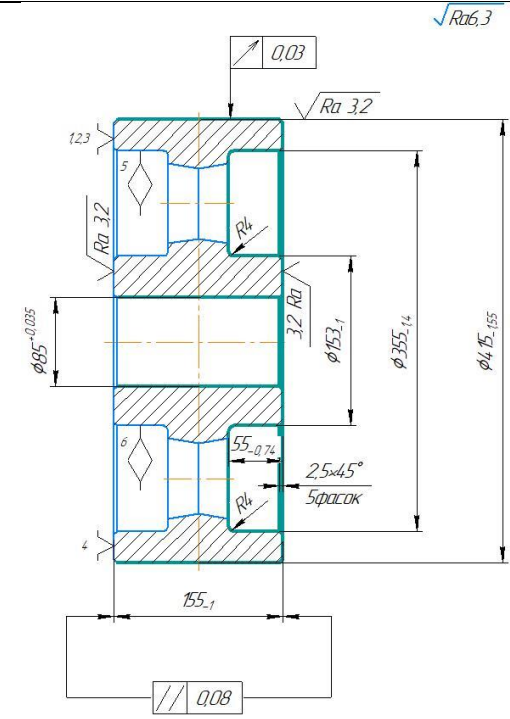
Проанализируем типовой технологический процесс и составим маршрутно-операционный технологический процесс. Технологический процесс изготовления детали представим в виде таблицы 7:

Таблица 7 – технологический процесс изготовления детали

№ Оп.	Наименование операции и содержание перехода	Операционный эскиз
005	Заготовительная Отлить заготовку согласно чертежа	 <p>The sketch shows a cylindrical part with a diameter of 159_{-16} mm. It features a top chamfered edge with a radius of $Rz40$. The part is divided into several sections with different diameters and lengths: a top section with diameter 58_{-12} mm and length $40_{\text{отб}}$ mm; a middle section with diameter 95.5_{-14} mm and length $40_{\text{отб}}$ mm; a section with diameter 81_{-14} mm; a section with diameter 79_{-12} mm and length $40_{\text{отб}}$ mm; and a bottom section with diameter 159_{-16} mm. The total length of the part is 420_{-25} mm. Other diameters shown are 355_{-23} mm and 260_{-21} mm. The surface finish is specified as $\sqrt{Rz40}$.</p>

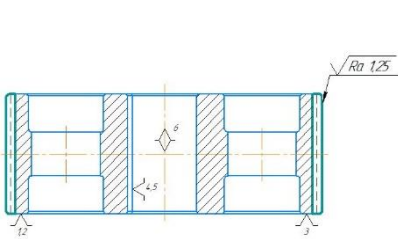
Продолжение таблицы 7– технологический процесс

изготовления детали

<p>010</p>	<p>Токарная</p> <p>Установ А: установить и закрепить заготовку</p> <p>Базы: Наружная поверхность, торец</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец, выдерживая размер 157_{-1}мм; 2. Точить наружную поверхность предварительно $\varnothing 416,4_{-1,55}$мм; 2. Точить ступицы с $\varnothing 355_{-1,4}$мм до $\varnothing 153_{-1,4}$мм на длину $55_{-0,74}$мм; 3. Расточить внутреннее отверстие предварительно $\varnothing 82,5^{+0,87}$мм 4. Снять фаски 	 <p>Technical drawing of a shaft with dimensions and surface finish requirements. The drawing shows a shaft with a total length of 157_{-1} mm. It features a central section with an outer diameter of $\varnothing 153_{-1,4}$ mm and an inner diameter of $\varnothing 82,5^{+0,87}$ mm. The length of this central section is $55_{-0,74}$ mm. The outer diameter of the shaft is $\varnothing 416,4_{-1,55}$ mm. The drawing includes surface finish requirements of $\sqrt{Ra 6,3}$ and chamfering specifications of $2,5 \times 45^\circ$ / 4 фаски. A chamfered end is shown with a length of $4,5$ mm.</p>
<p>015</p>	<p>Установ Б: переустановить заготовку</p> <p>Базы: торец, ступицы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец, выдерживая размер 155_{-1}мм; 2. Точить наружную поверхность окончательно $\varnothing 415_{-1,55}$мм; 3. Точить ступицы с $\varnothing 355_{-1,4}$мм до $\varnothing 153_{-1,4}$мм на длину $55_{-0,74}$мм; 4. Расточить внутренне отверстие окончательно $\varnothing 85^{+0,035}$мм; 5. Снять фаски 	 <p>Technical drawing of a shaft with dimensions and surface finish requirements. The drawing shows a shaft with a total length of 155_{-1} mm. It features a central section with an outer diameter of $\varnothing 153_{-1,4}$ mm and an inner diameter of $\varnothing 85^{+0,035}$ mm. The length of this central section is $55_{-0,74}$ mm. The outer diameter of the shaft is $\varnothing 415_{-1,55}$ mm. The drawing includes surface finish requirements of $\sqrt{Ra 3,2}$ and chamfering specifications of $2,5 \times 45^\circ$ / 5 фасок. A chamfered end is shown with a length of 5 mm. A surface texture symbol $\sqrt{Ra 0,03}$ is also present.</p>
<p>015</p>	<p>Контрольная</p>	<p>Контролировать размеры, шероховатость, согласно чертежу</p>

Продолжение таблицы 7– технологический процесс

изготовления детали

020	<p>Сверлильная</p> <p>Установ А: установить и закрепить заготовку</p> <p>Базы: торец, наружная поверхность</p> <p>1. Сверлить 4 отверстия $\varnothing 83_{-0,87}$ мм, выдерживая размеры согласно чертежу</p>																									
025	Контрольная	Контролировать размеры отверстий, шероховатости, согласно чертежу																								
030	<p>Долбежная</p> <p>Установ А: установить и закрепить заготовку</p> <p>Базы: торец, наружная поверхность</p> <p>1. Долбить шпоночный паз $22 \times 14 \times 115$, выдерживая размеры, согласно чертежу</p>																									
	Контрольная	Контролировать размеры, шероховатость, согласно чертежу																								
	<p>Зубофрезерная</p> <p>Установ А: установить и закрепить заготовку</p> <p>Базы: торец, внутреннее отверстие</p> <p>1. Фрезеровать зубья колеса, согласно таблице зубчатого венца</p>	 <table border="1" data-bbox="1189 1429 1444 1612"> <tbody> <tr> <td>Модуль</td> <td><i>m</i></td> <td>5,5</td> </tr> <tr> <td>Число зубьев</td> <td><i>z</i></td> <td>71</td> </tr> <tr> <td>Угол наклона зубьев</td> <td><i>β</i></td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Направление линии зуба</td> <td></td> <td>правое</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент смещения</td> <td><i>x</i></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Степень точности</td> <td></td> <td>9-с</td> </tr> <tr> <td>Делительный диаметр</td> <td><i>d</i></td> <td>404</td> </tr> <tr> <td>Высота зуба</td> <td><i>h</i></td> <td>12,375</td> </tr> </tbody> </table>	Модуль	<i>m</i>	5,5	Число зубьев	<i>z</i>	71	Угол наклона зубьев	<i>β</i>	15	Направление линии зуба		правое	Коэффициент смещения	<i>x</i>	0	Степень точности		9-с	Делительный диаметр	<i>d</i>	404	Высота зуба	<i>h</i>	12,375
Модуль	<i>m</i>	5,5																								
Число зубьев	<i>z</i>	71																								
Угол наклона зубьев	<i>β</i>	15																								
Направление линии зуба		правое																								
Коэффициент смещения	<i>x</i>	0																								
Степень точности		9-с																								
Делительный диаметр	<i>d</i>	404																								
Высота зуба	<i>h</i>	12,375																								
	Слесарная	Снять заусенцы, острые кромки притупить																								
	Промывочная	Промыть деталь																								
	Контрольная	Контролировать окончательно размеры, шероховатость, согласно чертежу																								

1.6.2 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки

Размерный анализ выполняется после того, как технологический процесс изготовления детали в значительной степени уже спроектирован: выбран вид и способ получения исходной заготовки, определено содержание операций механической обработки, выбрано оборудование и технологическая оснастка для их исполнения.

Таблица 8 – Размерные схемы

Проверяемые размеры	Схемы размерных цепей	Уравнения размерных цепей
$Z_{1.1}$		$Z_{1.1} = A_{1.1} - A_{1.1}$
$Z_{1.2}$		$Z_{1.2} = A_{1.2} - A_{1.2}$
$Z_{2.1}$		$Z_{2.1} = A_{2.0} - A_{2.1}$
$Z_{2.2}$		$Z_{2.2} = A_{2.2} - A_{2.3}$
$Z_{3.1}$		$Z_{3.1} = A_{3.0} - A_{3.1}$
$Z_{3.2}$		$Z_{3.2} = A_{3.2} - A_{3.3}$
$Z_{4.1}$	<small>Часть рисунка с идентификатором отношения (S23) не найдена в файле.</small>	$Z_{4.1} = A_{4.0} - A_{4.1}$
$Z_{4.2}$		$Z_{4.2} = A_{4.2} - A_{4.3}$
$Z_{5.1}$		$Z_{5.1} = A_{2.1} - A_{5.1}$

Продолжение таблицы 8 – Размерные схемы

$Z_{5.2}$		$Z_{5.2}$ $= A_{5.2} - A_{5.3}$
$Z_{6.1}$		$Z_{6.1}$ $= A_{3.1} - A_{6.1}$
$Z_{6.2}$		$Z_{6.2}$ $= A_{6.2} - A_{6.3}$
K_1		$K_1 = A_{1.3}$
K_2		K_2 $= A_{2.2} + K_3$ $+ A_{3.2}$
K_3		K_3 $= A_{1.2} - A_{2.0}$ $- A_{3.0}$
K_4		$K_4 = A_{4.2}$

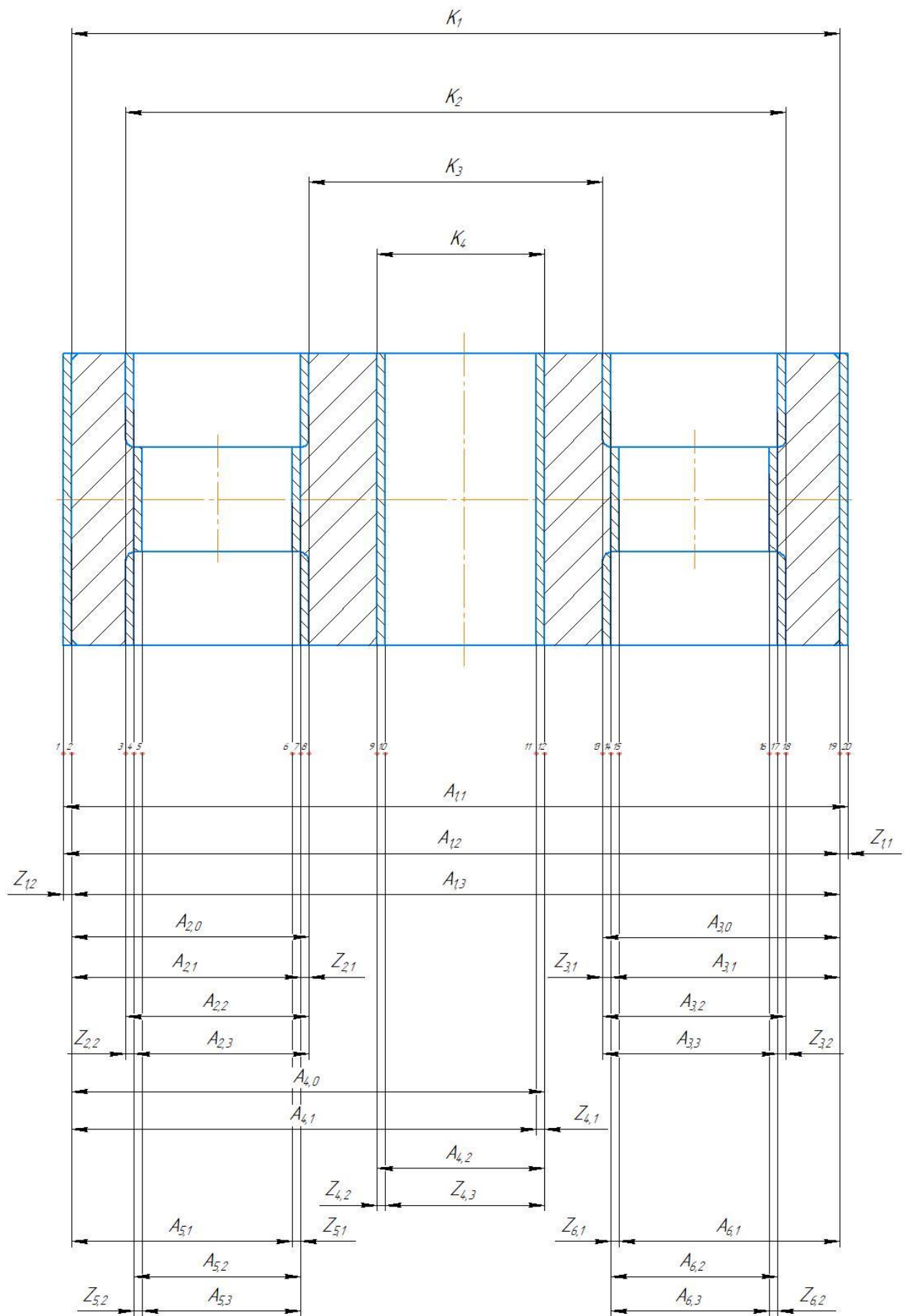


Рисунок 2 - Размерная схема (диаметральные размеры)

погрешностей и дефектов), суммирование составляющих наименьшего припуска производится арифметически

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (R_{z i-1} + T_{\text{деф } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i).$$

где: $Z_{\min i}$ – минимальный припуск на данный, i переход, мкм;

$R_{z i-1}$ – шероховатость, полученная на предыдущем. $i-1$, переходе, мкм;

$T_{\text{деф } i-1}$ – глубина дефектного слоя на предыдущем переходе, мкм;

ρ_{i-1} – сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки, мкм;

ε_i – погрешность закрепления заготовки на данном переходе.

Значение коэффициентов принимаем согласно табличных данных, по методическому указанию [5].

Подробный порядок расчета минимальных припусков на обработку приведен в методическом указании [5].

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку наибольшего наружного размера $\varnothing 415h14_{(-1.55)}$:

Шероховатость поверхности $\sqrt{Ra3,2}$, допуск на размер $\delta_{\text{дет}} = 1,55$ мм.

Шероховатость поверхности заготовки $\sqrt{Ra6,3}$, допуск на диаметр заготовки $\delta_{\text{заг}} = 2,8$ мм = 2800 мкм.

Черновая обработка: $2Z_{\min} = 2(200 + 250 + 900 + 450) = 2 \cdot 1800 = 3600$ мкм;

Чистовая обработка: $2Z_{\min} = 2(150 + 650 + 600 + 0) = 2 \cdot 1400 = 1400$;

Графу «Предельный размер» заполняем, начиная с конечного (конструкторского) размера путем прибавления расчетного минимального припуска ($2Z_{\min}$) к предельному максимальному размеру (d_{\max}):

1. (черновая):

$$d_{\min} = 415 + 3,6 = 418,6 \text{ мм};$$

Для полученного размера в таблице допусков определяем допуск на рассматриваемую обработку (в данном случае $h14$ $Td = 1800$ мкм), для рассматриваемой операции определим значение расчетного максимального технологического размера:

$$d_{\max} = d_{\min} + T_d = 418,6 + 1,8 = 420,4 \text{ мм};$$

Относительно полученного расчетного максимального технологического размера d_{\max} определим принятый технологический размер;

Так как размер $\text{Ø}415\text{h}14_{(-1,55)}$ в качестве номинального размера рассматривать неудобно, поэтому округляем его в большую сторону, т.е. принимаем для черновой операции исполнительный технологический размер равный $\text{Ø}415$ мм, дальнейшие расчеты будем производить относительно данного размера:

Операция заготовительная:

$$d_{\min} = 415 + 3,6 = 418,6 \text{ мм};$$

$$T_{d_{\text{заг}}} = 1800 \text{ мкм};$$

$$d_{\max} = d_{\min} + T_{d_{\text{заг}}} = 418,6 + 1,8 = 420,4 \text{ мм};$$

Так как согласно ГОСТ 26645-85 ближайший размер заготовки = 420 мм, принимаем его в качестве принятого технологического размера.

Полученные результаты сведем в таблицу 9:

Таблица 9 – припуски на обработку
наибольшего диаметрального размера

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$,	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	ϵ			d_{\min}	d_{\max}
Наружная поверхность $\text{Ø}415_{-1,55}$								
1. токарная (черновая)	200	250	900	450	3600	1800	$\text{Ø}415\text{h}14_{(-1,55)}$	420,4
2. токарная (чистовая)	150	650	600	0	1400	1400	415	$\text{Ø}418,6$

Дальнейший расчет припусков выполним аналогично, за исключением того, что при расчете отверстий рассчитывается максимальный предельный размер следующим образом:

$$D_{\max i-1} = D_{\min} - 2Z_{\min};$$

Произведем расчет минимальных припусков на обработку Ø85H7 мм и результаты запишем в таблицу 8:

Операция 1:

$$D_{\max} = D_{\min 2} - 2Z_{\min} = 84,9 - 2,5 = 82,4 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = 85 - 1,5 = 83,5 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 83,5.

Операция 2:

$$D_{\max} = 87 - 1,5 = 85,5 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = 86,2 - 1,5 = 84,7 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 84,7.

Таблица 10 - расчет минимальных припусков на обработку наиболее точной внутренней поверхности

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	ϵ			D_{\min}	D_{\max}
Внутренняя поверхность Ø85 ^{+0,021}								
1.токарная черновая	40	50	90	100	2500	2200	83,5	87
2.токарная чистовая	20	30	45	60	1500	1700	84,7	85,5

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку торцов и результаты запишем в таблицу 9:

Операция 2:

$$l_{\min} = 155 + 3,5 = 158,5;$$

$$l_{\max} = 155 + 4 = 159;$$

Таблица 11 - расчет минимальных припусков

на обработку торцев

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	ϵ			d_{\min}	d_{\max}
Обточка правого и левого торцов заготовки для получения её длины 115.1								
0.Отрезка заготовки	160	150	250	500	-	1200	158,5	159
1.Обточка левого торца	40	25	50	100	2000	600	156	157
2.Обточка правого торца	40	30	50	30	2000	600	155	155,2

Сведем припуски для всех поверхностей по ГОСТ 26645-85.

Таблица 12 – Размеры отливки. Допуски размеров и припуски на механическую обработку.

Размер, мм	Припуск, мм	Допуск размеров отливок, мм	Размер заготовки, мм
Ø415	5	18	Ø420
Ø98,5	4	11	Ø95,5
Ø85	4	2,2	Ø81
Ø83	4	11	Ø79
155	4	12	159
55	3	10	58

1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки

Средства технологического оснащения - это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса. Технологический процесс оснащается с целью обеспечения требуемой точности обрабатываемых деталей и повышения производительности труда. Под оптимальной оснащенностью понимается такая оснащенность, при которой достигается максимальная эффективность производства изделия при обязательном получении требуемого количества продукции и заданного качества за установленный промежуток времени с учетом комплекса условий, связанных с технологическими и организационными возможностями производственных фондов и рабочей силы [6].

Средства технологического оснащения подразделяются на:

- технологическое оборудование;
- средства механизации и автоматизации технологических процессов (вспомогательных операций и переходов);
- технологическую оснастку.

Технологическое оборудование - это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от конструкции детали и требованиями по обеспечению качества поверхности. В отдельных случаях технологи разрабатывают техническое задание на проектирование специальных станков.

Произведем подбор средств технологического и контрольно – измерительного оснащения, для материального обеспечения производственного участка, а также занесем выбранные средства в таблицы 13 и 18.

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
Заготовительная	Чугунное литье в формы	-	-
Токарная	1М63МФ101 Станок токарный универсальный	Резец проходной упорный 2103-1133 ВК6 (32x32) ГОСТ 18879-73; Резец проходной отогнутый 2102-1119 ВК6 (32x32) ГОСТ 18877-73; Резец расточной 2141-0059 ВК6 (32x32) ГОСТ 18883-73;	Патрон трехкулачковый 7100-0017 ГОСТ 2675-80
Сверлильная	Станок радиальный сверлильный РС100	Сверло спиральное 2301-0188 Р6М5 ГОСТ 10993-77 Морзе 5 АТ8 ГОСТ 25557-82	Универсальные прижимы
Долбежная	Фрезерно-шпоночный станок МЕС-70/340x600 АУТ	Долбяк 2182-0607 Р6М5 ГОСТ 10046-72 (32x20)	Специальное зажимное приспособление
Зубофрезерная	Зубофрезерный вертикальный полуавтомат 5К32	Фреза модульная 2510-4041 Р6М5 ГОСТ 9324-80	Специальное приспособление

Таблица 14 - технические характеристики 1М63МФ101:

Напряжение сети	280В
Мощность главного мотора, кВт	13
Высота резца, установленного в резцедержатель, мм	32
Наибольший диаметр заготовки обрабатываемой над станиной, мм	630
Наибольший диаметр заготовки обрабатываемой над суппортом, мм	350
Вращение шпинделя, об/мин	10-1250
Подача шпинделя, мм/об	0,064-1,025
Класс точности по ГОСТ 8-82	Н
Габариты станка (ДхШхВ), мм	3530х1680х1290
Масса станка, кг	4300

Таблица 15 - технические характеристики станка радиальный РС100:

Напряжение сети	280В
Мощность главного мотора, кВт	13
Конус шпинделя	МТ6
Тип зажима инструмента	Гидравлический
Максимальный диаметр сверления, мм	100
Вращение шпинделя, об/мин	10-900
Подача шпинделя, мм/об	0,06-3,2
Ход шпинделя по горизонтали, мм	2580
Ход консоли по вертикали, мм	1250
Класс точности по ГОСТ 8-82	Н
Габариты станка (ДхШхВ), мм	4650х1630х4525
Масса станка, кг	20 000

Таблица 16 - технические характеристики МЕС-70/340х600 АУТ:

Напряжение сети	380В
Мощность главного мотора, кВт	5,5
Максимальный диаметр заготовки, мм	600
Ширина паза, мм	3-100
Длина паза, мм	0-340
Наибольший диаметр заготовки обрабатываемой над шпинделем, мм	180
Вращение шпинделя, об/мин	3000-10000
Класс точности по ГОСТ 8-82	Н
Габариты станка (ДхШхВ), мм	1000х1200х2400
Масса станка, кг	750

Таблица 17 - технические характеристики 5К32:

Напряжение сети	380В
Мощность главного мотора, кВт	7,5
Наибольший диаметр нарезаемых цилиндрических косозубых колес (30°), мм	500
Наибольшая длина венца нарезаемых цилиндрических косозубых колес (30°), мм	200
Наибольший модуль нарезаемого колеса, мм	10
Расстояние между осями стола и фрезы, мм	60-350
Расстояние от плоскости стола и оси фрезы, мм	210-570
Вращение шпинделя, об/мин	5-310
Пределы продольных подач, мм/об	0,8-5,0
Габариты станка (ДхШхВ), мм	2500х1440х2000
Масса станка, кг	6400

Таблица 18 – средства контроля точности
изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-500-0,05 ГОСТ166-89;
Токарная Установ А:	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ- I-0-500-0,1 ГОСТ166-89; ШЦ- I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.
Установ Б:	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ- II-0-500-0,05 ГОСТ166-89; ШЦ- I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Штангенциркуль -20-170 0,01 для внутр. канав. элек. ЧИЗ; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88; Образцы шероховатости 6,3 - Т; 3,2 - Р ГОСТ 9378-93.
Контрольная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ- II-0-500-0,05 ГОСТ166-89; ШЦ- I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Штангенциркуль -20-170 0,01 для внутр. канав. элек. ЧИЗ; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88; Образцы шероховатости

		6,3 – Т, ТТ; 3,2 - Р ГОСТ 9378-93.
--	--	------------------------------------

Продолжение таблицы 18 – средства контроля
точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
Сверлильная	Инструментальный, визуальный	Нутрометр НИ-50-100 0,01 ЧИЗ ГОСТ 868-82; Образцы шероховатости 1,6 – ШТ ГОСТ 9378-93.
Контрольная	Инструментальный, визуальный	Нутрометр НИ-50-100 0,01 ЧИЗ ГОСТ 868-82; Образцы шероховатости 1,6 – ШТ ГОСТ 9378-93.
Долбежная	Инструментальный, визуальный	Концевые меры 1-Н2 ГОСТ 9038-90 Образцы шероховатости 1,6 – ШТ ГОСТ 9378-93.
Контрольная	Инструментальный, визуальный	Концевые меры 1-Н2 ГОСТ 9038-90 Образцы шероховатости 1,6 – ШТ ГОСТ 9378-93.
Зубофрезерная	Инструментальный, визуальный	Зубомер по ГОСТ 4446-81
Контрольная	Инструментальный, визуальный	Штангензубомер ШЗН-18 ГОСТ 163-41;

1.8 Расчет и назначение режимов обработки

Назначение режимов обработки резанием рассматривается как технико – экономическая задача. Режимы обработки оказывают влияние на показатели

производства как технические, так и экономические. В связи с этим расчет режимов резания является одной из самых массовых задач в машиностроении.

Особое значение при расчете режимов резания имеет зависимость между стойкостью режущего инструмента, скоростью резания, подачей и глубиной резания, а также геометрическими параметрами режущего инструмента.

При расчете режимов резания целесообразно учитывать фактор оптимизации их по одному из критериев оптимизации: максимуму производительности, минимуму себестоимости, а также оптимизация по комплексу параметров качества поверхностного слоя обрабатываемых поверхностей и точности обработки [7].

Назначение режима обработки неразрывно связано с выбором инструментального материала, а также с выбором смазывающе - охлаждающих технологических сред с учетом метода обработки и материала обрабатываемых деталей.

Скорость резания v м/мин: при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по эмпирической формуле

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v.$$

Где: C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T – стойкость инструмента (среднее значение стойкости 30-60 мин);

t – глубина резания (мм);

S – подача (мм/об);

m, x, y – показатели степеней;

K_v - является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки K_{mv} ; состояния поверхности K_{nv} ; материала инструмента K_{uv} .

Скорость резания при фрезеровании (окружная скорость фрезы, м/мин),

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

где: t - глубина резания;

B - ширина фрезерования;

S_z – подача на зуб (мм);

z - количество зубьев.

Расчеты режимов резания произведем согласно методическому пособию [7].

Операция: «Токарная»

Произведем расчет режимов резания для наружного точения $\varnothing 415_{(-1,55)}$:

Согласно [7, с. 44, табл. 2.16] для обеспечения требуемой шероховатости ($Ra_{3,2}$) необходимо выбирать подачу не более 0,35 мм/об, скорость резания при этом должна быть от 125 до 140 м/мин [7, с. 48, табл. 2.22].

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,626 \cdot 1,15 \cdot 1 = 0,72$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350 \cdot 0,72}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} = \frac{252}{1,743} = 144,634 \text{ м/мин};$$

так как расчетная скорость резания получилась больше табличной, увеличим стойкость инструмента:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350 \cdot 0,72}{100^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} = \frac{252}{1,93} = 130,587 \text{ м/мин};$$

Рассчитаем получившееся кол-во оборотов при получившейся скорости резания, используя упрощенную формулу для расчета режимов резания:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \Rightarrow n = \frac{1000 v}{\pi d} = \frac{130587}{3,14 \cdot 190} = 218,855 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка можно установить 200 об/мин. Тогда фактическая скорость резания при обработке $\varnothing 415_{(-1,55)}$ равна:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 415 \cdot 200}{1000} = 260,62 \text{ м/мин.}$$

Произведем расчет режимов резания для растачивания $\varnothing 85H7^{(+0,035)}$ мм:

Установим подачу в соответствии с необходимой шероховатостью [7, с. 44, табл. 2.16] – 0,25 мм/об, скорость резания 125-140 м/мин, $t=0,25$ мм, тогда:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,626 \cdot 1,15 \cdot 1 = 0,72$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350 \cdot 0,72}{60^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,25^{0,35}} = \frac{252}{1,134} = 222,268 \text{ м/мин};$$

Расчетная скорость резания получилась больше рекомендуемой, увеличим стойкость инструмента:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,626 \cdot 1,15 \cdot 1 = 0,72$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350 \cdot 0,72}{600^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,25^{0,35}} = \frac{252}{1,797} = 140,242 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{140242}{3,14 \cdot 109,5} = 407,881 \text{ об/мин};$$

В соответствии с паспортом выбираем 400 об/мин, тогда скорость резания равна:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 85 \cdot 400}{1000} = 106,76 \text{ м/мин.}$$

Произведем расчет скорости резания при точении паза:

В соответствии с: [7, с. 46, табл. 2.19] значения коэффициентов равны:

$$C_v = 47; y = 0,8; m = 0,2.$$

[7, с. 45, табл. 2.17] при ширине паза 22мм, длине 155, S=0,06 – 0,8 мм/об,

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,626 \cdot 1,15 \cdot 0,65 = 0,468$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{47 \cdot 0,468}{30^{0,2} \cdot 2,75^{1 \cdot 0,06^{0,8}}} = \frac{21,996}{0,449} = 48,988 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{48988}{3,14 \cdot 115} = 135,663 \text{ об/мин};$$

В соответствии с паспортом выбираем 125 об/мин, тогда скорость резания равна:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 85 \cdot 125}{1000} = 41,37 \text{ м/мин.}$$

Операция: «Зубофрезерная»

Используемый инструмент: фреза модульная 2510-4041 Р6М5 ГОСТ 9324-80. На данной операции необходимо оставить припуск 1,15 мм чистовое зубофрезерование.

$S_o=2\text{мм/об}$; $v_c=24\text{м/мин}$; 1 проход.

$$n = \frac{1000v}{\pi d_\phi} = \frac{24000}{3,14 \cdot 140} = 54,595 \approx 54 \text{ об/мин};$$

Операция: «Зубодолбежная»

Зубья колеса $m=5,5$:

Чистовое нарезание: $S_{кр}=0,25 \text{ мм/дв. ход}$; $v=16 \text{ м/мин}$;

Аналогичным методом произведем расчет режимов резания, полученные данные занесем в таблицу 12:

Таблица 19 – Значения режимов резания

Операция	Инструмент	Глубина t , мм	Подача S , мм/об	Скорость резания V_c , м/мин	Количество оборотов в мин n , об/мин	Стойкость T , мин
Заготовитель- ная		-	-	-	-	-
Токарная установ А:						
Подрезка торца	Резец проходной отогнутый 2102-1119 ВК6 (32x32) ГОСТ 18877- 73;	2	0,35	114,354	400	80
Наружное точение $\varnothing 415_{(-1,55)}$	Резец проходной упорный 2103- 1133 ВК6 (32x32) ГОСТ 18879- 73;	3,6	0,35	119,32	200	60

Продолжение таблицы 19 – Значения режимов резания

Операция	Инструмент	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V _c , м/мин	Количество оборотов в мин n, об/мин	Стойкость T, мин
Установ Б:						
Подрезка торца	Резец проходной упорный 2103- 1133 ВК6 ГОСТ 18879- 73;	2	0,35	114,354	400	80
Наружное точение Ø415 _(-1,55)		3	0,175	132,607	315	200
Точение ступиц		2	0,175	128,648	315	240
Расточить Ø85Н7	Резец расточной 2141-0059 ВК6 ГОСТ 18883- 73;	2,25	0,3	136,973	400	90
Расточить Ø83Н14	Резец расточной 2141-0059 ВК6 ГОСТ 18883- 73;	1	0,2	142	400	300
Шпоночный паз 22x14x155	Долбяк 2182- 0607 Р6М5 ГОСТ 10046- 72	-	0,25 мм/дв. ход	18,5	-	-

Продолжение таблицы 19 – Значения режимов резания

Операция	Инструмент	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V _c , м/мин	Количество оборотов в мин n, об/мин	Стойкость T, мин
Зубофрезерная m=5,5						
Черновое зубофрезе- рование	Фреза модульная 2510-4041 P6M5 ГОСТ 9324-80	-	2	24	54	-
Зубодолбежная m=5,5						
Нарезание зубьев	Фреза модульная 2510-4041 P6M5 ГОСТ 9324-80	-	1	24	54	-

Полученные режимы резания необходимы для расчета основного времени на обработку детали.

1.9 Нормирование технологического процесса

Нормирование технологического процесса выполним в соответствии с учебным пособием [9] – «Техническое нормирование операций механической обработки деталей».

Одной из составляющих частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на изготовление изделия. Расчет норм времени ведется по укрупненным типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени.

Норма времени на операцию по своей структуре делится на две основные части:

норму подготовительно-заключительного времени - $T_{пз}$;

норму штучного времени - $T_{от}$.

Подготовительно-заключительное время – время, затрачиваемое на подготовку к выполнению работы и действия, осуществляемые по ее окончании. Сюда относятся: получение задания на работу; получение инструментов, приспособлений, технологической документации; ознакомление с работой, технологической документацией, чертежом; инструктаж о порядке выполнения работы; установка приспособления, инструмента; наладка оборудования на соответствующий режим работы; наладка оборудования на соответствующий режим работы; снятие приспособления и инструмента после выполнения задания; сдача приспособления после выполнения задания; сдача приспособлений, инструмента и технологической документации.[9]

В серийном (мелкосерийном, среднесерийном и крупносерийном) производстве подготовительно-заключительное время нормируют на партию деталей, а норма времени, необходимая для изготовления одной детали (мин), определяется по формуле:

$$T = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} \quad [9.1]$$

где n – количество деталей в партии.

Следовательно, для уменьшения подготовительно-заключительного времени, приходящегося на единицу продукции, и соответственно нормы времени целесообразно изготавливать крупные партии.

Норма штучного времени (мин):

$$T_{от} = t_o + t_b + t_{обс} + t_{от.п} \quad [9.2]$$

где: t_o – основное (технологическое) время, оно может быть: машинным t_m (работа производится без участия человека, ЧПУ); машино-ручным $t_{м.р}$ (работа производится с управлением рабочего, все универсальное оборудование); ручным t_p (всевозможные слесарные работы (опиливание, шабрение);

t_b – вспомогательное не перекрываемое время;

$t_{\text{обс}}$ – время обслуживания рабочего места;

$t_{\text{от.п}}$ – время на отдых и личные надобности.

Формулу для расчета основного времени можно представить в виде:

$$t_0 = \frac{L}{n \cdot S} \cdot \frac{h}{t} = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S} \cdot i$$

где: L – величина перемещения инструмента или заготовки в направлении подачи за один рабочий ход, мм;

n – частота вращения, мин⁻¹;

S – подача, мм/об. или мм/дв.ход;

h – припуск на обработку (для данного перехода), мм;

t – глубина резания за один проход, мм;

l – размер обрабатываемой поверхности в направлении подачи для конкретной операции, мм;

l_1 – величина врезания и перебега инструмента, мм;

l_2 – дополнительная длина на взятие пробной стружки, $l_2=12 \dots 15$ мм (при наладке станка), $l_2=0$ (при настроенном станке);

Нормирование вспомогательного времени. Вспомогательное время, как уже было сказано, складывается:

из времени на установку и снятие детали;

из времени, связанного с переходом (комплекс приемов);

из времени на измерение (контроль окончательных размеров)

В данном этапе дипломного проекта необходимо произвести нормирование следующих операций:

- **Заготовительной операции;**
- **Токарной операции (установ А)** - подрезаем торец (1 проход), точим наружную поверхность Ø415 (4 прохода), точим ступицы (1 проход), расточим отверстия (1 проход);
- **Токарной операции (установ Б)** - подрезаем торец (1 проход), точим наружный диаметр Ø415 (4 прохода – чистовые), точим ступицы (1 проход) отверстие (1 проход - чистовой);

- **Долбежной операции** – получаем шпоночный паз (27 проходов);
- **Сверлильной операции** – получаем 4 отверстия (2прохода);
- **Зубофрезерной операции** - черновое зубонарезание $m=5,5$;

Расчет основного времени:

Основное время рассчитывается по формуле:

$$t_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot \frac{h}{t} = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S} \cdot i$$

Токарная операция (установ А):

Точение $\varnothing 415$ на длину 155 мм:

$D_{\text{заг}}=420\text{мм}$; $l=159\text{мм}$; $h=3,6\text{мм}$; глубина резания равна припуску на сторону:
 $t=h/2=1,8\text{мм}$; расчетная длина обработки $L=l+l_1$; величина врезания и перебега
 l_1 назначим = 3мм $\Rightarrow L=161\text{мм}$.

Значение режимов резания берем из таблицы 12.

Наружная поверхность:

$$t_o = \frac{420 \cdot 2}{200 \cdot 0,35} = 12 \text{ мин};$$

Подрезка торца:

$$t_o = \frac{159+3}{400 \cdot 0,35} = 1,16 \text{ мин.}$$

Точение ступиц:

$$t_o = \frac{55+3}{400 \cdot 0,35} = 0,41 \text{ мин}$$

Растачивание отверстия:

$$t_o = \frac{81}{400 \cdot 0,35} = 0,6 \text{ мин}$$

Итого:

$$t_o = 14,15 \text{ мин.}$$

Токарная операция (установ Б):

Наружная поверхность:

$$t_o = \frac{416,4 \cdot 2}{200 \cdot 0,35} = 11,9 \text{ мин};$$

Подрезка торца:

$$t_0 = \frac{159+3}{400 \cdot 0,35} = 1,16 \text{ мин.}$$

Точение ступиц:

$$t_0 = \frac{55+3}{400 \cdot 0,35} = 0,41 \text{ мин}$$

Растачивание отверстия:

$$t_0 = \frac{85}{400 \cdot 0,35} = 0,58 \text{ мин}$$

Итого:

$$t_0 = 14,05 \text{ мин.}$$

Сверлильная:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+l_2)}{S_M} = \frac{83}{0,14 \cdot 1290} = 0,46 \text{ мин;}$$

Долбежная:

$$t_0 = \frac{14 \cdot 22}{0,25 \cdot 125} = 9,86 \text{ мин;}$$

Зубофрезерная $m=5,5$:

Для определения основного времени при зубообработке воспользуемся формулой [9, табл. 2.1, стр. 21]:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+l_2)}{S \cdot n} = \frac{417}{2,0 \cdot 68} = 3,07 \text{ мин;}$$

Зубофрезерование чистовое $m=5,5$:

$z=34$; $m=3,5$ мм, ширина венца 8,5 мм, параметр шероховатости $Ra_{6,3}$ мкм; припуск на обработку по межцентровому расстоянию $h=1,15$ мм; число рабочих ходов 2.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1+l_2)}{S \cdot n} = \frac{415}{2,0 \cdot 68} = 3,05 \text{ мин;}$$

Расчет вспомогательного времени:

Вспомогательное время:

Вспомогательное время на операции складывается из времени на установку и снятие детали, управление станком и измерение детали:

$$t_B = t_{yc} + t_{упр} + t_{изм};$$

Рассмотрим токарную операцию:

Время затрачиваемое на установку заготовки в самоцентрирующемся трехкулачковом патроне $t_{yc}=0,16$ мин; $t_{упр}=2\%t_0$; $t_{изм}=0,3$ мин (1 поверхность).

Токарная операция (установ А):

$$t_B = 0,16 + 14,15 \cdot 0,02 + 0,3 \cdot 2 = 1,04 \text{ мин}$$

Токарная операция (установ Б):

$$t_B = 0,16 + 14,05 \cdot 0,02 + 0,3 \cdot 2 = 1,04 \text{ мин}$$

Сверлильная операция:

$$t_B = t_{уст} + t_3 + t_{изм} = 0,64 \text{ мин};$$

Долбежная операция:

$$t_B = t_{уст} + t_3 + t_{изм} = 1,2 \text{ мин};$$

Зубофрезерная $m=5$

Время на установку и снятие заготовки 0,12мин, на закрепление и открепление заготовки 0,19 мин. Таким образом вспомогательное время равно $t_B=0,31$ мин.

Зубодолбление чистовое $m=5$

Время на установку и снятие заготовки 0,12мин, на закрепление и открепление заготовки 0,19 мин. Таким образом вспомогательное время равно $t_B=0,31$ мин.

Расчет времени на обслуживание рабочего места:

Расчет времени на обслуживание рабочего места

Время на обслуживание рабочего места на токарных операциях составляет 4,5% от суммы основного и вспомогательного времени:

Токарная операция (установ А):

$$t_{обс1} = (t_0 + t_B) \cdot 0,045 = (14,15 + 1,04) \cdot 0,045 = 0,68$$

Токарная операция (установ Б):

$$t_{\text{обс1}} = (t_o + t_B) \cdot 0,045 = (14,05 + 1,04) \cdot 0,045 = 0,68$$

Сверлильная операция:

$$t_{\text{обс1}} = (t_o + t_B) \cdot 0,045 = (0,46 + 0,64) \cdot 0,045 = 0,05$$

Долбежная операция:

$$t_{\text{обс1}} = (t_o + t_B) \cdot 0,045 = (9,86 + 1,2) \cdot 0,045 = 0,5$$

Зубофрезерная операция $m=5,5$:

Время на обслуживание рабочего места составляет 4,5% от суммы основного и вспомогательного времени:

$$t_{\text{обс1}} = (t_o + t_B) \cdot 0,045 = (3,05 + 0,31) \cdot 0,045 = 0,15 \text{ мин};$$

**Расчет времени перерывов на отдых и
личные надобности:**

Время на отдых и личные надобности равняется 4% от суммы основного и вспомогательного времени:

Токарная операция (установ А):

$$t_{\text{обс2}} = (t_o + t_B) \cdot 0,04 = (14,15 + 1,04) \cdot 0,04 = 0,6$$

Токарная операция (установ Б):

$$t_{\text{обс2}} = (t_o + t_B) \cdot 0,04 = (14,05 + 1,04) \cdot 0,04 = 0,6$$

Долбежная операция:

$$t_{\text{обс2}} = (t_o + t_B) \cdot 0,04 = (9,86 + 1,2) \cdot 0,04 = 0,44$$

Сверлильная операция:

$$t_{\text{обс2}} = (t_o + t_B) \cdot 0,04 = (0,46 + 0,64) \cdot 0,04 = 0,04$$

Зубофрезерная $m=5$

$$(t_o + t_B) \cdot 0,045 = (3,05 + 0,31) \cdot 0,04 = 0,13 \text{ мин};$$

Расчет штучного времени

Штучное время определяется:

$$t_{шт} = t_o + t_v + t_{обс} + t_{отд};$$

Токарная операция (установ А):

$$t_{шт} = 14,15 + 1,04 + 0,68 + 0,6 = 16,47 \text{ мин};$$

Токарная операция (установ Б):

$$t_{шт} = 14,05 + 1,04 + 0,68 + 0,6 = 16,37 \text{ мин};$$

Сверлильная операция:

$$t_{шт} = 0,46 + 0,64 + 0,05 + 0,04 = 1,19 \text{ мин};$$

Долбежная операция:

$$t_{шт} = 9,86 + 1,2 + 0,05 + 0,44 = 11,15 \text{ мин};$$

Зубофрезерная $m=5$:

$$t_{шт} = 3,05 + 0,31 + 0,15 + 0,13 = 3,64 \text{ мин};$$

Расчет штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время определяется:

$$t_{шк} = \varphi \cdot t_o;$$

где t_o – основное время;

φ – коэффициент серийности, определим из пособия [10].

Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{шт.к.} = \sum t_{шт} + \frac{\sum t_{пз}}{N},$$

Токарная операция (установ А):

Для станков токарной группы мелкосерийного производства $\varphi=2,14$,

$$t_{шк} = 2,14 \cdot 16,47 = 35,25 \text{ мин};$$

Токарная операция (установ Б):

$$t_{шк} = 2,14 \cdot 16,37 = 35,03 \text{ мин};$$

Сверлильная операция:

$$t_{шк} = 1,55 \cdot 1,19 = 1,84 \text{ мин};$$

Долбежная операция:

$$t_{шк} = 1,7 \cdot 9,86 = 16,76 \text{ мин};$$

Зубофрезерная $m=5$:

Для станков зуборезной группы мелкосерийного производства $\varphi=1,66$,

$$t_{\text{шк}} = 1,66 \cdot 3,64 = 6,04 \text{ мин};$$

1.10 Техничко-экономическое обоснование и показатели технологического процесса

Для данного раздела дипломного проекта воспользуемся методикой изложенной в учебном пособии [2, с. 304].

Технологический процесс изготовления детали может быть разработан в нескольких вариантах, которые в той или иной степени могут отличаться друг от друга, но обеспечивать все технические требования, предъявляемые к детали.

При выборе метода получения исходной заготовки определяют коэффициенты использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{из}}};$$

где: $m_{\text{д}}$, $m_{\text{из}}$ – массы детали и исходной заготовки.

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{из}}} = \frac{71,1}{95,8} = 0,7;$$

На этапе разработки технологического процесса изготовления детали определяют коэффициент основного времени. Его находят следующим образом:

- для операции

$$\eta_0 = \frac{t_{oi}}{t_{ши}};$$

- для всего технологического процесса

$$\eta_0 = \left(\sum_{i=1}^m t_{oi} \right) / \left(\sum_{i=1}^m t_{ши} \right);$$

где: t_{oi} , $t_{ши}$ – основное и штучное время i -ой операции;

m – число операций в технологическом процессе.

Чем выше значение η_0 , тем производительнее используются станки.

$$\eta_0 = 0,9$$

На этом этапе также находят трудоемкость обработки детали:

$$T_{\text{д}} = \sum_{i=1}^m t_{ши} = 48,8$$

Далее на этом этапе представим затраты на оборудование в виде таблицы 13:

Таблица 20 – стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб
Заготовительная	Чугунное литье в формы	8 600
Токарная	1М63МФ101 Станок токарный универсальный	450 000
Сверлильная	Станок радиальный сверлильный РС100	1 180 000
Долбежная	Долбежный станок МЕС-70/340х600 АУТ	1 600 000
Зубофрезерная	5К32	405 000
Итого, Σ		3 643 600

В данную сумму (3.643.600 руб.) не входят затраты на режущий инструмент, измерительный, транспортировку, установку и расходные материалы.

Раздел 2. Проектирование станочного приспособления

Решение задач, поставленных перед машиностроением, неразрывно связано с необходимостью как совершенствования имеющейся, так и с проектированием и внедрением новой, прогрессивной технологической оснастки, в том числе приспособлений.

При проектировании станочных приспособлений среди множества различных задач, которые приходится решать технологу и конструктору, наиболее важными являются установка и закрепление детали в приспособлении, и выбор привода приспособления.

Схему приспособления можно представить в следующем виде:



Рисунок 4 - Схема приспособления.

В предоставленном разделе работы рассматривается приспособление для операции 030, найдены силы закрепления и проведен расчет узлов приспособления. Проведен анализ технологичности и собираемости узла, разработана технология сборки совместно со схемой сборки.

2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления

Заданием не было оговорено для какой операции необходимо произвести проектирование приспособления, поэтому выберем сами, выбор пал на операцию зубофрезерную – предварительная обработка зубчатых колес, модуль 5,5.

Техническое задание разработаем в соответствии с ГОСТ 15.001-73, представим в виде таблицы 21:

Таблица 21 – Техническое задание

Раздел	Содержание раздела
Наименование приспособления и область его применения	Приспособление для многоместного фрезерования зубьев $m=5,5$, число зубьев $z=71$ на оборудовании: 5К32 - Станок зубофрезерный вертикальный полуавтомат.
Основание для разработки	Карта технологического процесса обработки «Колесо зубчатое»
Цель и назначение разрабатываемого приспособления	Проектируемое приспособление должно обеспечивать: закрепление для обработки минимум двух колес; точную установку и надежное закрепление заготовки, удобство при установке и снятия заготовки; постоянное положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента, с целью обеспечения необходимой точности и взаимного расположения относительно других поверхностей заготовки.

2.2 Выбор базовой конструкции, модернизация и описание работы приспособления

Выбор базовой конструкции пал на приспособление для обработки деталей пакетом [11, стр 614]:

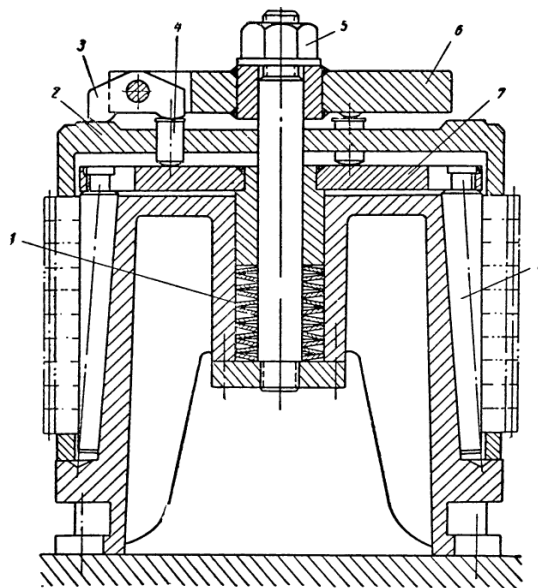


Рисунок 5 – Приспособление для установки деталей пакетом

Центрирование и зажим пакета деталей сблокированы и производятся от зажимной гайки 5. При затяжке гайка давит на фигурную планку 6 с установленными в ней на осях через 120° по окружности тремя прихватами 3. Прихваты давят на прижимную чашку 2 и одновременно на плунжеры 4. Под действием плунжеров опускается вниз диск 7, несущий клинья. Клинья центрируют обрабатываемые детали, а чашка 2 окончательно их зажимает. При раскреплении система приходит в исходное положение под действием тарельчатых пружин 1.

2.3 Разработка схемы установки заготовки в приспособление и расчет погрешностей обработки

Рассмотрим габарит рабочего пространства станка, для определения оптимального количества одновременно обрабатываемых колес.

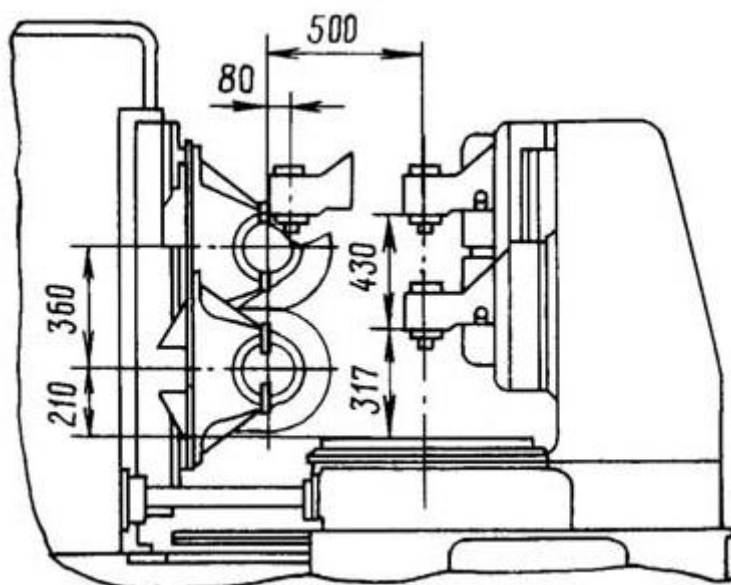


Рисунок 6 – габариты рабочего пространства полуавтомата 5К32

Высота зубчатого колеса 155мм, примем количество одновременно обрабатываемых колес – 2

Закрепление заготовки будет осуществляться по внутреннему диаметру. Схему установки заготовок представим на рисунке:

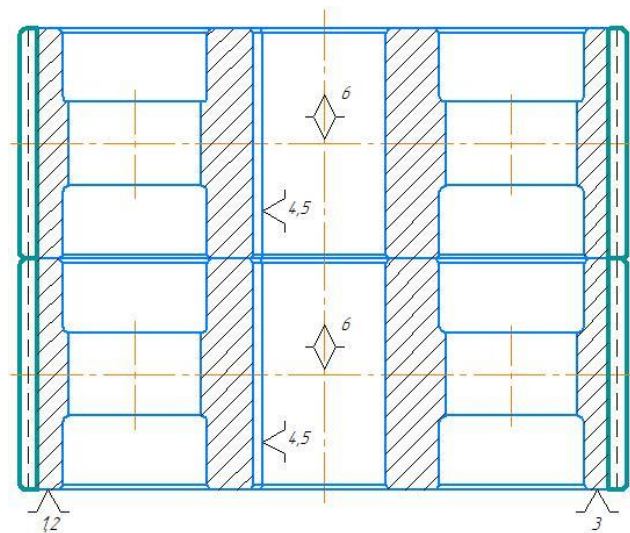


Рисунок 7 – схема установки заготовки в приспособление

На данной операции посадочный диаметр $\text{Ø}85\text{H}7\text{мм}$;

Произведем расчет приспособления на точность:

Суммарная погрешность $\sum \mathcal{E}$ при обработке детали не должна превышать величину допуска T на размер, т.е. $\sum \mathcal{E} \leq T$.

Суммарная погрешность зависит от ряда факторов и складывается из погрешности базирования заготовки \mathcal{E}_6 , погрешности её закрепления $\mathcal{E}_з$, погрешности связанной с установкой приспособления на станке $\mathcal{E}_у$, погрешности, связанной с износом элементов приспособления $\mathcal{E}_п$, а также погрешности от перекоса инструмента $\mathcal{E}_и$ и погрешности, вызываемой другими факторами, не зависящими от приспособления. Тогда, если известна эта сумма, погрешность приспособления определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{пр} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \mathcal{E}_6)^2 + \mathcal{E}_з^2 + \mathcal{E}_у^2 + \mathcal{E}_и^2 + \mathcal{E}_п^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2},$$

где: K_T – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния случайных погрешностей от закона нормального распределения;

$K_{T1} = 0,8 - 0,85$ – коэффициент, учитывающий возможность уменьшения \mathcal{E}_6 при работе на настроенных станках;

$K_{T2} = 0,6 - 0,8$ – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки, вызванную факторами, не зависящими от приспособления;

ω – экономическая точность обработки.

Определим погрешность базирования детали

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{TD_{\text{отв}}}{2};$$

где $TD_{\text{отв}}$ – допуск на диаметр, мкм.

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{2200}{2} = 1100 \text{ мкм}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\text{пр}} &= 1100 - 1,1 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 70)^2 + 90^2 + 20^2 + 30^2 + 20^2 + (0,8 \cdot 90)^2} = \\ &= 950 \text{ мкм};\end{aligned}$$

Следовательно, суммарная погрешность при обработке детали меньше допуска на получаемый размер.

2.4 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления

Произведем расчет режимов резания.

Глубина резания $t = 10$ мм – черновую обработку производят за один проход.

Подача на 1 оборот заготовки $S = 2,6 - 3$ мм/об. [7, табл. 52];

Скорость резания определим по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v;$$

где D – диаметр заготовки;

T – стойкость зуборезного инструмента, мин;

S – подача, мм/об;

t – глубина резания, мм;

C , C_v – коэффициенты;

m , n , x , y – показатели степени.

Коэффициенты и показатели степени выбираются по [2].

$$v = \frac{320}{240^{0,33} \cdot 7,5^{0,2} \cdot 8^{0,5}} \cdot 0,9 = 28 \text{ м/мин} = 0,46 \text{ м/с.}$$

Определим мощность резания по формуле:

$$N = 10^{-3} \cdot C_N \cdot S^y \cdot t^x \cdot D^u \cdot z^q \cdot v \cdot K_N;$$

где D – диаметр заготовки;

z – количество зубьев фрезы, мин;

S – подача, мм/об;

m – модуль фрезы, мм;

ϑ – скорость резания, м/мин;

C, K – коэффициенты;

u, n, x, y – показатели степени.

$$N = 10^{-3} \cdot 124 \cdot 2,8^{0,9} \cdot 5^{1,7} \cdot 415^{-1} \cdot 71^0 \cdot 28 \cdot 1,1 = 1,5 \text{ кВт.}$$

2.5 Разработка расчетной схемы определение сил, действующих на заготовку при обработке

В процессе обработки силы действуют на заготовку в соответствии с рисунком 5:

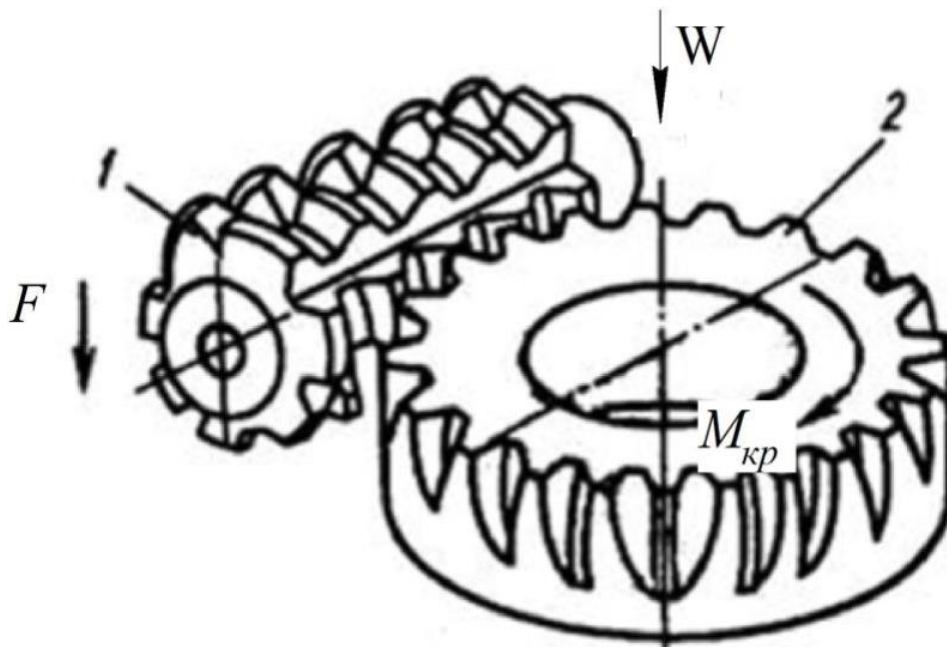


Рисунок 8 – расчетная схема сил действующих на заготовку

Определим силу резания в процессе фрезерования:

$$F = \frac{N \cdot 1000}{\vartheta};$$

где N – мощность резания, кВт;

ϑ – скорость резания, м/с.

$$F = \frac{1,5 \cdot 1000}{0,46} = 3260 \text{ кг.}$$

Определим крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{F \cdot D}{2};$$

где F – сила резания, кг;

D – диаметр заготовки, мм.

$$M_{кр} = \frac{3260 \cdot 415}{2} = 676450 \text{ кгс};$$

2.6 Выбор зажимных элементов, передаточного механизма, определение сил зажима и на исходном звене

Определим силу зажима на исполнительном механизме:

$$W = \frac{k \cdot M_{кр}}{0,33 \cdot f \cdot \left(\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right)};$$

где k – коэффициент запаса [8, табл. 64, 65]:

$$\begin{aligned} k &= k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = \\ &= 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,65; \end{aligned}$$

f – коэффициент трения = 0,25, [8, табл. 64, 65].

D и d – наружный и внутренний диаметры опорной поверхности детали.

$$W = \frac{3,65 \cdot 676450}{0,33 \cdot 0,25 \cdot \left(\frac{415^3 - 85^3}{415^2 - 85^2} \right)} = 6968,8 \text{ Н}$$

2.7 Выбор и расчет силового привода

В качестве силового привода будут использоваться тарельчатые пружины. Расчет данных пружин произведем согласно ГОСТ 3057-90. Выберем тарельчатую пружину 094:

Таблица 22 – параметры и размеры тарельчатой пружины

Номер пружины	Сила F_3 , Н	Наружный диаметр пружины D_1	Внутренний диаметр пружины D_2	Толщина пружины t	Максимальная деформация s_3	Сила F , Н, при деформации
						0,4 s_3
094	6300	63,0	31,5	2,1	2,05	2120

Выберем схему сборки пружин в пакеты исходя из необходимой силы на цанге:

При параллельно-последовательной схеме сборки пакета из четырех параллельных пружин, усилие будет равно:

$$F_{пз} = K \cdot F_3 \cdot n_1 = 1,09 \cdot 6300 \cdot 4 = 27468 \text{ Н (при максимальной деформации);}$$

При деформации равной $0,3 s_3$, сила создаваемая данным пакетом равна:

$$F_{пз} \cdot 0,3 = 27468 \cdot 0,3 = 8240,4 \text{ Н,}$$

Примем количество пакетов = 4, тогда максимальная деформация пакетов будет равна:

$$S_{пз} = 8 \cdot s_3 = 8 \cdot 0,3 = 2,4 \text{ мм.}$$

Следственно для обеспечения необходимого усилия на штоке, нужно установить преднатяг в 2,4мм.

2.8 Разработка чертежа общего вида приспособления

В данном разделе разработаем чертеж общего вида данного приспособления в программе КОМПАС-3D, чертеж приложим в приложении.

Раздел 3. Финансовый менеджмент



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

Школа:
Направление подготовки 15.03.01 - Машиностроение
Отделение материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ»

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Кашников Денис Михайлович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Петровский Евгений Николаевич			

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т. Г.	Канд.экон.наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Томск 2021

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Кашникову Денису Михайловичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Материально-технические ресурсы: компьютер (50000р); лицензия КОМПАС-3D v17.1 HOME (1год – 1500р); лицензия MicrosoftOffice (4355р); энергетические ресурсы: ЭЭ (3,42 р/КВт)</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	<i>5% расходы на совершение сделки купли-продажи; 10% - прочие расходы; 1,3 – районный коэффициент</i>
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	<i>НДС – 20%; Затраты на единый социальный налог (ЕСН) – 30%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование бюджета затрат.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный показатель ресурсоэффективности – 2,98

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности НТИ
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т. Г.	Канд.экон.наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Кашников Денис Михайлович		

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Данный раздел выполним в соответствии с учебно-методическим пособием.

Целью выпускной квалифицированной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое».

В этом разделе представим комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на разработку технологического процесса, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности оценить экономическую целесообразность осуществления работы.

Раздел должен быть завершен комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Анализ конкурентных технических решений позволяет производить сравнения между конкурирующими разработками и определить тенденции для ее дальнейшего роста.

Цилиндрические зубчатые колеса служат для передачи вращательного движения между валами с параллельными осями. Данное колесо изготовлено с прямыми зубьями. По ГОСТ 1643-81 установлено 12 степеней точности зубчатых колес зубчатых колес передач. Данное колесо в связи с требованиями, предъявляемыми чертежом, будет изготавливаться по девятому классу точности (9-С), исходя из этого будет выбираться типовой технологический процесс.

Основные механизмы, в которых применяют зубчатые колеса следующие: Зубчатые колёса обычно используются парами с разным числом

зубьев с целью преобразования крутящего момента и числа оборотов валов на входе и выходе.

Шестерни применяются в различных, сложных и простых механизмах в машиностроении, судостроении, в пищевой и горнодобывающей промышленности, а также: в буровых установках, железно дорожных вагонах, в подъемных кранах, в автомобильных дифференциалах, коробке передач, танках, лебедках, шестеренных гидромашинах – насосах, часах и в прочих механизмах. Сегментирование рынка проводится по сфере использования и по размеру компании-заказчика. Карта сегментирования приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Карта сегментирования

		Сфера использования		
		Машиностроение	Пищевая промышленность	Горнодобывающая промышленность
Размер организации	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

В приведённой карте сегментирования показано, что для реализации разработки подходят крупные и средние предприятия пищевой, и горнодобывающей, и машиностроительной промышленностей.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Данное исследование целесообразно производить с использованием оценочной карты таблица 3.2.

Конкурентные решения возникли в ходе выбора с базовым технологическим процессом изготовления детали.

Таблица 3.2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентно-способность	
		Б _ф	Б _к	К _ф	К _к
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Повышение производительности труда	0,15	5	1	0,75	0,15
Удобство эксплуатации	0,1	4	4	0,4	0,4
Простота эксплуатации	0,07	3	4	0,21	0,28
Энергоэкономичность	0,05	3	4	0,15	0,2
Надежность	0,05	2	4	0,1	0,2
Уровень шума	0,15	3	2	0,45	0,3
Безопасность	0,15	3	3	0,45	0,45
Экономические критерии оценки					
Конкурентоспособность	0,07	2	4	0,14	0,28
Уровень проникновения на рынок	0,1	1	4	0,1	0,4
Цена	0,05	1	4	0,05	0,2
Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	3	2	0,18	0,12
Итого:	1	37	33	2,98	2,98

Расчет конкурентоспособности, на примере актуальности исследования, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i + B_i = (0,15 \cdot 5) + (0,1 \cdot 4) + (0,07 \cdot 3) + (0,05 \cdot 3) + (0,05 \cdot 3) + (0,15 \cdot 3) + (0,15 \cdot 3) + (0,07 \cdot 2) + (0,1 \cdot 1) + (0,06 \cdot 3) = 2,98$$

где, K – конкурентоспособность проекта; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

3.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ проводится для комплексной оценки внешней и внутренней среды проекта. Рассматриваются сильные и слабые стороны, возможности и угрозы применительно к способу решения поставленной задачи. Итоговая матрица SWOT-анализа приведена в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Предварительное моделирование.</p> <p>С2. Моделирование индивидуальных запросов потребителя</p> <p>С3. Внесение быстрых изменений в разработку</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Затраты на программные обеспечения для моделирования.</p> <p>Сл2. Затраты на обучения сотрудников</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Возможность работать с несколькими сферами производств</p> <p>В2. Разработка широкого ассортимента под нужды потребителя</p> <p>В3. Применение различных материалов</p>	<p>Можно получить индивидуальные решения для разных сфер производств, при этом варьируя параметры на этапе разработке и с возможностью применения различных материалов, в зависимости от поставленных задач.</p>	<p>Потенциальная стоимость вероятной ошибки значительно больше стоимости ПО для моделирования. Затраты на обучение персонала минимальны сравнительно с потенциальными возможностями рынка.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Повышенные требования к механическим свойствам</p>	<p>Повышенное требования к механическим свойствам можно компенсировать выбором материалов или применением дополнительной</p>	<p>Необходимо провести повышение квалификации сотрудников.</p>

У2. Увеличение класса точности	обработки детали. Для точности детали необходимо внести изменения на этапе моделирования.	
--------------------------------	---	--

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составим полный перечень проводимых работ, определим их исполнителей и рациональную продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для его построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные должны быть сведены в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения НИР	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка материалов	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	Инженер

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как

исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами,

то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и околонулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя одна из двух формул.

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (3.1-a)$$

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{prob} + t_{max}}{6} \quad (3.1-b)$$

где: t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

Вторая формула дает более надежные оценки, но предполагает большую «нагрузку» на экспертов.

Для выполнения перечисленных в таблице 3.1 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (5.2)$$

где: $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (3.3)$$

где: $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (3.4)$$

где: $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 14$).

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,2207$$

В таблице 3.5 приведен пример определения продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (3.1-а), при использовании

формулы (5.1-б) необходимо вставить в таблицу дополнительный столбец для t_{prob} . Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_D = 1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{ож} * K_D$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на T_K (здесь оно равно 1,2207). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям T_{KD} (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта.

Таблица 3.5 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{Ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	3	-	5	-	3,8	-	3,8	6
2. Календарное планирование выполнения НИР	2	2	3	4	2,4	2,8	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	7	-	9	-	7,8	7,8	12
4. Выбор методов исследования	-	2	-	4	-	2,8	2,8	4











Продолжение таблицы 3.5

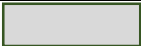

5. Планирование эксперимента	2	5	3	7	2,4	5,8	4,1	6
6. Подготовка материалов	-	5	-	7	-	5,8	4,8	7

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 3.6).

Таблица 3.6 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ оп.	Вид работы	Исполнитель	Т _к , день	Продолжительность выполнения работ			
				Февраль	Март	Апрель	Май
01	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	6				
02	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4				
03	Обзор научной литературы	Исп2	12				
04	Выбор методов исследования	Исп2	4				
05	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	6				
06	Подготовка материалов	Исп2	7				
07	Проведение эксперимента	Исп2	23				
08	Обработка полученных данных	Исп2	15				
09	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	4				
10	Составление пояснительной записки	Исп2	16				

Примечание:  - Научный руководитель  - Инженер

3.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице.

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода.

В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

3.4.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов

от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это 5 ÷ 20 %. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах.

Таблица 3.7 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб	Кол - во	Сумма, руб.
Услуги печати:			
А4	2	80	
А3 (.cdw, .dwg)	35	1	475
А1	50	3	
Брошюровка	130	1	
Канцелярия:			
тетрадь	20	1	115
ручка	80	1	
пишущий стержень	15	2	
Лицензия КОМПАС – 3D v17.1 HOME (1 год)	1 500	1	5 855
Microsoft Office 2019 Home&Student FPP	4 355	1	
Итого:			6 445

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны:

$$C_{\text{мат}} = 6445 + 5\% = 6767,3 \text{ руб.}$$

3.4.2 Расчет амортизации специального оборудования

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта. Используется

формула:

$$C_{\text{АМ}} = \frac{N_{\text{А}} \cdot C_{\text{ОБ}} \cdot t_{\text{рф}} \cdot n}{F_{\text{д}}}, \quad (3.10)$$

где $N_{\text{А}}$ – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{\text{ОБ}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} . Например, для ПК в 2015 г. (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_d = 298 \cdot 8 = 2384$ часа;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта [6];

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для определения N_A следует обратиться к приложению 1, содержащему фрагменты из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Оно позволяет получить рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования $\equiv C_A$. Например, для ПК это $2 \div 3$ года. Необходимо задать конкретное значение C_A из указанного интервала, например, 2,5 года. Далее определяется N_A как величина обратная C_A , в данном случае это $1 : 2,5 = 0,4$.

Стоимость ПК 50000 руб., время использования 592 часа, тогда для него начисленная амортизация составит:

$$C_{AM} = \frac{0,4 \cdot 50000 \cdot 592 \cdot 1}{2408} = 4916,9 \text{ руб.}$$

3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов (МО) для сотрудников ТПУ можно получить из приложения 1. Оклад инженера

принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/25,083 \quad (4.6)$$

учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчет затрат на полную заработную плату приведем в виде таблицы 5.6. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 5.2. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,118$; $K_{\text{р}} = 1,3$ (Для Томской области). Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,118 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{\text{доп.ЗП}}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{\text{и}} = 1,62$.

Расчет заработной платы представим в виде таблицы:

Таблица 3.8 – затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	35 120	1400,152	19	1,699	45 198,307
И	26 300	1048,519	74	1,62	125 696,458
Итого					170 894,8

3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Затраты на социальные нужды, включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30% от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} \cdot 0,3$ [6]. Итак, в нашем случае

$$C_{\text{соц.}} = 170894,765 \cdot 0,3 = 51268,4295 \text{ руб.}$$

3.4.5 Накладные расходы

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 16% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,6$$

Для нашего примера это:

$$C_{\text{проч.}} = (6767,3 + 170894,8 + 53268,4 + 4916,9) \cdot 0,6 = 37\,735,6 \text{ руб.}$$

3.4.6 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта (представим в виде таблицы 3.9)

Таблица 3.9 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	6 767,3
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	170 894,8
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	53 268,4
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	4916,9
Накладные расходы	$C_{\text{проч}}$	37 735,6
Итого:		273 583

Таким образом, затраты на разработку составили $C=273\,583$ руб.

Выводы по разделу:

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Анализ потенциальных потребителей выявил, что данная деталь применяется во в различных, сложных и простых механизмах в машиностроении, судостроении, в пищевой и горнодобывающей промышленности, а также: в буровых установках, железно дорожных вагонах, в подъемных кранах, в автомобильных дифференциалах, коробке передач, танках, лебедках, шестеренных гидромашинах – насосах, часах и в прочих механизмах.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей.

3. Расчет амортизации специального оборудования составляет 4916,9руб;

4. Расчитана Основная заработная плата исполнителей темы и составляет 170 894,8руб;

5. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 273 583руб;

Раздел 4. Социальная ответственность

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Кашникову Денису Михайловичу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления детали «Колесо зубчатое»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является производственный технологический процесс изготовления детали типа «Колесо зубчатое». Область применения - деталь зубчатой передачи в виде диска с зубьями на цилиндрической поверхности, входящими в зацепление с зубьями другого зубчатого колеса
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <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. 	ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019)
2. Профессиональная производственная безопасность: 2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2 Анализ выявленных вредных и опасных факторов которые могут возникнуть при внедрении разработки на производство 2.3 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов	Наличие в воздухе аэрозолей; Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека; Повышенный уровень шума на рабочем месте; Повышенный уровень вибрации; Недостаточная освещенность рабочей зоны; Отклонение показателей микроклимата; Повышенная температура поверхностей оборудования и материалов.
3. Экологическая безопасность:	Область воздействия на атмосферу, гидросферу, литосферу не значительны
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможными ЧС являются пожар, взрыв баллонов с газами. Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией является пожар.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Кашников Денис Михайлович		

Введение

Данная глава посвящена обеспечению безопасных условий труда при производстве детали «Колесо зубчатое». В качестве объекта исследования был выбран технологический процесс изготовления детали.

При выполнении данного раздела воспользуемся структурой раздела по варианту 1-3 [13. прил. 1]

При производстве детали «Колесо зубчатое» присутствуют следующие этапы: обработка на металлорежущих станках; термообработка; химико-термическая. В ходе работы необходимо обеспечить безопасность жизни и здоровья персонала, который производит работу на планируемом предприятии.

«Колесо зубчатое» - составляющая часть различной механической передачи, может использоваться во всевозможных механизмах (КПП, редуктора, привод подъема и т.д.).

Географическим местоположением места выполнения работ примем место обучения – Томская область.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно ст. 37 Конституции Российской Федерации каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Однако многие работники по ряду причин вынуждены трудиться на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда, т. е. не отвечающих требованиям выше названной статьи.

Работнику, занятому в таких условиях, должны полагаться различного рода компенсации, которые в той или иной мере уменьшают вред, наносимый его здоровью, или помогают его восстановлению.

Перечислим компенсации, на которые имеют право работники.

1. Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными и иными особыми условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными ставками,

окладами (должностными окладами), предусмотренными в отношении различных видов работ с нормальными условиями труда (ст. 147 ТК РФ).

2. Продолжительность рабочего времени работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, не может превышать 36 часов в неделю (ст. 92 ТК РФ).

3. Работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (на работах, связанных с неблагоприятным воздействием на здоровье человека вредных физических, химических, биологических и иных факторов) предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск (ст. 117 ТК РФ).

4. Работники, занятые на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда (в т. ч. на подземных работах), а также на работах, связанных с движением транспорта, должны проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры (ст. 213 ТК РФ).

5. На работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются сертифицированные специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (далее – СИЗ), а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами (ст. 221 ТК РФ).

6. На работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты. Их выдача работникам по письменным заявлениям последних может быть заменена компенсационной выплатой в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов, если это предусмотрено коллективным договором и (или) трудовым договором. На работах с особо вредными условиями труда работникам предоставляется бесплатно по установленным нормам лечебно-профилактическое питание (ст. 222 ТК РФ).

7. В соответствии с пенсионным законодательством работники, проработавшие в особых условиях определенный период времени, пользуются правом на досрочный выход на пенсию по возрасту (ст. 27, 28 Федерального закона от 17.12.2001 № 173-ФЗ «О трудовых пенсиях в Российской Федерации»; далее – Закон № 173-ФЗ).

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В данном разделе приводятся эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны исследователя, проектируемой рабочей зоны в производственных условиях для создания комфортной рабочей среды.

В производственных условиях рабочее место представляет собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса.

Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать рифлёной подставкой для ног с 10 мм бортиком, ширина которой не 300 мм, глубина не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Клавиатуру должна располагаться на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного. Окна в помещениях должны быть ориентированы на север и северо-восток.

Выполняя планировку рабочего места необходимо учитывать следующее:

а) Рекомендуемый проход слева, справа и спереди от стола 500 мм. Слева от стола допускается проход 300 мм;

б) Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм. Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих

столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики;

в) Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ.

4.2 Профессиональная социальная безопасность

4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении технологического процесса на производство

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для определения опасных факторов на металлообрабатывающем производстве по производству колес зубчатых воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003- 2015. Проанализировав опасные и вредные факторы на данном производстве, представим в виде таблицы 32.

Таблица 32 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через человека	+	+	+	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов ГОСТ 12.1.038-82 [16].
2. Повышенный уровень шума на рабочем месте	-	+	+	Уровень шума на рабочих местах СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [17]
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	Естественное и искусственное освещение СП 52.13330.2016 [19]
4. Повышенный уровень вибрации	-	+	+	Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий СН 2.2.4/2.1.8.566–96 [18]
5. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [20]
6. Повышенная температура поверхностей оборудования и материалов	-	+	-	Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 887н "Об утверждении Правил по охране труда при обработке металлов"
7. Наличие в воздухе аэрозолей	+	+	-	СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"

Произведем анализ вредных и опасных факторов:

1. Вследствие производственной деятельности в воздушную среду помещений могут поступать разнообразные вредные вещества, которые используются в технологических процессах. В данном производстве детали «Колесо зубчатое» используются специальные СОЖ, отработанные масла, которые подаются в зону резания для охлаждения режущего инструмента и заготовки, в процессе обработки режущий инструмент может разогреваться до высоких температур (быстрорежущая сталь до 620°С, твердый сплав до 900°С), что приводит к испарению данных веществ, что негативно сказывается на здоровье рабочих.

Производственная пыль достаточно распространенный и вредный производственный фактор. Пыль может оказывать на человека фиброгенное воздействие, при котором в легких происходит разрастание соединительных тканей, которое нарушает нормальное строение и функцию органа. Вред производственной пыли обусловлен ее способностью вызывать профессиональные заболевания легких, в первую очередь пневмокониозы. В данном планируемом производстве детали «Колесо зубчатое» особо вредными участками являются химико-термический.

Производственные помещения, а также расположенные в них воздуховоды вентиляции должны очищаться от пыли, чтобы количество взвешенной в воздухе и осевшей пыли не должно превышать нормативы согласно СанПиН 1.2.3685-21 (ПДК равна 8мг/м^3).

2. Электробезопасность. В данном технологическом процессе: изготовления детали типа колесо зубчатое всё оборудование работает от электрической сети, в связи с чем необходимо обезопасить рабочий персонал от возможного контакта с токоведущими частями оборудования.

Основными причинами электротравматизма являются:

- Возможность прикосновения к незащищенным токоведущим частям (необходимо изолировать такие части в специальных электрических шкафах);
- Несогласованные и ошибочные действия персонала. Например, подача напряжения на установку где работают люди (осуществляется ремонт). Необходимо проведение периодически повторяющихся инструктажей по электробезопасности.

Необходимо руководствоваться ГОСТ 12.1.019-2017 для обеспечения электробезопасности при производстве «Колеса зубчатого».

3. Шум. Источником шума и вибрации являются металлорежущие станки, электродвигатели, краны и т.д. которые в процессе своей работы являются раздражителями органов слуха и нервной системы. Технологические участки,

на которых присутствует повышенный шум: токарный, зубообрабатывающий, шлифовальный.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 дБ.

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на все органы и системы целостного организма, вызывая разнообразные физиологические изменения.

Шум действует на организм как стресс-фактор, вызывает изменение звукового анализатора, а также, благодаря тесной связи слуховой системы с многочисленными нервными центрами на самом различном уровне, происходят глубокие изменения в центральной нервной системе.

Наиболее опасно длительное действие шума, при котором возможно развитие шумовой болезни - общего заболевания организма с преимущественным поражением органа слуха, центральной нервной и сердечно - сосудистой систем.

4. Вибрация. Источником вибрации в производственном процессе изготовления «Колеса зубчатого» является все металлообрабатывающее оборудование, это связано с необходимостью менять направление рабочих подач, остановкой/пуском электродвигателей, износом режущего инструмента и т.д. Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации составляет 8-16 Гц.

Вибрация оказывает негативные влияния на следующие органы человека: нейрососудистой, нервно-мышечной систем, опорно-двигательного аппарата, может привести к изменению обмена веществ в организме и т.д. Может возникнуть вибрационная болезнь, при которой наиболее часто страдает центрально нервная система, которая связана с комбинированным воздействием вибрации и интенсивного шума, постоянно сопутствующего вибрационным процессам.

5,6. Неправильное организованное освещение рабочих мест и рабочих зон, в производственном цеху, где производится «Колесо зубчатое», не только

утомляет зрение, но и вызывает утомление всего организма в целом. Недостаточное освещение, слепящие источники света и резкие тени от оборудования и других предметов притупляют внимание, вызывают ухудшение или потерю ориентации работающего, что может быть причиной травматизма. Установлено, что неудовлетворительное освещение является причиной примерно 5% несчастных случаев на производстве. При недостаточной освещенности сокращается время ясного видения — время, в течение которого глаз человека сохраняет способность различать рассматриваемый объект. Нормативы освещения рабочих мест в цехах промышленного предприятия в соответствии с СП 52.13330.2016.

Таблица 33 – Нормы освещения механических и инструментальных цехов, цехов оснастки

№	Освещаемые объекты	Освещенность рабочих поверхностей, лк
1	ОТК	750
2	Механические цехи, отделения, участки: разметочный стол, слесарные работы, работа с чертежами	500
3	Общий уровень освещенности механических цехов	200
4	Термические печи, закалочные ванны, ванны охлаждения	200
5	Общий уровень освещенности по термическому цеху	150

7,8. Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности [13].

Данный вид работы связан с некоторым физическим напряжением, работа выполняется как сидя, так и стоя, интенсивность энергозатрат составляет 140-174 Вт, что относится к категории Ib. В соответствии с СанПиНом 2.2.4.548-96 оптимальными показателями микроклимата являются:

Таблица 34 – Оптимальные величины показателей

микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1

Несоответствие микроклимата в течении продолжительного времени может привести к снижению иммунитета; в зимнее время года в отапливаемых помещениях снижается влажность воздуха, что приводит к сухости слизистых оболочек рта, носа и глаз, снижению иммунитета, что способствует к возникновению респираторных заболеваний (ОРВИ, ГРИПП и т.д.). Кроме того, длительное нахождение в условиях пониженной влажности воздуха приводит к раннему старению кожных покровов.

Оптимальные показатели в холодный период года: температура воздуха в помещении: 21-23°С; влажность 60-40%; скорость движения воздуха 0,1 м/с; в теплый период года: температура воздуха в помещении: 22-24°С; влажность 60-40%; скорость движения воздуха 0,1 м/с

9. Вредным участком является участок термообработки. Во время проведения термической обработки детали человек находится под действием лучистой теплоты, что приводит к биохимическим сдвигам, что в свою очередь может привести к нарушениям в сердечно-сосудистой системе, а также нервной.

4.2.2 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов

Для минимизации вредных воздействий на организм в процессе изготовления детали «Колесо зубчатое», необходимо принять следующие меры:

1. Обеспечение чистоты воздуха в производственном помещении достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения, в котором осуществляется термообработка колеса зубчатого и подачей в него свежего воздуха, т.е. вентиляцией. В технологическом процессе изготовления колеса зубчатого необходимо применять обще обменную приточно-вытяжную вентиляцию для всех производственных участков, а также оснастить местной вентиляцией следующий участок: термо-химический.

2. Для предотвращения поражением электрическим током все металлорежущее оборудование, применяемое в технологическом процессе изготовления детали «Колесо зубчатое», должно быть надежно заземлено, токоведущие провода и кабели необходимо изолировать. В электрических шкафах необходимо применять защитно - отключающие устройства. Недоступность токоведущих частей электроустановок необходимо обеспечить размещением их на необходимой высоте, оснастить ограждением от случайных соприкосновений.

3. Для борьбы с шумом на производственных участках (заготовительном, токарном, зубообрабатывающем, шлифовальном) необходимо использовать коллективные и индивидуальные средства защиты. К индивидуальным средствам относятся: беруши и противозумные наушники. К коллективным средствам защиты относятся акустические экраны, звукоизолирующие кожухи, так же применяют звукопоглощающие облицовки для технологического оборудования. При проектировании производственных участков технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое» следует отделять малозумные помещения от помещений с интенсивными источниками шума.

4. К способам борьбы с вибрацией относятся снижение вибрации в источнике (улучшение конструкции машин, статическая и динамическая

балансировка вращающихся частей машин), виброгашение (увеличение эффективной массы путем присоединения машины к фундаменту), виброизоляция (применение виброизоляторов пружинных, гидравлических, пневматических, резиновых и др.) вибродемпфирование (применение материалов с большим внутренним трением), применение индивидуальных средств защиты (виброзащитные обувь, перчатки со специальными упруго-демпфирующими элементами, поглощающими вибрацию) [13].

5, 6. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СП 52.13330.2016. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах от 0,1 до 12%. Для местного освещения используют светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Так как освещённость, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещённости необходимо применять комбинированное освещение – естественное и искусственное. Искусственное общее освещение – лампы накаливания необходимо располагать в верхней зоне помещения и непосредственной близости рабочей зоны.

7, 8. Для благоприятного микроклимата на рабочих участках технологического процесса изготовления колеса зубчатого необходимо оснастить кондиционерным оборудованием. На участке термообработки необходимо обеспечить работника специальными средствами защиты (СИЗ) такими как жаропрочные перчатки; защитный фартук.

4.3 Экологическая безопасность.

Разработанный технологический процесс обработки колеса зубчатого не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу.

В процессе производства образуются отходы, которые при соответствующей обработке могут быть использованы повторно, для промышленной продукции. Отработанную СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу, которая получена на токарных, зубообрабатывающих и шлифовальной операции, можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СП 32.13330.2012. Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль, по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках. Крупная стружка прессуется в брикеты для дальнейшей переработки на металлургическом заводе.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации можно разделить на три основные группы:

- ЧС техногенного характера (пожары, взрывы, обрушение зданий, различные выбросы РВ, БОВ, АХОВ (радиоактивных веществ, биологически опасных веществ, аварийно химических веществ) и т.д.);
- ЧС природного характера (геофизические – землетрясения, извержения вулканов; метеорологические – бури, ураганы, смерчи; гидрологические – цунами, половодье и т.д.; природные пожары);
- ЧС экологического характера (эрозия, опустынивание, разрушение озонового слоя, загрязнение водной среды).

Наиболее вероятной ЧС при производстве колеса зубчатого является возникновение пожара при несоблюдении норм пожарной безопасности на рабочем месте или в подсобном помещении или вследствие короткого замыкания.

Порядок действий должностного лица ответственного за пожарную безопасность, при возникновении пожара (согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 года N 390, дополнено 20 сентября 2019 года):

- Дублирует информацию о пожаре, ставит в известность вышестоящее начальство;
- Организует спасение людей из зоны пожара;
- Отвечает за отключение электроэнергии, остановку работы всех устройств и оборудования, технологических процессов производства, прекращение всех остальных видов работ (кроме тех, которые связаны с ликвидацией возгорания);
- Удаляет на безопасное расстояние всех людей, не принимающих участие в пожаротушении;
- Осуществляет руководство до прибытия работников МЧС;
- Следит за безопасностью работников, осуществляющих тушение огня, от поражения током, удушья, ожогов и т.д.;
- Одновременно организует перевозку ценного оборудования, имущества предприятия.

Для предотвращения ЧС в виде пожара необходимо использовать следующие меры:

- Утвердить ответственное лицо/отдел организующую работу по обеспечению противопожарной безопасности на производстве;
- Производить подробный инструктаж для сотрудников по пожарной безопасности;
- Обеспечить помещения предприятия средствами тушения возгораний, а так же автоматическими средствами по обнаружению возгораний;
- Отведение специальных мест для курения;
- Разработать и разместить планы эвакуации при пожаре на видных местах.

Вывод по разделу социальная ответственность

В ходе проделанной работы было выявлено: в данном проекте присутствует особо вредный технологический участок – химико-термический. Были выявлены участки с вредными производственными факторами, разработаны меры по уменьшению вредного воздействия на здоровье людей, участвующих в процессе изготовления детали «Колесо зубчатое». Так же были предложены меры по предотвращению наиболее вероятной ЧС в Томской области – пожар. Предложенные методы из этого раздела возможно внедрить на производство, при этом потребуется задействовать дополнительные финансовые затраты, которые увеличат конечную стоимость детали, но сохранит здоровье рабочих, которые задействованы при производстве колеса зубчатого.

Список использованных источников

1. Технология машиностроения (специальная часть): Учебник для машиностроительных специальностей вузов/А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.: ил.
2. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 352 с.
3. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник. 2-е изд., испр. СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 512 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
4. Типовые технологические процессы механической обработки зубчатых колес: Методические указания к курсовой работе по технологии машиностроения / Сост. Н.Н. Ситов, А.М. Пейсахов; СПбГТУРП: СПб., 2015, 59 с.
5. Припуски на механическую обработку [Электронный ресурс] – Режим доступа:
http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_priuskov_VN_rusPDF.pdf
6. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987. – 846 с.
7. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
8. Сильвестров Б.Н. Справочник молодого зуборезчика. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш. шк., 1988 – 230 с. ил.
9. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А. Фадюшин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 65 с.
10. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Под ред. А.Ф. Горбацевича. Минск, «Высшая школа», 1975.

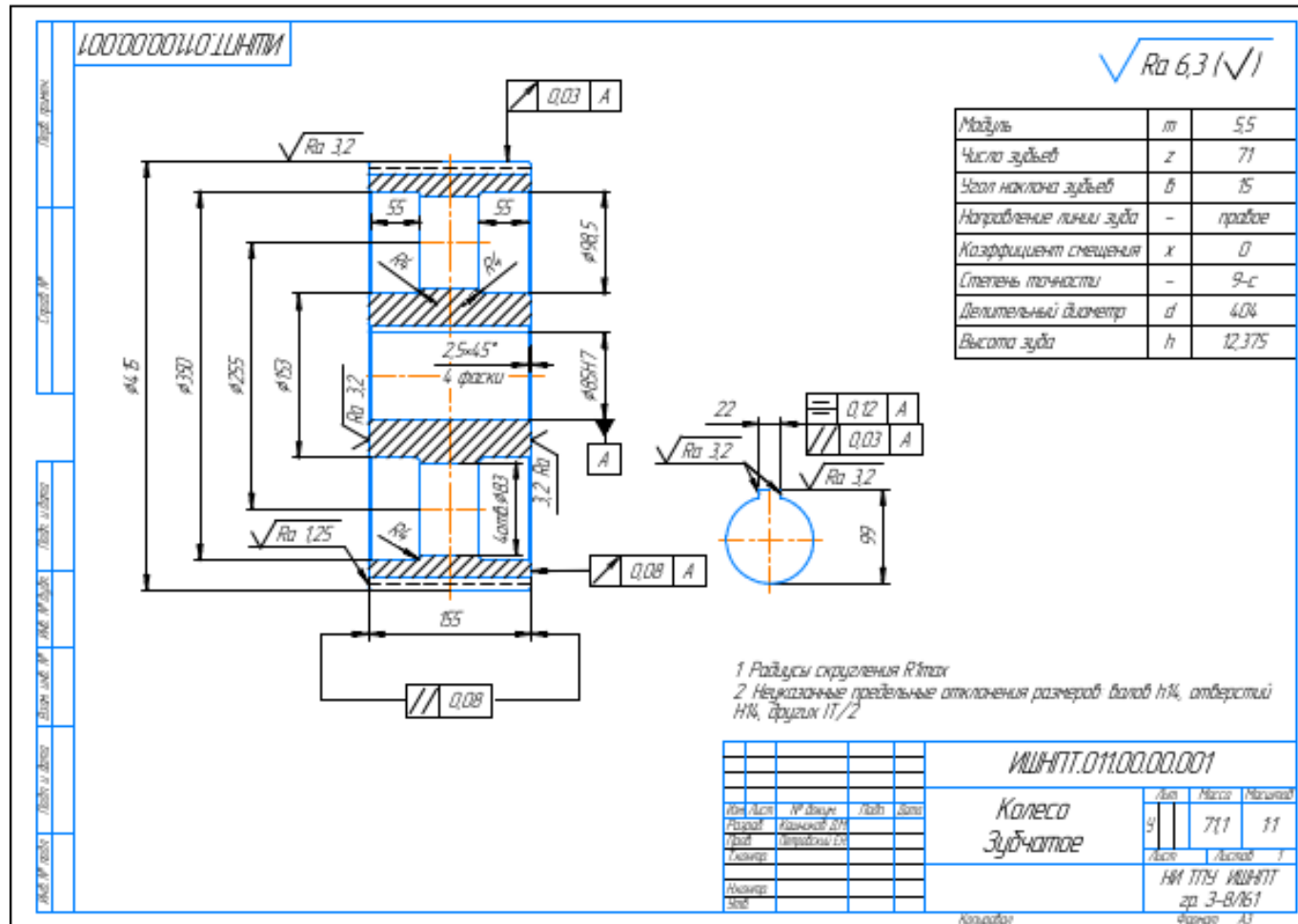
11. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции: Издание 3-е, стереотипное. Издательство «МАШИНОСТРОЕНИЕ» МОСКВА 1966 ЛЕНИНГРАД - 650 с.
12. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Креницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
13. Пашков Е.Н. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.
14. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С.В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. Москва: Юрайт ИД Юрайт, 2015. – 703 с.
15. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
16. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1).
17. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 36).
18. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566–96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
19. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.

20. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

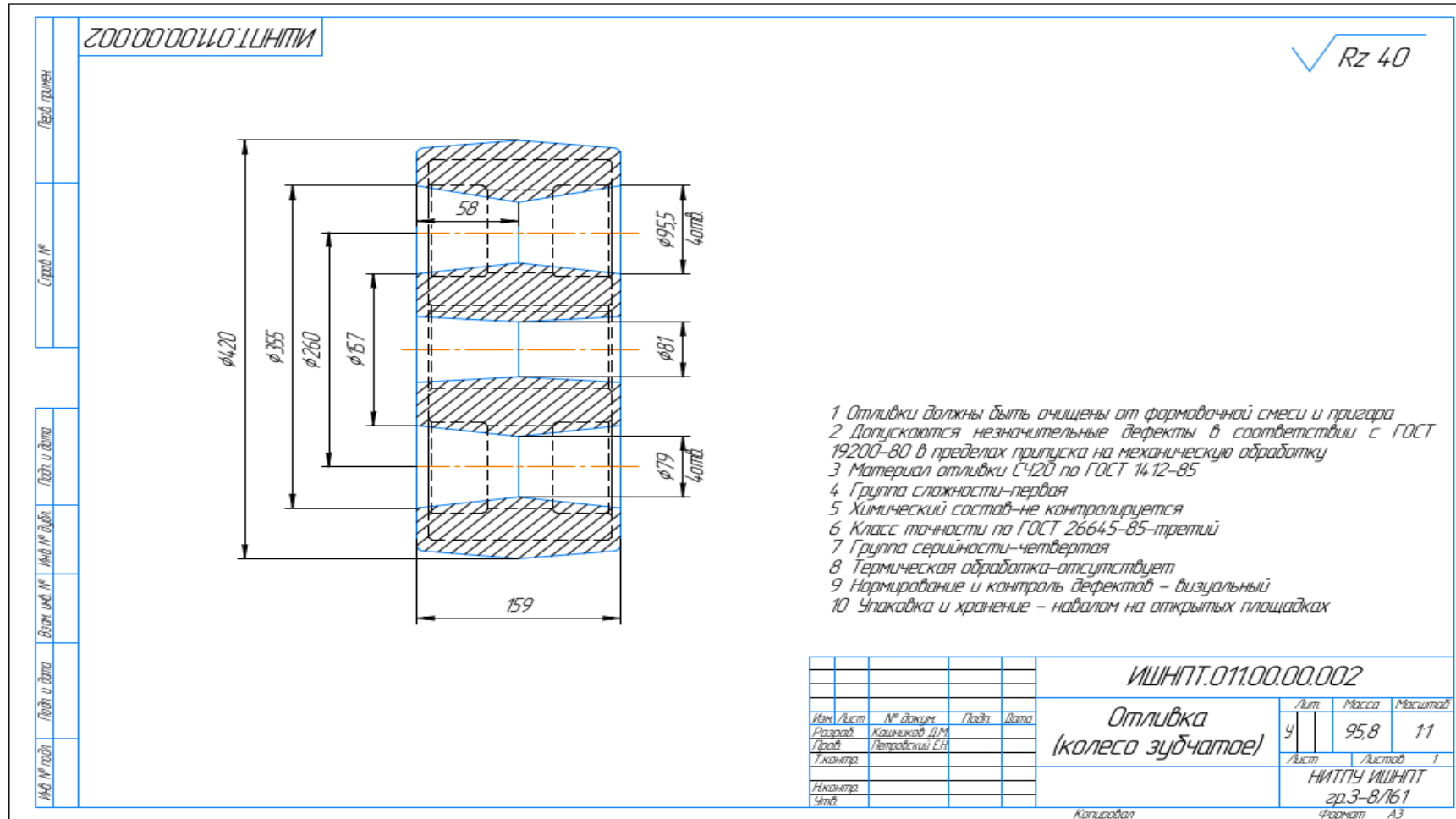
21. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.

Приложение

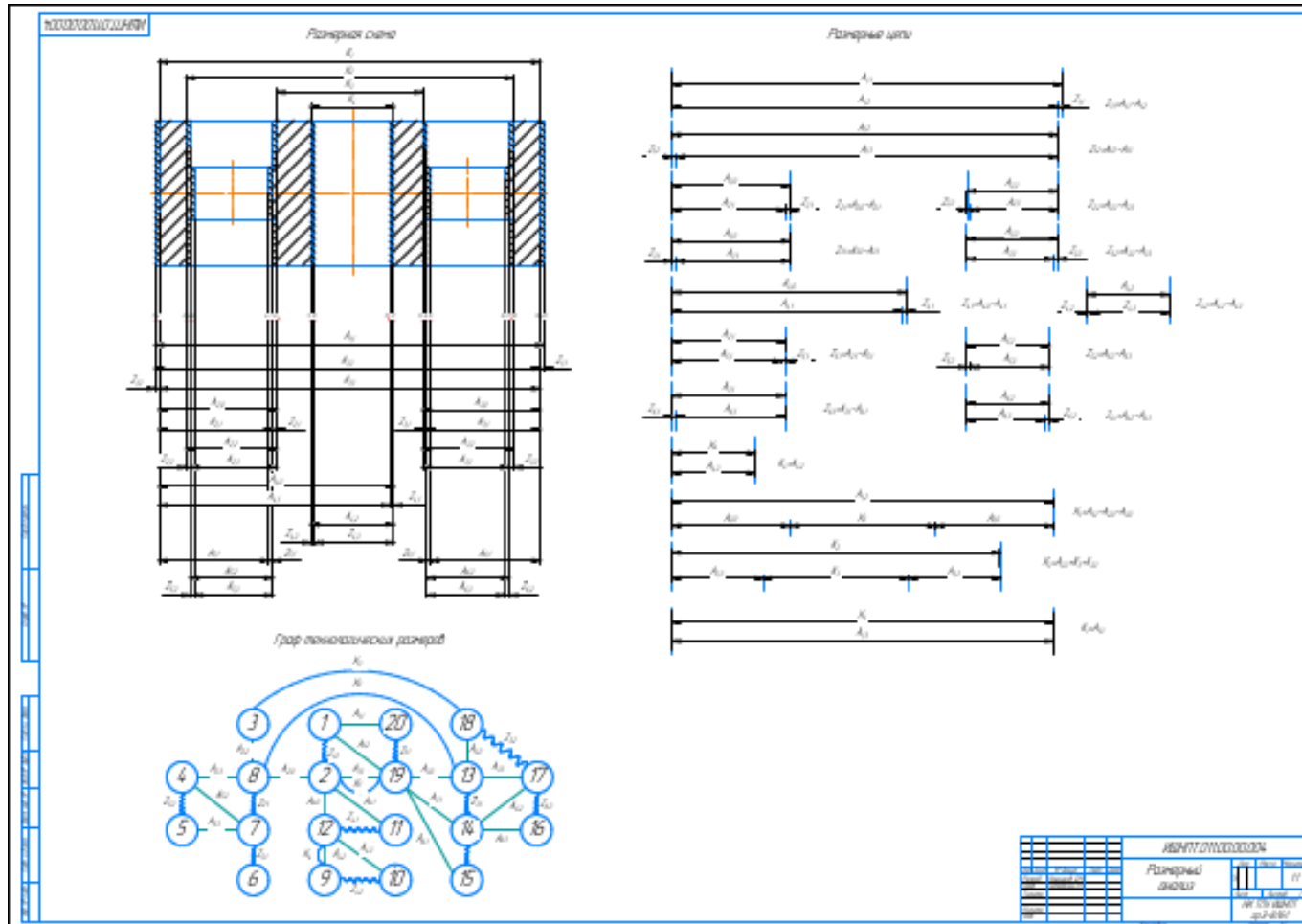
Приложение А. Чертеж детали:



Приложение Б. Чертеж заготовки:



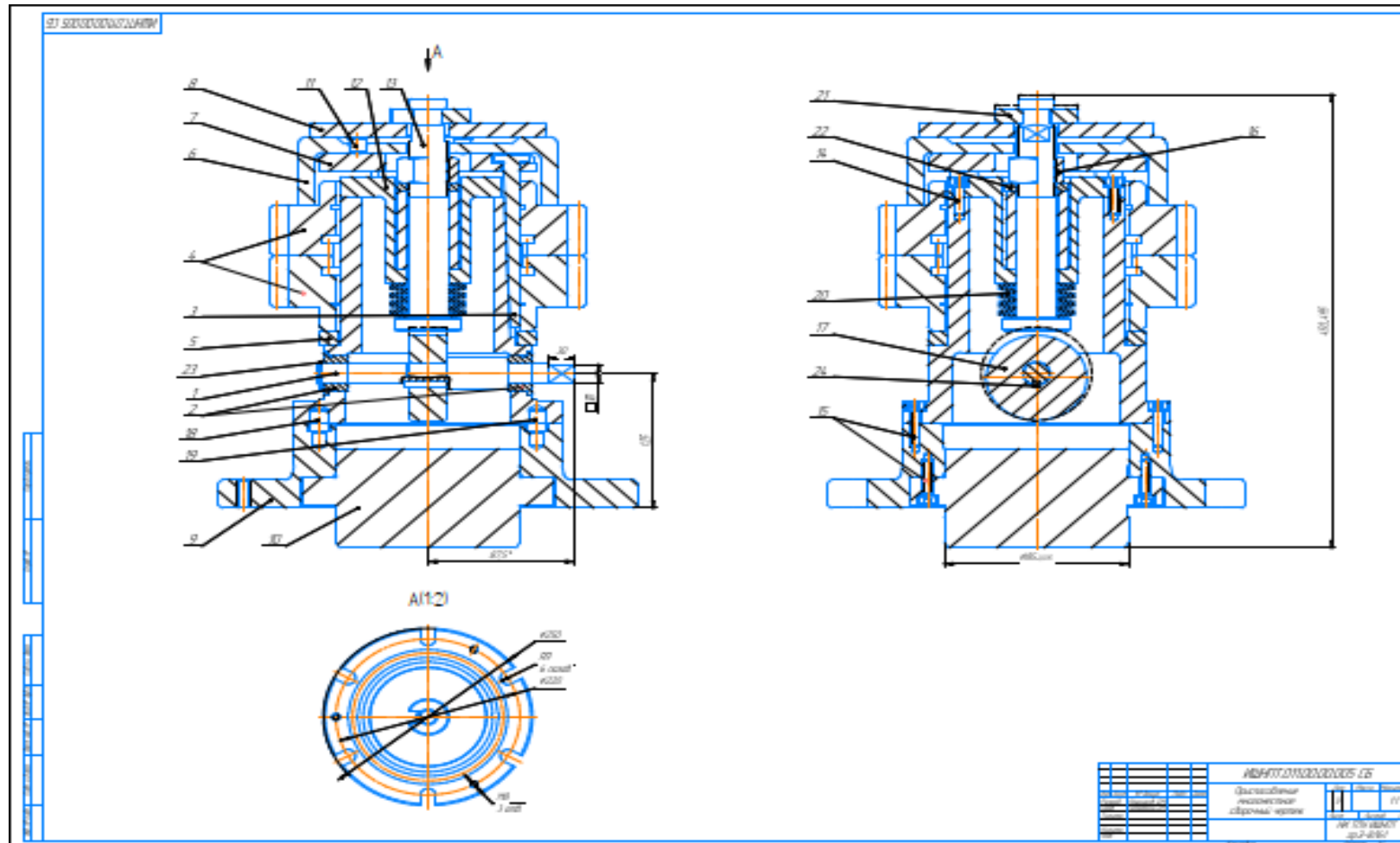
Приложение В. Размерный анализ:



Приложение Г. Технологический процесс:

См. чертёж		Национальный исследовательский Томский политехнический университет																			
		Карта технологического процесса																			
		Материал		Заготовка																Карта (ИМ)	
		Чугунный сплав		Место заготовки		Место заготовки		Место заготовки		Место заготовки		Место заготовки		Место заготовки		Место заготовки		Место заготовки		Место заготовки	
		СЧ20		707		858															

Приложение Д. Приспособление и спецификация:



Приложение Е. Спецификация:

Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм. №	Взам. изв. №	Изм. №	Подп. и дата	Стор. №	Пер. примен.	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
															Документация				
														ИШНПТ.011.00.00.005 СБ	Приспособление многоместное				
															Детали				
									64				1	ИШНПТ.011.00.00.006-01	Вал	1			
									64				2	ИШНПТ.011.00.00.006-02	Втулка	2			
									64				3	ИШНПТ.011.00.00.006-03	Клин	3			
									А3				4	ИШНПТ.011.00.00.006-04	Колесо зубчатое	2			
									64				5	ИШНПТ.011.00.00.006-05	Кольцо опорное	1			
									64				6	ИШНПТ.011.00.00.006-06	Крышка	1			
									64				7	ИШНПТ.011.00.00.006-07	Крышка	1			
									64				8	ИШНПТ.011.00.00.006-08	Крышка	1			
									64				9	ИШНПТ.011.00.00.006-09	Основание	1			
									64				10	ИШНПТ.011.00.00.006-10	Основание	1			
									64				11	ИШНПТ.011.00.00.006-11	Палец	3			
									64				12	ИШНПТ.011.00.00.006-12	Стакан	1			
									64				13	ИШНПТ.011.00.00.006-13	Тяга	1			
															Стандартные изделия				
													14		Винт М6-6х20	6			
															ГОСТ 11738-84				
														ИШНПТ.011.00.00.006					
														Спецификация приспособление многоместное			Лит	Лист	Листов
														НИ ТПУ ИШНПТ зр.3-8/161			У	1	2
														Копировал			Формат А4		

