

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки - 15.03.01. Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) - Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали "Шестерня 2-ой передачи"

УДК № 621.833.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Перцев Павел Николаевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Охотин Иван Сергеевич	К.Т.Н.		

Консультант

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Мелик – Гайказян Мария Вигеновна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД, ШБИП	Немцова Ольга Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Егор Александрович	К.Т.Н.		

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

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки - 15.03.01. Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) - Материаловедения
 Период выполнения весенний семестр 2018 /2019 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	27.05.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
19.04.2019 г.	Разработка технологического процесса изготовления	10
23.04.2019 г.	Размерный анализ технологического процесса	10
29.04.2019 г.	Выбор производственного оборудования	10
30.04.2019 г.	Расчет режимов резания	10
04.05.2019 г.	Нормирование технологического процесса	10
08.05.2019 г.	Проектирование конструкторского приспособления	10
11.05.2019 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
16.05.2019 г.	Социальная ответственность	10
18.05.2019 г.	Заключение по работе	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Охотин Иван Сергеевич			

Консультант

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

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

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность) - 15.03.01. Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) - Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Перцеву Павлу Николаевичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали "Шестерня 2-ой передачи"	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	27.02.2010 №1543/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<ul style="list-style-type: none"> - Чертеж детали; - Годовая программа выпуска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ul style="list-style-type: none"> - Аналитический обзор научно-технической литературы; - Определение типа производства, форм и методов организации работ; - Анализ технологичности конструкции детали; - Анализ базового технологического процесса; - Выбор исходной заготовки и методов ее получения; - Разработка маршрута обработки детали; - Размерный анализ техпроцесса; - Выбор оборудования и технологической оснастки; - Расчет и назначение режимов обработки; - Нормирование технологического процесса; - Конструирование приспособления.
Перечень графического материала	<ul style="list-style-type: none"> - Чертеж детали – формат А2; - Карта технологического процесса – формат А1; - Эскиз размерной схемы, граф технологических

	<i>размерных цепей – формат А1; - Приспособление для зубофрезерования – формат А1; - Смета себестоимости изготовления детали – формат А1.</i>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Технологическая часть»	Петровский Евгений Николаевич
«Конструкторская часть»	Петровский Евгений Николаевич
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Мелик – Гайказян Мария Вигеновна
«Социальная ответственность»	Немцова Ольга Александровна

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

Задание выдал руководитель / консультант :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Охотин Иван Сергеевич			
Старший преподаватель	Петровский Евгений Николаевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Перцев Павел Николаевич		

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Общекультурные компетенции</i>		
Р5	<p>Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительномонтажных производствах.</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-4; ОК-9; ОПК-4, ПК-16), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства).</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>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ПК-8, ПК-17; ПК-22; ПК-24; ПК-25), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства).</p>

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
Р10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.	Требования ФГОС ВО (ПК-13; ПК-14, ПК-15; ПК-16), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 28.003 Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства).
Р12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.	Требования ФГОС (ПК-21; ПК-22; ПК-23), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.	Требования ФГОС ВО (ПК-10; ПК-11, ПК-13; ПК-14), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.083 Специалист по компьютерному проектированию технологических процессов, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства).

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 104 страниц расчетно-пояснительной записки, составленной в соответствии с ГОСТ 2.105-95, 4 рисунка, 16 использованных источников, 21 таблиц и 6 листов графической части формата А1, выполненных в соответствии с ЕСКД.

Ключевые слова: заготовка, технологический процесс, шестерня второй передачи, припуск, инструмент

Представлены: служебное назначение изделия – гусеничного тяжелого транспортера - тягача ГТ-Т, разработан технологический процесс механической обработки при изготовлении ведущей шестерни КПП.

Приведен анализ служебного назначения детали и технологичности конструкции, обоснован выбор метода получения заготовки.

Выполнены расчеты припусков и режимов резания, а также нормирование технологического процесса.

Представлен выбор оборудования и металлорежущего инструмента.

Предложено приспособление для базирования детали при обработке на зубофрезерном станке.

Решен комплекс вопросов организации и экономики производства: определена производственная себестоимость изготовления шестерни.

В соответствии с заданием выполнены разработки по охране труда.

Планируется введения данной детали в производство.

Определения, обозначения, сокращения.

КПП – коробка переключения передач,

ЧПУ – числовое программное управление,

ТВЧ – токи высокой частоты,

КГШП – Кривошипный горячештамповочный пресс,

КПД – коэффициент полезного действия,

СОЖ – смазывающе-охлаждающая жидкость,

СИЗ – средства индивидуальной защиты,

ПДК – предельно допустимые концентрации,

ОТК – отдел технического контроля.

Оглавление

Введение	11
Обзор литературы	12
1 Проектирование технологического процесса	13
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.	19
1.4 Выбор типового технологического процесса или аналога единичного.	21
1.5 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления.....	23
1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали	27
1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержание технологических операций.	27
1.6.2 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков и припусков промежуточных и исходных размеров заготовки.	32
1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки.	37
1.8 Расчет и назначение режимов обработки.	43
1.9 Нормирование технологического процесса.	50
2 Конструкторская часть	56
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания.	56
2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновка приспособления. ..	56
2.3 Конструирование и расчёт функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров.	58
2.4 Разработка схемы для расчёта и определения сил закрепления действующих на заготовку.	60
2.5 Выбор и расчёт зажимного устройства	62
2.6 Расчет приспособления на точность	63
2.7 Разработка технологической схемы сборки	65
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	67
3.1. Потенциальные потребители детали	67
3.2 Расчет себестоимости продукции.....	68
3.2.1 Материальные затраты	68

3.2.2. Затраты на электроэнергию	69
3.2.3. Расходы на оплату труда основных рабочих	70
3.2.4. Отчисления в страховые фонды	72
3.2.5. Накладные расходы	72
3.3 Анализ потенциальных рисков и разработка мер по управлению ими..	74
4 Социальная ответственность	78
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности..	78
4.2 Производственная безопасность.	82
4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	83
4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего).	89
4.3 Экологическая безопасность.	93
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	95
Заключение	99
Список использованных источников	100
Приложение А	102
Приложение Б	103
Приложение В	104

Введение.

Эффективность изготовления деталей в производстве, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом находятся в зависимости от опережающего становления развития производства свежего нового оснащения оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения способов методов технико - экономического анализа, обеспечивающего заключение решение технических вопросов и финансовую экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

Смысл постановки данных вопросов при подготовке обучения сотрудников, производства всецело овладевших инженерными способами проектирования производственных процессов, бесспорно. Особенно это уделяется самостоятельному творчеству с целью становления инициативы в заключении технических и организационных задач, а еще детализированного и креативного анализа имеющих место быть технологических процессов, для улучшения имеющейся технологии, оснастки, организации и экономики изготовления, важно опережающие нынешний производственный процесс.

Машиностроению принадлежит основная роль между иных секторов экономики этнического хозяйства, например как главные производственные процессы делают машины. Вследствие этого и техническая степень всех секторов экономики хозяйства в значимой мере ориентируется уровнем становления машиностроения. На базе становления машиностроения исполняются групповая механизация и автоматизация производственных процессов в индустрии, строительстве, сельском хозяйстве, на транспорте.

Обзор литературы

Для написания выпускной квалификационной работы были использованы учебно-методическая литература, научная и нормативно-правовые акты Российской Федерации.

Для выполнения технологической и конструкторской части использовались работы А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.Ф. Горбачевича, В.А. Тимирязева, Скворцова В.Ф., Ансерова М.А. В данных источниках рассмотрены расчеты, анализы технологических процессов, расчет и конструирование приспособлений, данные для определения необходимых параметров.

На основе работ «Ресурсоэффективность отрасли» Криницына З.В., «Практикум по организации и планированию машиностроительного производства. Производственный менеджмент» Скворцова Ю.В. подробно рассмотрено управление и технико-экономическое обоснование проектных решений.

Вопросы охраны труда, техники безопасности и экологических аспектов инженерной деятельности рассмотрены в работах Корниловича О. П., Панина В.Ф., Сечина А.И., Федосовой В.Д., технические регламенты и др.

1 Проектирование технологического процесса

1.1 Исходные данные.

Назначение детали и ее конструкторско – технологическое описание.

Ведущая шестерня второй передачи постоянного зацепления установлена на передаточном валу, входит в зацепление с ведомой шестерней главного вала, служит для передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам. На шестерню насаживается подшипник 214, который опирается на корпус коробки передач, и является промежуточной опорой передаточного вала. Частота вращения вала двигателя 1100 - 1800 об/мин, максимальная мощность 200 л.с., максимальный крутящий момент 82 - 95 кгс·м.

Допустимый температурный интервал 65 - 110°C.

Рекомендуемая температура 80 - 90°C.

Число зубьев $z = 16$,

Модуль $m = 5$,

Делительный диаметр $d = 80$ мм,

Угол наклона зубьев - прямой

Поверхность зубьев цементировать на глубину $h = 1,3...1,7$ HRC58, твердость ядра HB 255...388. Глубина цементационного слоя на шлифованных поверхностях не менее 0,6 мм. Структура цементированного слоя и правила приемки по ОСТ 3 – 4704 - 80.

Допускаются задиры от протяжки по впадинам всех шлиц глубиной не более 0,25 мм. На поверхности шлиц диаметром 45 мм после калибровки допускаются риски (следы) от направляющей части протяжки. Заусенцы не допускаются.

Материал шестерни - сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-2016, легированная высококачественная сталь.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 12ХНЗА ГОСТ 4543-2016 в процентах

Марка стали	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr
12ХНЗА	0,09-0,16	0,17-0,37	0,3-0,6	до 0,025	до 0,025	2,75-3,15	0,6-0,9

Таблица 1.2 – Механические свойства при T = 20°C материала 12ХНЗА

Сортамент	Размер	Напр.	s _B	s _T	d ₅	γ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Прутки, ГОСТ 4543-71	О 15		930	685	11	55	880	Закалка и отпуск

В производственных критериях каждая система (машина, узел, деталь) обязана быть наиболее кропотливым образом проанализирована. Задача такого анализа - выявление дефектов системы по сведениям, присутствующим в чертежах и технических требованиях, а еще вероятное совершенствование технологичности рассматриваемой конструкции.

Анализ данной конструкции гарантирует совершенствование технико-финансовых характеристик разрабатываемого технологического процесса. Вследствие этого технологический анализ - одно из наиглавнейших рубежей технологической разработки.

Технологический контроль чертежей объединяется к тщательному их исследованию. Рабочие чертежи изготавливаемых деталей должны содержать все нужные сведения, дающие абсолютное представление о детали, т.е. все проекции, разрезы, сечения, абсолютно внятно и несомненно объясняющие ее конфигурацию и вероятные методы получения заготовки. Именно по этому, технологический контроль - значимая стадия проектирования технологических процессов и во множествах случаев содействует выяснению и уточнению ранее приведенных моментов.

Рассмотрим технологичность конструкции ведущей шестерни второй передачи КПП.

Сложная шлицевая форма центрального отверстия значительно усложняет обработку, вызывает необходимость применять дорогостоящие

протяжки, однако небольшая длина детали позволяет растачивать отверстие на проход с одной стороны.

Сложная конфигурация наружного контура - зубчатое колесо, посадка под подшипник, проточки.

Ступица расположена с одной стороны, что позволяет устанавливать на зубофрезерном станке две детали, сокращая время на 25-30%.

Деталь обладает достаточной жесткостью, что не ограничивает режимы резания.

В конструкции детали имеются достаточные по размерам и расстоянию базовые поверхности. Однако сложность конструкции вызывает необходимость многократной переустановки детали, а также применения нескольких баз, что значительно увеличивает погрешность при обработке.

Технологичность конструкции снижает необходимость термообработки, что создает необходимость увеличить припуски на обработку, а также применение непроизводительного ручного труда - слесарные работы, для притупления острых кромок, для маркировки и клеймения заготовок перед отправкой на термообработку.

1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ.

Различают единичное, серийное и массовое производства. Серийное производство в свою очередь подразделяется на мелкосерийное, собственно серийное (среднесерийное) и крупносерийное.

При массовом производстве изделия производятся непрерывно на протяжении нескольких лет. Свойственным признаком массового изготовления считается выполнение на рабочих местах лишь только одной закрепленной операции.

При серийном производстве производят серию изделий, регулярно, циклических повторяющихся через конкретные промежутки времени.

Свойственный признак серийного изготовления - выполнение на рабочих местах нескольких циклически повторяющихся операций.

При единичном производятся изделия широкой номенклатуры в небольших количествах, которые или не повторяются абсолютно, или повторяются сквозь неопределенное время.

Годовая программа изделий $N = 500$ шт.

Для заданной детали - шестерни ведущей второй передачи коробки переменных передач транспортера - тягача определяем тип производства. Тип производства зависит не только от заданной программы и веса изделия, но и от трудозатратности изготовления детали. На основании данной программы рассчитывается такт выпуска изделия, а трудозатратность ориентируется средним штучным периодом времени по операциям действительного на производстве или же подобного технологического процесса. Отношение данных величин принято именовать коэффициентом серийности. Как правило считают, собственно что коэффициент серийности определяет численность всевозможных операций по обработке одной или же нескольких изделий (деталей), закрепленных за одним станком в период года.

Режим работы предприятия - 2 смены в сутки.

Годовая программа

$$N = N_1 m \left(1 + \frac{\beta}{100} \right) \text{ шт.} \quad \text{формула.3 [3]}$$

Где N_1 – годовая программа выпуска изделий, шт.;

m – количество деталей на изделие, шт.;

β – количество запасных частей = 20 %

$$N = 500 \cdot 1 \left(1 + \frac{20}{100} \right) = 600 \text{ шт. деталей.}$$

Действительный годовой фонд времени работы оборудования

$F_{\partial} = 3880$ ч., при работе в две смены, на металлорежущих станках 1-30 категории ремонтной сложности (табл.4,5 [3])

Такт выпуска деталей

$$t_g = \frac{F_o \cdot 60}{N} \text{ мин/шт.} \quad \text{формула.2 [3]}$$

$$t_g = \frac{3880 \cdot 60}{600} = 388 \text{ мин/шт.}$$

Суммарное штучное время по всем операциям

$$\Sigma T_{шт} = 154,38 \text{ мин.}$$

Число операций $n = 13$

Среднее штучное время

$$T_{шт.ср.} = \frac{\Sigma T_{шт}}{n} \quad \text{формула.4 [3]}$$

$$T = \frac{154,38}{13} = 11,8 \text{ мин.}$$

Коэффициент серийности

$$k = \frac{t_g}{T_{шт.ср.}} \quad \text{формула.1 [3]}$$

$$k = \frac{388}{11,8} = 33$$

Тип производства для k больше 20 - мелкосерийное.

По ГОСТ 3.1121–84 приняты следующие коэффициенты закрепления операций K_3 следующие значения:

- мелкосерийное производство – $20 < K_3 \leq 40$;
- серийное производство – $10 < K_3 \leq 20$;
- крупносерийное производство – $1 < K_3 \leq 10$;
- массовое производство - $K_3 = 1$.

Таким образом данную деталь изготавливают партиями, создавая необходимый запас на складе. Изготовив партию одной детали, на этих же станках запускают партию другой детали. Желательно, чтобы в течение месяца было произведено не более трех - четырех запусков партии деталей, этому условию наиболее соответствует периодичность 5, 10 дней.

Режим работы и фонд времени.

Календарное количество дней в году - 365

Количество дней отдыха - 104

Праздничные дни - 10

Предпраздничные дни, сокращенные на 1 час - 8

Количество рабочих дней в году - 251

Продолжительность рабочей недели - 40 ч.

Продолжительность смены - 8 ч.

Режим работы предприятия - 2 смены

Номинальный годовой фонд времени

$$F = (251 \cdot 8 - 8) \cdot 2 = 4000 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени работы оборудования

$F = 4000 \cdot 3\% = 3880 \text{ ч.}$, где 3% - потери металлорежущих станков 1-30 категории ремонтной сложности. [3. табл.5]

Действительный годовой фонд времени рабочего - номинальный фонд времени за вычетом неизбежных потерь, к которым относятся потери в связи с профотпусками, дополнительными отпусками, болезнями, отпусками по беременности, кормлением грудных детей, сокращенным рабочим днем подростков и т. п. При продолжительности отпуска 24 календарных дня, потери составят 13%

$$F = 1740 \text{ ч.} \quad [3. \text{ табл.4}]$$

Годовая программа выпуска изделий составляет $N = 500$ шт.

На изделие необходимо некоторое количество деталей изготовить дополнительно в качестве запасных частей, которое задается в процентах от годовой программы.

При заданной программе выпуска запасных частей - 20%,

Годовая программа выпуска деталей $N = 600$ шт.

Для определения среднего штучного или штучно-калькуляционного времени по операциям можно воспользоваться нормировочными данными из существующего на производстве технологического процесса по аналогичной детали или провести укрупненное нормирование вновь разрабатываемого процесса. Последнее можно выполнить, пользуясь методом приближенного

определения норм времени по таблицам нормирования, учитывая при этом коэффициент серийности.

Штучное время $T = 11,8$ мин.

Периодичность запуска - выпуска изделий $a = 10$ дней

Число рабочих дней в году $F = 251$ дня

Расчетное количество деталей в партии

$$n = \frac{N \cdot a}{F} \quad \text{формула.5 [3]}$$

$$n = \frac{600 \cdot 10}{251} = 24 \text{ шт.}$$

Расчетное число смен на обработку партии деталей на участке

$$c = \frac{T_{\text{шт.сп.}} \cdot n}{480 \cdot 0,8} = \frac{11,8 \cdot 24}{480 \cdot 0,8} = 0,74 \text{ смен}$$

Принимаю $c = 1$

Принятое число деталей партии

$$n = \frac{c \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{\text{шт.сп.}}} = \frac{1 \cdot 480 \cdot 0,8}{11,8} = 32 \text{ шт.}$$

1.3 Анализ технологичности конструкции детали.

Качественная оценка технологичности предполагает анализ материала заготовки и способы ее получения, обрабатываемость и возможности замены материала более прочными и легкими.

Количественная оценка технологичности предполагает определение коэффициента точности обработки детали и коэффициента шероховатости.

1) Коэффициент точности:

$$K_m = 1 - \frac{1}{IT_{cp}}, \quad [5. \text{Табл.3.4, стр.98}]$$

$$IT_{cp} = \frac{\sum IT_i n_i}{\sum n_i}, \quad [5. \text{Табл.3.4, стр.98}]$$

где IT_{cp} – средний квалитет точности обработки изделия,

IT_i – квалитет точности ітой поверхности,

n_i – число размеров или поверхностей для каждого квалитета точности.

Таблица 1.3 – Оценка точности

Квалитет точности, T_i	Количество поверхностей, n_i	$T_i \cdot n_i$
14	2	28
11	2	22
8	2	16
6	1	6
Σ	7	72

$$IT_{cp} = \frac{14 \cdot 2 + 11 \cdot 2 + 8 \cdot 2 + 6 \cdot 1}{7} = 10,3$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{10,3} = 0,90.$$

2) Коэффициент шероховатости:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ra_{cp}} \quad [5. \text{Табл.3.4, стр.98}]$$

$$Ra_{cp} = \frac{\Sigma R_{ai} \cdot n_i}{\Sigma n_i} \quad [5. \text{Табл.3.4, стр.98}]$$

где R_{ai} – параметр шероховатости ітой поверхности, мкм,

n_i – число размеров или поверхностей для каждого параметра шероховатости

Таблица 1.4 – Оценка шероховатости

Параметр шероховатости R_{ai} , мкм	Количество поверхностей, n_i	$R_{ai} \cdot n_i$
0,63	5	3,15
12,5	6	75
Σ	11	40,3

$$Ra_{cp} = \frac{0,63 \cdot 5 + 12,5 \cdot 6}{11} = 7,1$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{7,1} = 0,86$$

Оба исследуемых коэффициента K_m и $K_{ш}$ по своим значениям меньше единицы. Анализ полученных коэффициентов показал, что деталь технологична.

1.4 Выбор типового технологического процесса или аналого единичного.

Типовой технологический процесс изготовления зубчатого колеса.

Основные операции механической обработки зубчатого колеса со ступицей следующие:

005. Заготовительная. Для заготовок из проката — резка проката, для штампованных заготовок — штамповка. Штампованные заготовки целесообразно выполнять с прошитыми отверстиями, если их диаметр более 30 мм и длина не более трех диаметров. Заготовки из чугуна и цветных сплавов (иногда из сталей) получают литьем.

010. Термическая. Нормализация, отпуск (для снятия внутренних напряжений).

015. Токарная. Точить торец обода и торец ступицы с одной стороны начерно, точить наружную поверхность обода до кулачков патрона начерно, расточить начерно, напроход отверстие (или сверлить и расточить при отсутствии отверстия в заготовке), точить наружную поверхность ступицы начерно, точить фаски.

Операция выполняется в мелко и среднесерийном - на токарноревольверных и токарных с ЧПУ; в крупносерийном и массовом - на одношпиндельных или многошпиндельных токарных полуавтоматах.

020. Токарная. Точить базовый торец обода (противолежащий ступице) начерно, точить наружную поверхность обода на оставшейся части начерно, расточить отверстие под шлифование, точить фаски.

Оборудование то же, что и для операции 15.

025. Протяжная (долбежная). Протянуть (долбить — в единичном производстве) шпоночный паз или шлицевое отверстие.

Оборудование—горизонтально-протяжной или долбежный станок.

030. Токарная. Точить базовый и противолежащие торцы, наружную поверхность венца начисто.

Операция выполняется на токарно-винторезном, токарном с ЧПУ или токарном многорезцовом полуавтомате в зависимости от типа производства.

035. Зубофрезерная. Фрезеровать зубья начерно на зубофрезерном полуавтомате.

040. Зубофрезерная. Фрезеровать зубья начисто, обеспечив 7 степень точности.

045. Шевинговальная. Шевинговать зубья перед термической обработкой с целью уменьшения коробления зубьев на зубошевинговальном станке.

050. Термическая. Закалить заготовку или зубья (ТВЧ) или цементировать и отпустить.

055. Внутришлифовальная. Шлифовать отверстие и базовый торец за один установ на внутришлифовальном станке.

060. Плоскошлифовальная. Шлифовать торец, противолежащий базовому, на плоскошлифовальном станке.

065. Зубошлифовальная. Шлифовать зубья колеса на зубошлифовальном станке.

070. Моечная.

075. Контрольная.

080. Нанесение антикоррозионного покрытия.

1.5 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления.

При выборе метода получения заготовки решающими факторами являются: форма детали, масса, материал, объем выпуска деталей. Окончательное решение о выборе метода принимается на основе технико-экономических расчетов.

Исходные данные по детали:

Материал детали - сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71. Химический состав стали : углерод $C = 0,12\%$, хром $Cr = 1\%$, никель $Ni = 3\%$, сталь высококачественная.

Масса детали: $q = 2,38$ кг

Длина детали $L = 106$ мм.

Припуск на резку заготовки

$S = 6$ мм, при диаметре проката – $d = 80 - 150$ мм,

и обработку торца после отрезки $S = 3$ мм, [5. табл.24]

Длина бурта для защиты шлицев при термообработке

$L = 5$ мм.

Длина проката на одну деталь с учетом реза:

$L = L + L + S + 2S = 106 + 5 + 6 + 2 \cdot 3 = 123$ мм

Длина заготовки после отрезки:

$L = L + L + 2S = 106 + 5 + 2 \cdot 3 = 117$ мм

Диаметр заготовки по [5. табл.23] для детали, диаметром до 92 мм и длиной до 368 мм – $D = 100$ мм (упрощенно).

По [5. табл.27] , учитывая припуски на механическую обработку при точении проката обычной точности: черновое точение $S = 1,8$ мм, получистовое

$S = 0,5$ мм, чистовое $S = 0,25$ мм

$D = 90,57 + 2 \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,25 = 95,67$ мм

Заготовка из круглого сортового проката - Круг $\frac{100 \text{ ГОСТ } 2590-2006}{12\text{ХНЗА ГОСТ } 4543-2016}$

Стоимость заготовок из проката рассчитываем по формуле:

$$C_{заг} = M + \Sigma C_{з.о.}$$

Где M - затраты на материал, р;

$\Sigma C_{з.о.}$ - технологическая себестоимость правки, калибрования, разрезки.

Расчеты затрат на материалы и технологической себестоимости выполняются по формулам:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{отх},$$

где Q – масса заготовки - 7,58 кг;

S – цена за 1 кг материала заготовки, 62 р;

q – масса детали - 2,38кг;

$S_{отх}$ - цена 1 кг отходов - 8 руб.

В отходы включается не только разность между массой заготовки и детали (стружка), но и остаток прутка, образующийся из - за неkratности длины заготовки длине прутка. Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590 - 2016 поставляется в прутках длиной 2 - 6 м.

$$\Sigma C_{о.з.} = \frac{C_{н.з.} \cdot t_{ум}(t_{ум-к})}{60},$$

где $C_{н.з.}$ - приведенные затраты на рабочем месте, руб./ч;

$$C_{н.з.} = C_{ч.з.}^{б.у} \cdot k_m, \text{ руб./ч}$$

$$C_{ч.з.}^{б.у} = 36,3 \text{ руб./ч} - \text{ для серийного производства. [2.стр.43]}$$

$$k_m = 1,2, \text{ [2.табл.3.14]}$$

$t_{ум}(t_{ум-к})$ - штучное или штучно - калькуляционное время выполнения заготовительной операции, мин.

Штучное или штучно-калькуляционное время $t_{ум}(t_{ум-к})$ рассчитывается по формуле:

$$t_{ум}(t_{ум-к}) = \frac{L_{рез} + y}{S_M} \varphi, \quad [2.стр.43]$$

где $L_{рез}$ - длина резания при разрезании проката на штучные заготовки (может быть принята равной диаметру проката $L_{рез} = D$, 100мм;

y – величина врезания и перебега (при разрезании дисковой пилой $y = 68$ мм);

S_M - минутная подача при разрезании ($S_M = 80$ мм/мин);

φ - коэффициент, показывающий долю вспомогательного времени в штучном производстве ($\varphi = 1,84$ для мелкосерийного производства)

Тогда:

$$t_{ум} (t_{ум-к}) = \frac{100 + 68}{80} \cdot 1,84 = 3,86 \text{ мин}$$

$$\Sigma C_{o.з.} = \frac{43,56 \cdot 3,86}{60} = 2,8 \text{ руб.}$$

$$C_{заг.пр.} = (7,58 \cdot 62 - (7,58 - 2,38) \cdot 8) + 2,8 = 425,56 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовок из поковки:

Штамповочное оборудование - КГШП.

Определяем стандартные параметры точности заготовки по ГОСТ 7505-89

Определение размеров заготовки:

Группа стали – М1.

Класс точности поковки – Т3.

Масса заготовки расчетная:

$$G_{заг} = k \cdot G_{дет},$$

$k = 1,6$ - расчетный коэффициент, для шестерен по ГОСТ 7505-89.

$G_{заг}$ - масса заготовки, кг;

$G_{дет}$ - масса детали, кг.

Рассчитываем массу заготовки, учитывая, что плотность стали 12ХНЗА,

$$\rho = 7820 \text{ кг/м}^3$$

$$G_{дет} = 2,38 \text{ кг}$$

Тогда масса заготовки приблизительно:

$$G_{заг} = 1,6 \cdot 2,38 = 3,8 \text{ кг}$$

Отношение расчетной массы поковки к массе фигуры:

$$\frac{G_{дет}}{G_{заг}} = \frac{2,38}{3,28} = 0,72$$

Степень сложности поковки - С2.

Конфигурация поверхности разъема штампа - П (плоская).

По группе стали, классу точности и степени сложности определяем исходный индекс поковки - 9.

Расчет стоимости заготовок, полученных литьем или штамповкой, выполняется по формуле:

$$C_{заг.пок.} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_b \cdot k_n \right) - (Q - q) S_{отх},$$

где $C_i = 150000$ - базовая стоимость 1 т заготовок, руб.;

$Q = 3,28$ - масса заготовки, кг;

$k_T = 0,9$ - коэффициент класса точности;

$k_C = 0,81$ - коэффициент степени сложности;

$k_B = 0,9$ - коэффициент массы заготовки;

$k_b = 1,98$ - коэффициент марки материала;

$k_n = 0,8$ - коэффициент объема выпуска заготовок.

Тогда

$$C_{заг.пок.} = \left(\frac{150000}{1000} \cdot 3,28 \cdot 0,9 \cdot 0,81 \cdot 0,9 \cdot 1,98 \cdot 0,8 \right) - (3,28 - 2,38) \cdot 8 = 503,31 \text{ руб.}$$

Расчет экономического эффекта заготовки:

$$\mathcal{E}_{заг} = (C_{заг.пок.} - C_{заг.пр.}) \cdot N,$$

где $C_{заг.пок.}$ - стоимость заготовки поковки;

$C_{заг.пр.}$ - стоимость заготовки проката;

N - годовой объем выпуска деталей.

$$\mathcal{E}_{заг} = (503,31 - 425,56) \cdot 600 = 46\,650 \text{ руб./год}$$

Учитывая все эти факторы, приходим к выводу, что наиболее экономически выгодным будет метод получения заготовки из круглого сортового проката - по ГОСТ 2590-2006.

1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали

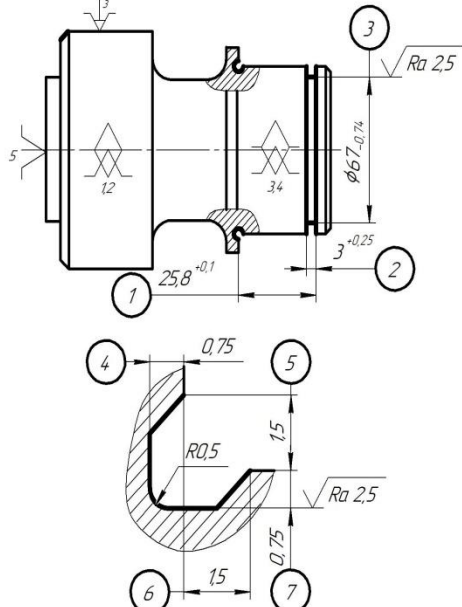
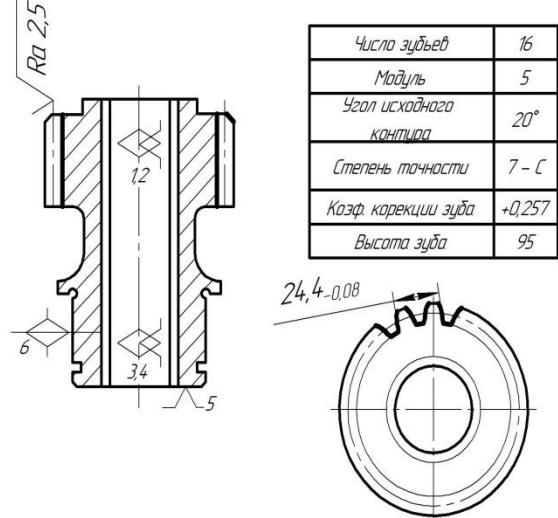
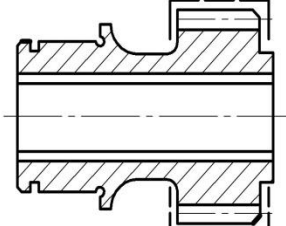
Опираясь на анализ базового техпроцесса составляем маршрутно-операционный техпроцесс изготовления детали. Даем обоснование выбора черновых и чистовых технологических баз, особое внимание обращая на обеспечение принципов постоянства и совмещения баз. Если эти принципы не выдерживаются, то следует дать обоснование необходимости смены баз. Принятый маршрутный процесс оформляем в виде таблицы (табл. 1.5).

1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержание технологических операций.

Таблица 1.5 – Технологический маршрут

<i>№ перехода</i>	<i>№ операции</i>	<i>Наименование операции и содержание перехода</i>	<i>Эскиз обработки</i>
1	2	3	4
005	A 1 2	<i>Заготовительная</i> <i>Установить, закрепить и снять заготовку.</i> <i>1 Отрезать заготовку в размер 1.</i> <i>2 Набить № детали, № плавки.</i>	
010	A 1 2 3	<i>Токарная</i> <i>Установить, закрепить и снять заготовку.</i> <i>1 Подрезать торец в размер 3.</i> <i>2 Сверлить, расточить отверстие в размер 1.</i> <i>3 Расточить фаску в размер 2.</i>	
015	1	<i>Термическая</i> <i>Высокий отпуск (улучшение) до <math>HB \leq 217</math></i>	

<p>020</p>	<p>А</p>	<p>Протяжная</p> <p>Установить, закрепить и снять заготовку.</p> <p>1 Протянуть отверстие в размеры 1,2,3.</p>	
<p>025</p>	<p>А</p>	<p>Токарная</p> <p>Установить, закрепить и снять заготовку.</p> <p>1 Точить поверхность с подрезкой торца и образованием фаски в размеры 1,2,3,4.</p>	
<p>025</p>	<p>Б</p>	<p>Токарная</p> <p>Переустановить, закрепить заготовку.</p> <p>1 Подрезать торец в размер 1.</p> <p>2 Точить поверхность с образованием фаски в размеры 2,3,4,5,6,7.</p> <p>3 Точить фасонную поверхность в размеры 8,9,10.</p>	

1	2	3	4												
	5	Проточить канавки в размеры 1,2,3,4,5,6,7.	 <p>Technical drawing showing a gear blank with dimensions 1-7 and surface finish Ra 2.5. Dimension 1 is 25.8^{+0.1}, dimension 2 is 3^{+0.25}, dimension 3 is 7^{-0.74}, dimension 4 is 0.75, dimension 5 is 15, dimension 6 is 15, and dimension 7 is 0.75. A surface finish of Ra 2.5 is indicated.</p>												
030	A 1	<p>Зубофрезерная</p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Фрезеровать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза.</p>	 <table border="1" data-bbox="1181 1030 1436 1265"> <tr> <td>Число зубьев</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Модуль</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Угол исходного контура</td> <td>20°</td> </tr> <tr> <td>Степень точности</td> <td>7 - C</td> </tr> <tr> <td>Кэф. коррекции зуба</td> <td>+0,257</td> </tr> <tr> <td>Высота зуба</td> <td>95</td> </tr> </table> <p>Technical drawing showing a gear tooth with dimensions 5, 6, 12, 34 and a surface finish of Ra 2.5. A circular view shows a tooth height of 24,4^{-0,08}.</p>	Число зубьев	16	Модуль	5	Угол исходного контура	20°	Степень точности	7 - C	Кэф. коррекции зуба	+0,257	Высота зуба	95
Число зубьев	16														
Модуль	5														
Угол исходного контура	20°														
Степень точности	7 - C														
Кэф. коррекции зуба	+0,257														
Высота зуба	95														
035	1 2	<p>Термическая.</p> <p>1 Поверхности, обозначенные цементировать на глубину 1,3...1,7мм</p> <p>2 Закалка+низкий отпуск. Твердость HRC≥58, ядра HB=255...388, шлиц HRC≤35</p>	 <p>Technical drawing showing a gear tooth cross-section with a chamfered tip. The text below indicates that a chamfer is allowed on one of the teeth for checking the depth of cementation and the hardness of the core.</p> <p>На одном из зубьев допускается заточка для проверки глубины цементации и твердости ядра</p>												

040	<p>Токарная</p> <p>А Установить и снять заготовку.</p> <p>1 Точить фаску в размер 2</p> <p>Б Переустановить деталь</p> <p>2 Подрезать торец в размер 1.</p> <p>3 Точить фаску в размер 3.</p>																	
045	<p>Протяжная</p> <p>А Установить и снять заготовку.</p> <p>1 Протянуть шлицевое отверстие в размеры 1,2,3.</p>																	
050	<p>Круглошлифовальная</p> <p>А Установить и снять заготовку.</p> <p>1 Шлифовать торец в размер 30 мм.</p> <p>2 Шлифовать $\phi 70^{+0,021}_{+0,002}$, торец в размер $29^{+0,5}$.</p> <p>3 Шлифовать торец в размер $106_{-0,22}$.</p>																	
055	<p>Зубошлифовальная</p> <p>А Установить и снять заготовку.</p> <p>1 Шлифовать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза.</p>	<table border="1" data-bbox="1193 1480 1442 1688"> <tbody> <tr> <td>Число зубьев</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Модуль</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Угол исходного контура</td> <td>20°</td> </tr> <tr> <td>Кэф. коррекции зуба</td> <td>0,257</td> </tr> <tr> <td>Кэф. высоты зуба</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>Степень точности</td> <td>7 - C</td> </tr> <tr> <td>Высота головки зуба</td> <td>5,285</td> </tr> <tr> <td>Полная высота зуба</td> <td>9,5</td> </tr> </tbody> </table>	Число зубьев	16	Модуль	5	Угол исходного контура	20°	Кэф. коррекции зуба	0,257	Кэф. высоты зуба	0,8	Степень точности	7 - C	Высота головки зуба	5,285	Полная высота зуба	9,5
Число зубьев	16																	
Модуль	5																	
Угол исходного контура	20°																	
Кэф. коррекции зуба	0,257																	
Кэф. высоты зуба	0,8																	
Степень точности	7 - C																	
Высота головки зуба	5,285																	
Полная высота зуба	9,5																	
060	<p>Моечная</p>																	
065	<p>Контрольная</p>																	

Для обработки самой точной поверхности детали рассчитываем необходимое (достаточное) количество операций (переходов) по коэффициенту уточнения.

Необходимое общее уточнение рассчитываем по формуле

$$\varepsilon_0 = \frac{T_{заг}}{T_{дет}},$$

где $T_{заг}$ – допуск заготовки, мм;

$T_{дет}$ – допуск на изготовление детали, мм.

Допуск заготовки на круг по ГОСТ 2590-2016 $\varnothing 100 \left(\begin{smallmatrix} +0,4 \\ -1,7 \end{smallmatrix} \right)$ мм.

$$T_{заг} = 2,1 \text{ мм},$$

Допуск на изготовление детали $\varnothing 70 \left(\begin{smallmatrix} +0,021 \\ +0,002 \end{smallmatrix} \right)$

$$T_{дет} = 0,019 \text{ мм}.$$

$$\text{Отсюда } \varepsilon_0 = \frac{2,1}{0,019} = 110,526.$$

С другой стороны, уточнение определяем как произведение уточнений, полученных при обработке поверхности на всех операциях (переходах) принятого техпроцесса:

$$\varepsilon_{пр} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdot \dots \cdot \varepsilon_n = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i,$$

где ε_i – величина уточнения, полученного на i -ой операции (переходе);

n – количество принятых в техпроцессе операций (переходов) для обработки поверхности.

Промежуточные значения рассчитываем по формулам

$$\varepsilon_1 = \frac{T_{заг}}{T_1}, \varepsilon_2 = \frac{T_1}{T_2}, \varepsilon_3 = \frac{T_2}{T_3}, \varepsilon_n = \frac{T_{n-1}}{T_n},$$

где T_1, T_2, T_3, T_n – допуски размеров, полученные при обработке детали на первой, второй и т.д. операциях.

Точность обработки поверхности по принятому маршруту будет обеспечена, если соблюдается условие:

$$\varepsilon_0 \leq \varepsilon_{\text{пр}}$$

Для обработки поверхности $\varnothing 70k6$ принимаем следующий маршрут:

1. Черновое точение;
2. Чистовое точение;
3. Предварительное шлифование;
4. Тонкое шлифование.

Из справочника [2. табл.4,5] выписываем:

$$T_1 = 0,46 \text{ мм (IT13)}; T_2 = 0,074 \text{ мм (IT19)}; T_3 = 0,046 \text{ мм (IT8)},$$

Тонкое шлифование, согласно той же таблице, может обеспечивать точность по пятому качеству (IT5), хотя по чертежу детали требуется только шестой квалитет. Принимаем $T_n = 0,013$ (IT8).

Рассчитываем промежуточные значения уточнений:

$$\varepsilon_1 = \frac{2,1}{0,46} = 4,56, \quad \varepsilon_2 = \frac{0,46}{0,074} = 6,22, \quad \varepsilon_3 = \frac{0,074}{0,046} = 1,6, \quad \varepsilon_{n4} = \frac{0,046}{0,013} = 3,54$$

Определяем общее уточнение для принятого маршрута обработки:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 4,56 \cdot 6,22 \cdot 1,6 \cdot 3,54 = 160,06$$

Полученное значение $\varepsilon_{\text{пр}}$ показывает, что при принятом маршруте точность обработки поверхности $\varnothing 70k6$ обеспечивается, так как:

$$\varepsilon_0 \leq \varepsilon_{\text{пр}} \quad (110,526 \leq 160,06)$$

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

Деталь «шестерня». Базирование заготовки осуществлялось по поверхностям $\varnothing 90,57$ и $\varnothing 70$. Материал: сталь 12ХНЗА. Заготовка - прокат.

Соответственно заданным условиям устанавливаем маршрут обработки наиболее точно обрабатываемой ступени $\varnothing 70k6 \left(\begin{matrix} +0,021 \\ +0,002 \end{matrix} \right)$:

- черновое точение;
- чистовое точение;
- предварительное шлифование;

- чистовое шлифование.

Точность и качество поверхности сортового проката после механической обработки обеспечивается следующим способом обработки, согласно [1. табл.5]:

Таблица 1.6 – Качество поверхности

Наружная поверхность	Ø70k6		
	Квалитет	$R_z, \text{мкм}$	$h, \text{мкм}$
Черновое точение	12	63	60
Чистовое точение	10	32	30
Предварительное шлифование	8	10	20
Тонкое шлифование	6	0,8	2

Расчет суммарного значение пространственных отклонений:

Качество поверхности сортового проката $R_z = 200$ мкм, $h = 300$ мкм.

Суммарное значение пространственных отклонений для штампованных поковок типа ступенчатых валов при обработке в центрах:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_{\text{ц}}^2} \quad [1.\text{стр.178}]$$

где Δ – погрешность формы заготовки (коробление, изогнутость, биение), оставшаяся с предшествующего перехода, мкм;

$\Delta_{\Sigma k}$ – общее отклонение оси от прямолинейности,

$$\Delta_{\Sigma k} = 2\Delta_k \cdot l_k,$$

Где l_k – размер от сечения, для которого определяется кривизна, до ближайшего наружного торца.

Δ_k – удельная кривизна в мкм на 1 мм длины;

В маршруте предусмотрена правка заготовки на прессе, после которой

$$\Delta_k = 4 \quad [1.\text{табл.4}]$$

Средний диаметр, который необходимо знать для выбора Δ_k , определяется как:

$$D_{\text{ср}} = \frac{D_1 l_1 + D_2 l_2 + \dots + D_n l_n}{l} = \frac{70 \cdot 29 + 82 \cdot 5 + 68 \cdot 32 + 90,57 \cdot 40}{106} = 77,72 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\Sigma_k} = 0,5 \cdot 4 \cdot 29 = 58 \text{ мкм},$$

$\Delta_{\text{ц}}$ - погрешность центрирования (установка в центрах):

$$\Delta_{\text{ц}} = 0,25\sqrt{T^2 + 1^2} \quad [4.\text{стр.178}]$$

где, T - допуск на размер базовой поверхности при зацентрировании,

$$\delta = 2100 \text{ мкм}, \quad \begin{pmatrix} +0,4 \\ -1,7 \end{pmatrix}$$

$$\Delta_{\text{ц}} = 0,25\sqrt{2100^2 + 1^2} = 525 \text{ мкм},$$

$$\text{Тогда } \rho = \sqrt{58^2 + 525^2} = 525 \text{ мкм}.$$

Остаточная величина пространственных отклонений:

а) черновое точение $\Delta_1 = K_y \cdot \rho = 0,06 \cdot 525 = 32 \text{ мкм};$

б) чистовое точение $\Delta_2 = K_y \cdot \rho = 0,04 \cdot 525 = 21 \text{ мкм};$

в) предварительное шлифование $\Delta_3 = K_y \cdot \rho = 0,03 \cdot 525 = 16 \text{ мкм};$

г) тонкое шлифование $\Delta_4 = K_y \cdot \rho = 0,02 \cdot 525 = 11 \text{ мкм},$

где 0,06, - 0,02 – коэффициенты уточнения для чернового и чистового обтачивания и шлифования соответственно. [1.табл.29]

Расчет припусков:

Минимальный припуск на наружный диаметр (припуск двусторонний), по формуле:

$$z_{\min} = h_{i-1} + Rz_{i-1} + \rho + \varepsilon \quad [1.\text{стр.322}]$$

где, h_{i-1} – толщина дефектного слоя (наклеп, трещины, прижоги), оставшегося с предшествующего перехода, мкм;

Rz_{i-1} – высота микронеровностей, оставшихся с предшествующего перехода, мкм;

1. черновое точение: $2z_{\min 1} = 2 \cdot (200 + 300 + 525) = 2050 \text{ мкм};$

2. чистовое точение: $2z_{\min 2} = 2 \cdot (63 + 60 + 32) = 310 \text{ мкм};$

3. черновое точение: $2z_{\min 3} = 2 \cdot (32 + 30 + 21) = 166 \text{ мкм};$

4. чистовое точение: $2z_{\min 4} = 2 \cdot (10 + 20 + 11) = 82 \text{ мкм};$

Графа «Расчетный размер» заполняется, начиная с конечного размера путем прибавления расчетного припуска каждого технологического перехода:

$$d_{p4} = 70,021 + 0,082 = 70,103 \text{ мм};$$

$$d_{p3} = 70,103 + 0,166 = 70,269 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 70,269 + 0,310 = 70,579 \text{ мм};$$

$$d_{p1} = 70,579 + 2,05 = 72,629 \text{ мм}.$$

Наименьшие предельные размеры заносим в таблицу.

Максимальный припуск на наружную поверхность:

$$Z_{max1} = Z_{min1} + TD_i \text{ [4.стр.176]}$$

Допуски [4.табл.32]:

где $TD_{заг} = 2100$ мкм - допуск на размер диаметра заготовки;

$TD_1 = 300$ мкм - допуск на размер при черновом точении до 12 квалитета;

$TD_2 = 120$ мкм - допуск на размер при чистовом точении до 10 квалитета;

$TD_3 = 46$ мкм - допуск на размер при черновом точении до 8 квалитета;

$TD_4 = 19$ мкм – допуск на размер при чистовом точении до 6 квалитета;

Тогда наибольшие предельные размеры по переходам:

$$70,103 + 0,019 = 70,122 \text{ мм};$$

$$70,269 + 0,046 = 70,315 \text{ мм};$$

$$70,579 + 0,12 = 70,699 \text{ мм};$$

$$72,629 + 0,3 = 70,999 \text{ мм};$$

$$72,629 + 2,1 = 74,729 \text{ мм}.$$

Расчет фактических максимальных и минимальных припусков производим. Вычитая соответственно значения наибольших и наименьших предельных размеров, соответствующих выполняемому и предшествующему технологическим переходам:

Максимальные припуски Z_{max}

$$70,315 - 70,021 = 0,294 \text{ мм};$$

$$70,699 - 70,315 = 0,384 \text{ мм};$$

$$70,999 - 70,699 = 0,3 \text{ мм};$$

$$74,729 - 70,999 = 3,73 \text{ мм}$$

Минимальные припуски z_{min}

$$70,103 - 70,002 = 0,101 \text{ мм};$$

$$70,269 - 70,103 = 0,166 \text{ мм};$$

$$70,579 - 70,269 = 0,31 \text{ мм};$$

$$72,629 - 70,579 = 2,05 \text{ мм}.$$

Общие припуски:

$$z_{o \max} = 4,414 \text{ мм} = 4\,414 \text{ мкм};$$

$$z_{o \min} = 2,526 \text{ мм} = 2\,526 \text{ мкм}.$$

Определяем номинальный припуск:

$$z_{\text{НОМ}} = z_{\min} + H_z - H_d = 2,526 - 1,7 + 0,002 = 0,828 = 0,83 \text{ мм};$$

$$d_{\text{НОМ}} = 70,002 + 2 \cdot 0,0828 = 71,658 = 71,7 \text{ мм}.$$

Проверка правильности выполненных расчетов:

$$z_{o \max} - z_{o \min} = TD_{\text{заг}} - TD_{\text{дет}} = 4360 - 2180 = 2200 - 20 \text{ мкм}$$

Расчет выполнен верно. Результаты заносим в таблицу в сотых долях.

Таблица 1.7 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности $\varnothing 70k6$

Технологи- ческие переходы	Элементы припуска, мкм			Расчет- ный припуск, мкм	Расчет- ный размер d_p , мм	Допу- ск δ , мкм	Предельные размеры, мм		Предельны е значения, мкм	
	R_z	T_d	ρ				d_{\max}	d_{\min}	z_{\max}	z_{\min}
Заготовка	200	300	525	-	72,63	2100	74,73	72,63	-	-
Черновое точение	63	60	32	2·1000	70,58	300	72,63	70,27	3,73	2,05
Чистовое точение	32	30	21	2·300	70,63	120	70,63	70,58	0,31	0,3
Предварит шлифов.	10	20	16	2·166	70,31	46	70,58	70,10	0,38	0,17
Чистовое шлифов.	0,8	2	11	2·46	70,17	19	70,10	70,02	0,3	0,10

На остальные поверхности назначаем припуски по ГОСТ 7505-89:

Таблица 1.8 – Размеры заготовки

Размер	Припуск	Допуск	Размер заготовки
$\varnothing 70k6$	2,4	$\begin{pmatrix} +1,4 \\ -0,8 \end{pmatrix}$	74,73
$\varnothing 90,57h11$	2,4	$\begin{pmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{pmatrix}$	93,75
$\varnothing 68$	2·1,8	$\begin{pmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{pmatrix}$	70,8
26	2·1,9	$\begin{pmatrix} +1,4 \\ -0,8 \end{pmatrix}$	29,6
40	2·1,8	$\begin{pmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{pmatrix}$	45,4
43	2·2,0	$\begin{pmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{pmatrix}$	47,8
5	2·2,0	$\begin{pmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{pmatrix}$	8,3

1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки.

Выбор станков для проектируемого технологического процесса производится, когда каждая операция предварительно разработана. Выбраны: метод обработки поверхности; точность и классы чистоты поверхностей; припуск на обработку; режущий инструмент; такт выпуска и тип производства.

005 Отрезная операция.

Таблица 1.9 – Технические характеристики отрезного станка 8Г662

Наименование параметра	Значение
Класс точности станка	H
Диаметр пилы, устанавливаемой на станке по ГОСТ 4047-82, мм	710, 800
Диаметр устанавливаемой заготовки, мм	80..240, 80..280
Наибольшая длина заготовки, мм	6000
Угол отрезки, град	90
Наибольшее перемещение бабки пильного диска, мм	360
Частота вращения шпинделя (50 Гц), об/мин	2,99..16,85
Количество скоростей шпинделя	6
Скорость подачи заготовки, м/мин	5

Количество электродвигателей на станке автомате	5
Суммарная мощность электродвигателей установленных на станке, кВт	10,32
Габариты станка (длина ширина высота), мм	2640 × 2400 × 1585
Масса станка, кг	3760

Выбор режущего инструмента.

Пила дисковая с сегментами из быстрорежущей стали для металла ГОСТ 4047-82 , P18, D = 630 мм., d = 80 мм., В = 6,5мм., число сегментов 20, число зубьев - 80,120,160, при числе зубьев на каждом сегменте 4, 6 и 8 соответственно. [2. табл. 87, стр. 182]

010 Токарная операция.

Таблица 1.10 – Технические характеристики станка 1П365

Наименование параметра	Значение
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной, мм	500
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над поперечным суппортом, мм	320
Высота центров, мм	250
Расстояние от торца шпинделя до револьверной головки, мм	275..1000
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	80
Пределы чисел оборотов шпинделя, об/мин	34..1500
Наибольшее перемещение поперечного суппорта продольное/поперечное, мм	725/ 310
Количество электродвигателей на станке, кВт	3
Электродвигатель главного привода, кВт	13
Электродвигатель ускоренных продольных подач, кВт	1,7
Электродвигатель насоса охлаждения, кВт	0,125
Габаритные размеры станка (длина, ширина, высота), мм	3430 x 1500 x 655
Масса станка, кг	3900

Выбор режущего инструмента.

Первое сверло.

Сверло из быстрорежущей стали с коническим хвостовиком, нормальное ГОСТ 10903-77.

Диаметр $D = 25$ мм. Общая длина сверла $L = 281$ мм. Длина режущей части $l = 160$ мм. Форма заточки - нормальная с подточкой поперечной кромки [2. стр.150.табл.42]

Второе сверло.

Сверло из быстрорежущей стали с коническим хвостовиком, нормальное ГОСТ 10903-77. Диаметр $D = 42$ мм. Общая длина сверла $L = 354$ мм. Длина режущей части $l = 205$ мм. Форма заточки - нормальная с подточкой поперечной кромки. [2. стр. 150.табл. 42]

Резец токарный расточной для сквозных отверстий с углом в плане $\varphi = 60^\circ$, с пластижкой из твердого сплава (Т15К6), правый, $25 \times 25 \times 240$ ГОСТ 18882-73 [2.стр.123.табл.13]

Резец токарный проходной упорный отогнутый правый с углом в плане $\varphi = 90^\circ$, с пластижкой из твердого сплава (Т15К6) $25 \times 20 \times 140$ ГОСТ 18879-73. [2.стр.120.табл.6]

020, 045 Протяжная.

Таблица 1.11 – Технические характеристики станка 7Б66

Наименование параметра	Значение
Номинальная тяговая сила, кН	200
Ширина стола, мм	450
Расстояние от салазок до оси отверстия в столе, мм	210
Наибольшая длина хода салазок, мм	1250
Скорость рабочего хода протяжки, м/мин	1,5 - 13
Рекомендуемая скорость обратного хода протяжки, м/мин	20
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	30
Габариты станка (длина ширина высота), мм	3866 × 1395 × 4555
Масса станка, кг	11440

Выбор режущего инструмента.

Протяжка для десятишлицевых отверстий с прямобочным профилем с центрированием по внутреннему диаметру. Размеры – d - 10×45H8×50×8H11
ГОСТ 25973-90

025, 040 Токарная.

Таблица 1.12 – Технические характеристики станка 16K20

Наименование параметра	Значение
Класс точности по ГОСТ 8-82	H
Наибольший диаметр заготовки устанавливаемой над станиной, мм	400
Высота оси центров над плоскими направляющими станины, мм	215
Наибольший диаметр заготовки обрабатываемой над суппортом, мм	220
Наибольшая длина заготовки, устанавливаемой в центрах (РМЦ), мм	2000
Наибольшее расстояние от оси центров до кромки резцедержателя, мм	225
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	52
Наибольшее перемещение резцовых салазок, мм	150
Электродвигатель главного привода, кВт	11
Электродвигатель привода быстрых перемещений, кВт	0,12
Электродвигатель насоса СОЖ, кВт	0,125
Габариты станка (длина ширина высота) РМЦ=1000, мм	2795 × 1190 × 1500
Масса станка, кг	3010

Выбор режущего инструмента. (операция 025)

Резец токарный проходной упорный отогнутый правый с углом в плане $\varphi = 90^\circ$, с пластижкой из твердого сплава (Т15К6) 25×20×140 ГОСТ 18879-73. Резец токарный прорезной фасонный с пластижкой из твердого сплава, 2154-4022. Резец токарный прорезной фасонный с пластижкой из твердого сплава, РА 9315-528. Резец токарный прорезной с пластижкой из твердого сплава, 2126-4002 [2.стр.120.табл.6]

Выбор режущего инструмента. (операция 040)

Резец токарный проходной упорный отогнутый правый с углом в плане $\varphi = 90^\circ$, с пластинкой из твердого сплава (Т15К6) 25×20×140 ГОСТ 18879-73 [2.стр.120.табл.6]

030 Зубофрезерная

Таблица 1.13 – Технические характеристики станка 53А30П

Наименование параметра	Значение
Класс точности станка по ГОСТ 8-82 и ГОСТ 659-78	П
Наибольший модуль нарезаемого колеса, мм	6
Наибольший диаметр нарезаемых цилиндрических прямозубых колес (0°) с задней стойкой (с контрподдержкой), мм	320
Диаметр стола, мм	250
Расстояние между осями стола и фрезы, мм	30..250
Расстояние от плоскости стола и оси фрезы, мм	160..410
Наибольшая длина горизонтального перемещения стола (шпинделя изделия), мм	220
Наибольшее вертикальное перемещение фрезерного суппорта, мм	250
Количество электродвигателей, установленных на станке	5
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	8,42/ 11,72
Габаритные размеры станка (длина x ширина x высота), мм	2300 x 1100 x 1950
Масса станка с электрооборудованием и охлаждением, кг	6200

Выбор режущего инструмента.

Фреза червячная модульная однозаходная для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем, цельная общего назначения типа 2, класса точности А, модуль $m = 5$ мм, ГОСТ 9324-80 [2. стр.193.табл.106]

050 Шлифовальная

Таблица 1.14 – Технические характеристики станка 3Б161

Наименование параметра	Значение
Класс точности по ГОСТ 8-82	П
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм	280
Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм	1000

Расстояние от оси шпинделя передней бабки до зеркала стола (высота центров), мм	150
Наибольшая масса обрабатываемого изделия, кг	40
Наибольшая длина перемещения стола, мм	920
Наибольший/ наименьший диаметр шлифовального круга, мм	600..450
Наибольшая ширина (высота) шлифовального круга, мм	63
Частота вращения шпинделя шлифовальной бабки, об/мин	1112, 1272
Частота вращения изделия (бесступенчатое регулирование), об/мин	63..400
Электродвигатель шпинделя шлифовальной бабки (Ш), кВт	7,5
Электродвигатель привода изделия (И), кВт	0,76
Электродвигатель насоса гидросистемы (Г), кВт	1,5
Электродвигатель насоса системы смазки подшипников шпинделя (С), кВт	0,08
Электродвигатель насоса системы смазки направляющих стола (1С), кВт	0,08
Электродвигатель насоса системы охлаждения (Н), кВт	0,12
Электродвигатель магнитного сепаратора (М), кВт	0,08
Габаритные размеры станка (длина x ширина x высота), мм	4100 x 2100 x 1560
Масса станка с электрооборудованием и охлаждением, кг	4500

Выбор режущего инструмента.

Круг шлифовальный общего применения прямого профиля ПП 600×63×305
14А40-НСМ1К ГОСТ 2424-83

055 Зубошлифовальная.

Таблица 1.15 – 5А841

Наименование параметра	Значение
Диаметр устанавливаемого изделия, мм	30..320
Наименьший диаметр окружности впадин, мм	30
Модуль устанавливаемого изделия, мм	1,8..8
Число зубьев устанавливаемого изделия, мм	10..200
Наибольшая ширина зубчатого прямозубого венца устанавливаемого изделия, мм	150

Расстояние между центрами суппорта, мм	175..400
Диаметр шлифовального круга (абразивного червяка), мм	260..350
Диаметр конца шлифовального шпинделя, мм	50
Число оборотов шлифовального круга, 1/мин	1920
Диаметр стола, мм	280
Ход стола, мм	30..165
Подача обката, мм/мин	6..800
Привод и электрооборудование станка	
Количество электродвигателей на станке	8
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	7,08
Габаритные размеры станка (длина x ширина x высота), мм	2850 x 2315 x 2635
Масса станка с электрооборудованием и охлаждением, кг	8000

Выбор режущего инструмента.

Круг шлифовальный общего применения с двусторонним коническим профилем 2П 250×16×76 24А40 - СМ2 К ГОСТ 2424-83.

1.8 Расчет и назначение режимов обработки.

005 Отрезная

На круглопильном станке отрезать заготовку из круглого сортового проката $D = 100 \begin{pmatrix} +0,4 \\ -1,7 \end{pmatrix}$ мм., $L = 116 \text{ Н}14(+0.87)$ мм.

Точность резки 2,5 - 4,5 мм.

На заготовке набить № детали и № плавки, используя набор клейм.

По рекомендуемой скорости резания $V = 26 - 30$ м/мин, необходимая частота вращения шпинделя. [2.табл.42]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 710} = 13,5 \text{ об/мин}$$

Сила резания

$$P = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp},$$

где коэффициенты и показатели степени выбираются по [2.стр.282 табл.41,43]

$$P = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 100^{0,86} \cdot 0,1^{0,72} \cdot 6,5^{0,3192}}{710^{0,86} \cdot 1} \cdot 1 = 8107 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_p = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{8107 \cdot 30}{1020 \cdot 60} = 3,97 \text{ кВт}$$

Мощность двигателя

$$N = \frac{N_p}{\eta} = \frac{3,97}{0,8} = 6,62, \text{ где}$$

η - КПД станка, $\eta = 0,8$

Учитывая размер заготовки, размер поставляемого проката, режимы резания, выбираю круглопильный полуавтомат 8Г662, $N = 7,5$ кВт.

010 Токарная

Деталь устанавливается в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне, с базированием по наружному диаметру (черновая база), с упором в торец.

Сверлить отверстие, первое сверло диаметр 25; второе сверло диаметр 42, чистовое растачивание до 43,8 Н11(+0,16) [4.табл.7.11]

Подрезать торец начерно с $L=116$ до $L=115_{-0,4}$ [4.табл.7.28]

Переустановить деталь.

Проточить фаску $2 \times 45^\circ$ на диаметре 43,8 для протяжки.

Сверление первым сверлом:

Глубина резания

$$t = 0,5 \cdot (D - d),$$

где D и d - диаметры отверстия до и после обработки, в мм.

Для первого сверла

$$t = 0,5 \cdot 25 = 12,5 \text{ мм.}$$

Подача

$$S = 0,38 - 0,43 \text{ мм/об [2.табл.25]}$$

Скорость резания

$$V = \frac{C_v D^{q_v}}{T^m t^{x_v} S^{y_v}} K_v,$$

где коэффициенты и показатели степени [2.табл. 1]

$$V = \frac{9,8 \cdot 25^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 12,5^0 \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 0,85 = 21,83 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения детали

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 21,83}{3,14 \cdot 25} = 278 \text{ об/мин.}$$

Крутящий момент при сверлении

$$M = 10C_m \cdot D^{q_m} \cdot S^{y_m} K_p,$$

где коэффициенты и показатели степени выбираются по табл. 32, с. 281[2]

$$M = 10 \cdot 0,0345 \cdot 25^0 \cdot 0,4^1 = 103,6 \text{ Н·м}$$

Мощность резания

$$N_p = \frac{M \cdot n}{9750};$$

$$N_p = \frac{103,6 \cdot 278}{9750} = 3 \text{ кВт}$$

Мощность двигателя

$$N = \frac{N_p}{\eta} = \frac{3}{0,8} = 3,75,$$

где η - КПД станка, $\eta = 0,8$

$$N = 5 \text{ кВт}$$

Для второго сверла

$$t = 0,5 \cdot (42 - 25) = 8,5 \text{ мм}$$

$$S = 0,8 \text{ мм/об}$$

$$V = \frac{16,2 \cdot 42^{0,4}}{90^{0,2} \cdot 8,5^0 \cdot 0,8^{0,5}} \cdot 1 = 21,4 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 21,4}{3,14 \cdot 45} = 151,4 \text{ об/мин}$$

$$M = 10 \cdot 0,09 \cdot 45 \cdot 8,5 \cdot 0,8 \cdot 1 = 232,5 \text{ Нм}$$

$$N_p = \frac{232,5 \cdot 151,4}{9750} = 3,61 \text{ кВт}$$

$$N = \frac{N_p}{\eta} = \frac{3,61}{0,8} = 4,5 \text{ кВт}$$

η - КПД станка, $\eta = 0,8$

$$N = 5 \text{ кВт}$$

В силу того, что при подрезке торца припуск на обработку небольшой, расчет режимов резания не производим.

По техническим характеристикам выбираю-токарно-револьверный станок 1ПЗ65 $N = 13$ кВт.

020 Протяжная

Шлицевой протяжкой на вертикально протяжном станке 7Б66 протянуть отверстие за два прохода, с применением СОЖ, с 43,8 до $d = 44,5\text{Н}8$,

$$D = 50,65\text{Н}10, b = 7,6\text{Н}11.$$

Базирование по отверстию, со сферической опорой.

Скорость $V = 2$ м/мин. для легированных сталей и улучшения качества обработанной поверхности. [1.стр.339]

Подача на зуб;

$$S_z = 0,1 \text{ мм}$$

Расчётная скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S_z^{y_x}},$$

где T – стойкость протяжки; назначаем $T = 300$ мин,

$$C_v = 7,7; \quad m = 0,87; \quad y_x = 1,4;$$

$$V = \frac{7,7}{300^{0,87} \cdot 0,1^{1,4}} = \frac{7,7}{143 \cdot 0,039} = 1,37 \text{ м/мин};$$

Сила резания:

$$P_z = C'_p \cdot S_z^{y_p} \cdot b \cdot z \cdot n \cdot K_h \cdot K_{\text{жс}} \cdot K_L \cdot K_\gamma$$

где $C'_p = 177$; $y_p = 0,85$; $S_z = 0,1$ мм; $b = 7,6$; $n = 1$; $l = 115$ мм,

$$Z = \frac{l}{t_p} + 1 = \frac{115}{13,4} + 1 = 9,58, \quad t_p = 125\sqrt{l} = 1,25 \cdot 10,72 = 13,4,$$

$K_h; K_{ж}; K_L; K_\gamma$ - коэффициенты, характеризующие влияние соответственно износа, смазочно - охлаждающей жидкости заднего и переднего углов.

$$K_h = 1,0; K_L = 1,0; K_\gamma = 1,0;$$

$$K_{ж} = 1,13 \text{ (охлаждение эмульсолам)}$$

$$P_z = 177 \cdot 0,1^{0,85} \cdot 7,6 \cdot 9,58 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,13 \cdot 1 \cdot 1 = 2057 \text{ кгс};$$

По паспорту станка $P_{ст} = 10000$ кгс, то расчёт верен.

Эффективная мощность.

$$N_э = \frac{P_z \cdot V}{10,2 \cdot 60} = \frac{2057 \cdot 1,37}{10,2 \cdot 60} = 4,6 \text{ кВт};$$

Потребляемая мощность.

$$N_{ном} = \frac{N_э}{\eta} = \frac{4,6}{0,9} = 5,1 \text{ кВт};$$

где $\eta = 0,9$ - КПД станка по паспорту.

025 Токарная

Подрезать необработанный торец (черновое точение) с $\varnothing 100$ мм до $\varnothing 58$ мм,

$l = 5$ мм, проточить наружный диаметр с $\varnothing 100$ мм до $\varnothing 90,57$ h6, $L=110$ мм за два прохода (первый проход - черновое точение до $\varnothing 91,07$), проточить фаску $2,2 \times 45^\circ$ на $\varnothing 90,57$ мм (с учетом припуска на шлифовку). [5.табл.35].

Для расчета принимаю максимальную глубину резания - при черновой обработке, равную всему припуску на обработку или большей его части.

$$t = 5 \text{ мм.}$$

Подача

$$S = 0,5 - 1,1 \text{ мм/об [2.табл.11]}$$

коэффициенты и показатели степени выбираются по табл. 1, 2, 5, 6, 7, 17, с. 261-269 [2]

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 0,81 = 84,8 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 84,8}{3,14 \cdot 90} = 300, \text{ по паспорту выбираем } 315 \text{ об/мин.}$$

Сила резания

$$P_z = 10C_p t^x S_z^y V^n K_p,$$

где коэффициенты и показатели степени выбираются по табл. 22 с.269 [2]

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5 \cdot 0,7 \cdot 84,8 \cdot 0,8 = 5897,3 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N = \frac{5897,3 \cdot 84,8}{1020 \cdot 60} = 6,5 \text{ кВт}$$

030 Зубофрезерная

Установка на жесткой оправке с креплением по торцу 2 детали.

Базирование по торцу и внутреннему диаметру.

Фрезеровать зубья $m = 5$, $z = 16$, длина общей нормали - $24,4_{-0,08}$, припуск на шлифование зубьев - $0,16$ мм. [4.табл.7.31]

Глубина резания

Черновую обработку производят за один проход.

$$t = 7,5 \text{ мм.}$$

$$S = 2,6 - 3 \text{ мм/об.}$$

$$V = \frac{312}{240^{0,33} \cdot 2,8^{0,5} \cdot 3^{0,5}} \cdot 0,9 = 27,5 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 27,5}{3,14 \cdot 90} = 100$$

$$N = 10 \cdot 124 \cdot 2,8 \cdot 3 \cdot 90,57 \cdot 16 \cdot 27,5 \cdot 1,1 = 0,7 \text{ кВт}$$

Выбираю вертикальный зубофрезерный полуавтомат 53А30.

045 Протяжная

Подача на зуб;

$$S_z = 0,1 \text{ мм}$$

Расчётная скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S_z^{y_x}},$$

где T – стойкость протяжки; назначаем $T = 300$ мин,

$$C_v = 7,7; \quad m = 0,87; \quad y_x = 1,4;$$

$$V = \frac{7,7}{300^{0,87} \cdot 0,1^{1,4}} = \frac{7,7}{143 \cdot 0,039} = 1,37 \text{ м/мин};$$

Сила резания:

$$P_z = C'_p \cdot S_z^{y_p} \cdot b \cdot z \cdot n \cdot K_h \cdot K_{жс} \cdot K_L \cdot K_\gamma,$$

где $C'_p = 177$; $y_p = 0,85$; $S_z = 0,1$ мм; $b = 8$; $n = 1$; $l = 115$ мм,

$$Z = \frac{l}{t_p} + 1 = \frac{115}{13,4} + 1 = 9,58, \quad t_p = 125\sqrt{l} = 1,25 \cdot 10,72 = 13,4,$$

$K_h; K_{жс}; K_L; K_\gamma$ - коэффициенты, характеризующие влияние соответственно износа, смазочно - охлаждающей жидкости заднего и переднего углов.

$$K_h = 1,0; K_L = 1,0; K_\gamma = 1,0;$$

$$K_{жс} = 1,13 \text{ (охлаждение эмульсолам)}$$

$$P_z = 177 \cdot 0,1^{0,85} \cdot 8 \cdot 9,58 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,13 \cdot 1 \cdot 1 = 2165 \text{ кгс};$$

По паспорту станка $P_{ст} = 10000$ кгс, то расчёт верен.

Эффективная мощность.

$$N_э = \frac{P_z \cdot V}{10,2 \cdot 60} = \frac{2165 \cdot 1,37}{10,2 \cdot 60} = 4,84 \text{ кВт};$$

Потребляемая мощность.

$$N_{ном} = \frac{N_э}{\eta} = \frac{4,84}{0,9} = 5,37 \text{ кВт};$$

где $\eta = 0,9$ - КПД станка по паспорту.

050 Круглошлифовальная

Круглое наружное шлифование

Скорость круга

$$V_k = 30 - 35 \text{ м/сек}$$

Скорость детали окружная

$$V_d = 35 - 50 \text{ м/мин}$$

Подача радиальная

$$S_p = 0,0025 - 0,0075 \text{ мм/об.детали}$$

Эффективная мощность

$$N = 0,14 \cdot 40 \cdot 0,005 \cdot 70 \cdot 26 = 0,81 \text{ кВт}$$

Плоское шлифование

$$V_k = 25 - 30 \text{ м/сек}$$

$$V_d = 10 - 40 \text{ м/мин}$$

Глубина шлифования

$$t = 0,005 \text{ мм}$$

$$N = 0,7 \cdot 25 \cdot 0,005 \cdot 90,57 = 6,5 \text{ кВт}$$

Выбираю - круглошлифовальный станок 3Б161

1.9 Нормирование технологического процесса.

005 Отрезная операция.

Основное технологическое время

$$T_o = 0,00019 \cdot D = 0,00019 \cdot 100 = 1,9 \text{ мин. [3.прил.1]}$$

Штучно-калькуляционное время

$$T_{шк} = \varphi \cdot T_o,$$

где T_o – основное время,

φ - коэффициент серийности. Для станков разрезной группы мелкосерийного производства $\varphi = 1,72$ [3.прил.1]

$$T_{шк} = 1,72 \cdot 1,9 = 3,27 \text{ мин.}$$

010 Токарная операция.

Основное технологическое время

$$T_o = T_{oc} + T_{orc} + T_{op} + T_{om} + T_{of},$$

где T_{oc} - сверления (первое сверло), $T_{oc} = 0,00052 \cdot d \cdot l$,

T_{orc} - рассверливания (второе сверло), $T_{orc} = 0,00031 \cdot d \cdot l$,

T_{op} - растачивания, $T_{op} = 0,00018 \cdot d \cdot l$,

T_{om} - черновая подрезка торца, $T_{om} = 0,00037 \cdot (D - d)$,

T_{of} - точения фаски, $T_{of} = 0,000017 \cdot d \cdot l$,

D - наружный диаметр.

d - внутренний диаметр

l - длина обрабатываемой поверхности

$$T_o = 0,00052 \cdot 25 \cdot 116 + 0,00031 \cdot 42 \cdot 116 + 0,00018 \cdot 43,7 \cdot 116 + 0,00037 \cdot$$

$$\cdot (100^2 - 43,7^2) + 0,000017 \cdot 43,7 \cdot 2 = 6,92 \text{ мин.}$$

Штучно - калькуляционное время

$$T_{\text{штк}} = \varphi \cdot T_o,$$

где T_o – основное время,

$\varphi = 1,98$ для токарно-револьверных станков

$$T_{\text{штк}} = 1,98 \cdot 6,92 = 13,7 \text{ мин.} \quad [3.\text{прил.1}]$$

015 Термическая.

Для улучшения обрабатываемости детали провести термообработку. Для легированной стали – закалка + высокий отпуск (улучшение) до НВ 217. (Как показала практика, значительно увеличивается долговечность протяжки).

020 Протяжная.

Основное технологическое время.

$$T_o = \frac{l_n}{V},$$

где l_n - длина протяжки, $l_n = 1,1$ м.

$$T_o = \frac{1,1}{1,37} = 0,8 \text{ мин.}$$

Штучно - калькуляционное время

$$T_{\text{штк}} = \varphi \cdot T_o,$$

где $\varphi = 1,55$ для протяжных станков, [3.прил.1]

T_o – основное время,

$$T_{\text{штк}} = 1,55 \cdot 0,8 = 1,24 \text{ мин.}$$

025 Токарная.

Основное технологическое время.

$$T_o = 0,00037 \cdot (100^2 - 58^2) + 0,00017 \cdot 100 \cdot 110 + 0,00017 \cdot 91,07 \cdot 110 + \\ + 0,000017 \cdot 90,57 \cdot 2,2 = 4,3 \text{ мин.}$$

Штучно - калькуляционное время

$$T_{\text{штк}} = \varphi \cdot T_o,$$

где $\varphi = 2,14$ для токарных станков

T_o – основное время,

$$T_{\text{шк}} = 2,14 \cdot 4,3 = 9,25 \text{ мин.} \quad [3.\text{прил.1}]$$

Основное технологическое время.

$$T_o = 0,00052 \cdot (90,57^2 - 44,4^2) + 0,00017 \cdot 90,57 \cdot 64 + 0,00017 \cdot 82 \cdot 29,4 + 0,0001 \cdot 71 \cdot 29,4 + 0,000017 \cdot 1,6 \cdot 70,6 + 0,000017 \cdot 1 \cdot 50,65 = 4,8 \text{ мин.}$$

Штучно - калькуляционное время

где $\varphi = 2,14$ для токарных станков,

T_o – основное время,

$$T_{\text{шк}} = 4,8 \cdot 2,14 = 10,3 \text{ мин.} \quad [3.\text{прил.1}]$$

Проточить канавку с $\varnothing 82$ до $\varnothing 68h14$, с радиусами закругления $R = 10$ и $R = 4$, $L = 35$ мм.

Основное технологическое время.

$$T_o = D \cdot l,$$

где D - наружный диаметр,

l - длина обрабатываемой поверхности,

$$T_o = 0,00017 \cdot 82 \cdot 35 = 0,49 \text{ мин.}$$

Штучно - калькуляционное время

$$T_{\text{шк}} = \varphi \cdot T_o,$$

где $\varphi = 2,14$ для токарных станков,

T_o – основное время,

$$T_{\text{шк}} = 2,14 \cdot 0,49 = 1 \text{ мин.} \quad [3.\text{прил.1}]$$

Проточить канавки на посадочной поверхности под подшипник:

1 - для выхода шлифовального круга $\varnothing 70,6$ по ГОСТ 8820-69

2 - для стопорного кольца $\varnothing 67h14$, $L = 3H14$

Основное технологическое время.

$$T_o = 0,00063 \cdot (D^2 - d^2) \cdot 2$$

$$T_o = 0,00063 \cdot (70,6^2 - 67^2) \cdot 2 = 0,6 \text{ мин.}$$

Штучно - калькуляционное время

$$T_{\text{шк}} = \varphi \cdot T_o,$$

где $\varphi = 2,14$ для токарных станков,

T_o – основное время,

$$T_{шк} = 2,14 \cdot 0,6 = 1,28 \text{ мин.} \quad [3.\text{прил.1}]$$

030 Зубофрезерная.

Основное технологическое время.

$$T_o = 0,0022 \cdot D \cdot b,$$

где D - диаметр колеса,

b - длина зуба.

$$T_o = 0,0022 \cdot 90,57 \cdot 40 = 8,0 \text{ мин.}$$

Штучно - калькуляционное время

$$T_{шк} = \varphi \cdot T_o,$$

где $\varphi = 1,66$ для зуборезных станков,

T_o – основное время,

$$T_{шк} = 1,66 \cdot 8 = 13,28 \text{ мин.} \quad [3.\text{прил.1}]$$

035 Термообработка.

Цементировать зубья на глубину 1,3...1,7мм. Длина общей нормали после термообработки - $24,4^{+0,05}_{-0,15}$

040 Токарная.

Деталь устанавливается в трехкулачковом самоцентрирующем патроне, с базированием по наружному диаметру - посадочное место под подшипник.

Отрезать буртик $\varnothing 58$, $L = 5$, снять фаску $\varnothing 51^{+1}$, $\alpha = 30^\circ$.

Переустановить деталь, снять фаску $\varnothing 51^{+1}$, $\alpha = 30^\circ$

Основное технологическое время.

$$T_o = 0,00037 \cdot (58^2 - 44,4^2) + 0,000017 \cdot 51 \cdot 2 \cdot 2 = 0,6 \text{ мин.}$$

Штучно - калькуляционное время

$$T_{шк} = \varphi \cdot T_o,$$

где $\varphi = 2,14$ для токарных станков,

T_o – основное время,

$$T_{шк} = 2,14 \cdot 0,6 = 1,28 \text{ мин.} \quad [3.\text{прил.1}]$$

045 Протяжная.

Основное технологическое время.

$$T_o = \frac{l_n}{V},$$

где l_n - длина протяжки, $l_n = 1,1$ м.

$$T_o = \frac{1,1}{1,37} = 0,8 \text{ мин.}$$

Штучно - калькуляционное время

$$T_{шк} = \varphi \cdot T_o,$$

где $\varphi = 1,55$ для протяжных станков, [3.прил.1]

T_o – основное время,

$$T_{шк} = 1,55 \cdot 0,8 = 1,24 \text{ мин.}$$

050 Шлифовальная.

Основное технологическое время.

$$T_o = 0,007 \cdot (d + D) + 0,00015 \cdot d \cdot l,$$

d - внутренний диаметр,

l - длина обрабатываемой поверхности,

D - наружный диаметр,

$$T_o = 0,007 \cdot (70 + 90,57) + 0,00015 \cdot 70 \cdot 26 = 1,4 \text{ мин.}$$

Штучно - калькуляционное время

$$T_{шк} = \varphi \cdot T_o,$$

где $\varphi = 2,10$ для круглошлифовальных станков [3.прил.1]

T_o – основное время,

$$T_{шк} = 2,1 \cdot 1,4 = 2,94 \text{ мин.}$$

055 Зубошлифовальная.

Основное технологическое время.

$$T_o = 0,09 \cdot l \cdot z,$$

где l - длина зуба,

z - число зубьев,

$$T_o = 0,09 \cdot 40 \cdot 16 = 57,6 \text{ мин.}$$

Штучно - калькуляционное время

$$T_{шк} = \varphi \cdot T_o,$$

где $\varphi = 1,66$ для зубообрабатывающих станков [3.прил.1]

T_o – основное время,

$$T_{шк} = 1,66 \cdot 57,6 = 95,6 \text{ мин.}$$

060 Моечная.

Промыть деталь.

065 Контрольная.

Суммарное штучно - калькуляционное время

$$\begin{aligned} \Sigma T_{шк} &= 3,27 + 13,7 + 1,65 + 9,25 + 10,3 + 1 + 1,28 + 13,28 + 1,28 + 0,83 + 2,94 + \\ &+ 95,6 = 154,38 \text{ мин.} \end{aligned}$$

2. Конструкторская часть.

2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73.

Таблица 2.1 – Проектирование специального приспособления

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для фрезерования зубьев модуль $m_n = 5$, число зубьев $z = 16$ на зубофрезарном станке модели 53А30 - операция 030;
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки втулки;
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечивать: точную установку и надёжное закрепление заготовки шестерни, удобство установки, закрепления и снятия заготовки, а также постоянное положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента с целью получения необходимой точности и их положений относительно других поверхностей заготовки;

2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновка приспособления

Делая упор на технические заключения и начальные данные, приступаю к проектированию приспособления. Целью предоставленного раздела считается создание работоспособности в изготовлении и

отвечающему всем притязаниям систем конструкции приспособления. Месторасположение ступицы с одной стороны допускает ставить на станке 2 (две) заготовки, сокращая время на 25 – 30%.

Для выполнения принципиальной схемы и сборки приспособления, надо квалифицировать сравнительно каких плоскостей детали будет происходить ее закрепление на станке.

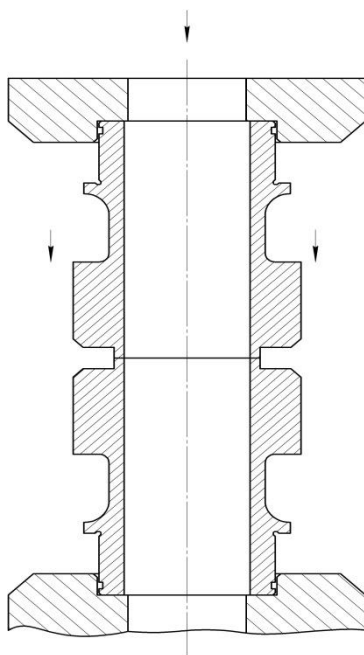


Рисунок 2.1 - Заготовки с указанием мест приложенных усилий

Для проектирования выбираю закрепление заготовки на оправке по внутреннему диаметру с ручным зажимом, для получения экономичного и простого приспособления.

В крупносерийном и массовом производстве конструкциях приспособлений ручные зажимы заменяются быстродействующими пневматическими и гидравлическими приводами, повышающими производительность и облегчающими труд рабочих.

Для центровки и закрепления заготовок, обрабатываемых на зуборезных и зубоотделочных станках, применяются разнообразные оправки и другие центрирующие устройства.

В зависимости от конфигурации зубчатых колес приспособления могут быть разделены на подгруппы:

- 1) для обработки колес со ступицей;
- 2) для плоских колес;
- 3) для двух и многовенцовых блоков;
- 4) для зубчатых валиков и т. п.

2.3 Конструирование и расчёт функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров

На конструкцию приспособления непосредственное влияние оказывают также размеры зубчатых колес, степень их точности, форма и размеры базовых поверхностей, а также посадочных мест стола или шпинделя станка, с которыми приспособления сопрягаются.

В зависимости от длины ступицы и общей конфигурации зубчатого колеса основной установочной базой может быть отверстие или торцовая поверхность ступицы, или обода. При длинном отверстии оно, обычно, принимается за основную базу (четыре опорные точки), тогда торец используется в качестве дополнительной базы с одной опорной точкой. У плоских колес и зубчатых венцов основной базой является торцовая поверхность (три опорные точки), а отверстие служит дополнительной базой (две точки). В этом случае, центрирование должно выполняться по узкому цилиндрическому участку.

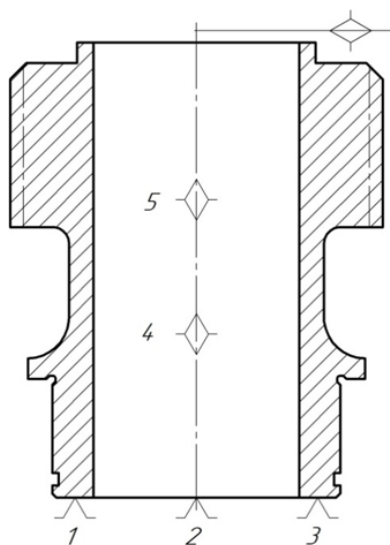


Рисунок 2.2 – Схема базирования заготовки шестерни.

При нарезании зубчатых колес с невысокой степенью точности, а также на операциях предварительного нарезания зубьев для центровки используют жесткие оправки, на которые заготовки устанавливаются с небольшим зазором (посадки H/h , H/g). При повышенных требованиях к точности, центрирование должно выполняться с натягом или с выверкой по индикатору, так как при центрировании с зазором смещение оси отверстия относительно оси вращения стола станка приводит к радиальному биению основной и делительной окружностей венца, равному двойному эксцентриситету или максимальному зазору (S_{\max}). Для точного центровка обычно применяют оправки с упругой оболочкой, деформируемой посредством той или иной рабочей среды (гидропласт, масло, тарельчатые пружины и т. п.).

В большинстве конструкций оправок механизмы центровка и зажимы разделены, т. е. заготовку сначала центрируют, а потом закрепляют, причем для закрепления обычно используется ручной винтовой зажим. В последние годы вместо оправок с ручным зажимом все шире внедряются приспособления с пневматическим или гидравлическим приводом в крупносерийном и массовом производстве осуществляется полная автоматизация всего процесса зубонарезания.

На точность зубообработки непосредственно влияет точность центровка самих приспособлений, ось которых должна совпадать с осью вращения стола.

Способ центровка и закрепления приспособлений зависит от формы посадочных мест станков. Так, например, на зубофрезерных и зубодолбежных станках приспособления имеют вертикальную ось и центрируются по одному из четырех методов:

- 1) цилиндрическим хвостовиком корпуса (подставки) по цилиндрическому отверстию в столе станка;
- 2) конусным хвостовиком по конусному гнезду в столе;
- 3) в центрах;

4) с выверкой по индикатору.

Биение установленной на станке оправки необходимо проверять; оно не должно превышать 0,005 мм, а для особо точных шестерен - 0,0025мм.

Из зубофрезерных - станков прежних выпусков наибольшее распространение получили отечественные станки моделей 532 и 5Б32 (типа «Комсомолец»), а из новых - модель 5324 для нарезания колес диаметром до 500 мм и модулем до 6 мм.

Подставка под оправку центрируется цилиндрическим выступом в отверстии d2 стола 1 станка по посадке Н/п или выверяется по индикатору и закрепляется болтами, заводимыми в Т - образные пазы. Верхний конец оправки дополнительно поддерживается подшипником или центром, вставляемым в отверстие кронштейна.

2.4 Разработка схемы для расчёта и определения сил закрепления действующих на заготовку

Расчет режимов резания.

Глубина резания

Черновую обработку производят за один проход.

$t = 7,5$ мм.

Подача на 1 оборот заготовки.

$S = 2,6 - 3$ мм/об. (табл. 52 [5])

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^{q_v}}{T^m t^{x_v} S^{y_v}} \cdot K_v,$$

где D – диаметр заготовки;

T – стойкость зуборезного инструмента, мин;

S – подача, мм/об;

t – глубина резания, мм;

C, K_v – коэффициенты;

m, n, x, y – показатели степени.

Коэффициенты и показатели степени выбираются по табл. 1, с. 261; 2, с. 262; 6, с. 263; 25, с. 277; 28, с. 278; 30, с. 279; 31, с. 280 [2]

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

Мощность резания определяем из формулы:

$$N = 10^{-3} \cdot C_N \cdot S^{y_N} \cdot m^{x_N} \cdot D^{u_N} \cdot z^{q_N} \cdot V \cdot K_N,$$

где D – диаметр заготовки;

z – количество зубьев фрезы, мин;

S – подача, мм/об;

m – модуль фрезы, мм;

V – скорость резания, м/мин;

C, K – коэффициенты;

u, n, x, y – показатели степени.

$$N = 10^{-3} \cdot 124 \cdot 2,8^{0,9} \cdot 5^{1,7} \cdot 90,57^{-1} \cdot 16^0 \cdot 28 \cdot 1,1 = 0,93 \text{ кВт.}$$

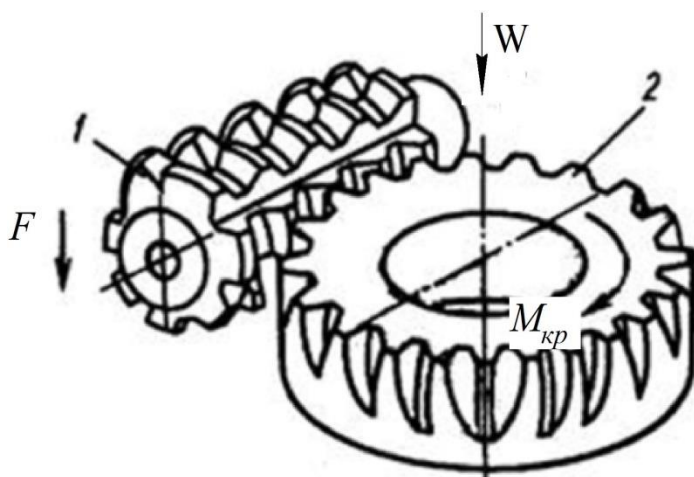


Рисунок 2.3 – Расчетная схема сил действующих на заготовку

Расчет и определение сил:

Сила резания

$$F = \frac{N \cdot 1000}{V},$$

где N – мощность резания, кВт;

V – скорость резания, м/мин.

$$F = \frac{0,93 \cdot 1000}{0,46} = 200 \text{ кг.}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{F \cdot D}{2},$$

где

F – сила резания, кг;

D – диаметр заготовки, мм.

$$M_{кр} = \frac{200 \cdot 90,57}{2} = 9057 \text{ кгс.}$$

Сила зажима

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

где k – коэффициент запаса [3. табл. 64, 65]

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,65$$

f – коэффициент трения

$$f = 0,25 \text{ [3.табл. 66]}$$

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

$$W = \frac{3,65 \cdot 9057}{0,33 \cdot 0,25 \cdot \left(\frac{67,6^3 - 47,5^3}{67,6^2 - 47,5^2} \right)} = 4567,5 \text{ кг.}$$

2.5 Выбор и расчёт зажимного устройства

Определяем силу зажима гайкой:

Внутренний минимальный диаметр резьбы

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot [\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9057}{3,14 \cdot 950}} = 2,5 \text{ см} = 25 \text{ мм.}$$

По таблице ГОСТ 9150 - 81 принимаю резьбу М 30

Наружный диаметр $D = 30$ мм.

Внутренний диаметр $d = 26,211$ мм.

Шаг резьбы $t = 3,5$ мм.

2.6 Расчет приспособления на точность

Суммарная погрешность $\Sigma\varepsilon$ при обработке детали не должна превышать величину допуска T на размер, т.е. $\Sigma\varepsilon \leq T$.

Суммарная погрешность зависит от ряда факторов и складывается из погрешности базирования заготовки ε_{δ} , погрешности её закрепления ε_3 , погрешности связанной с установкой приспособления на станке ε_y , погрешности, связанной с износом элементов приспособления ε_u , а также погрешности от перекоса инструмента ε_n и погрешности, вызываемой другими факторами, не зависящими от приспособления. Тогда, если известна эта сумма, погрешность приспособления определяются по формуле:

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1}\varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_n^2 + (K_{T2}\omega)^2},$$

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

$K_{T1} = 0,8 - 0,85$ – коэффициент, учитывающий возможность уменьшения ε_{δ} 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.

Определяем погрешность базирования детали

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{TD_{отв.}}{2},$$

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

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{66}{2} = 33 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{np} = 220 - 1,1\sqrt{(0,82 \cdot 33)^2 + 90^2 + 20^2 + 30^2 + 20^2 + (0,6 \cdot 90)^2} = 4 \text{ мкм}$$

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

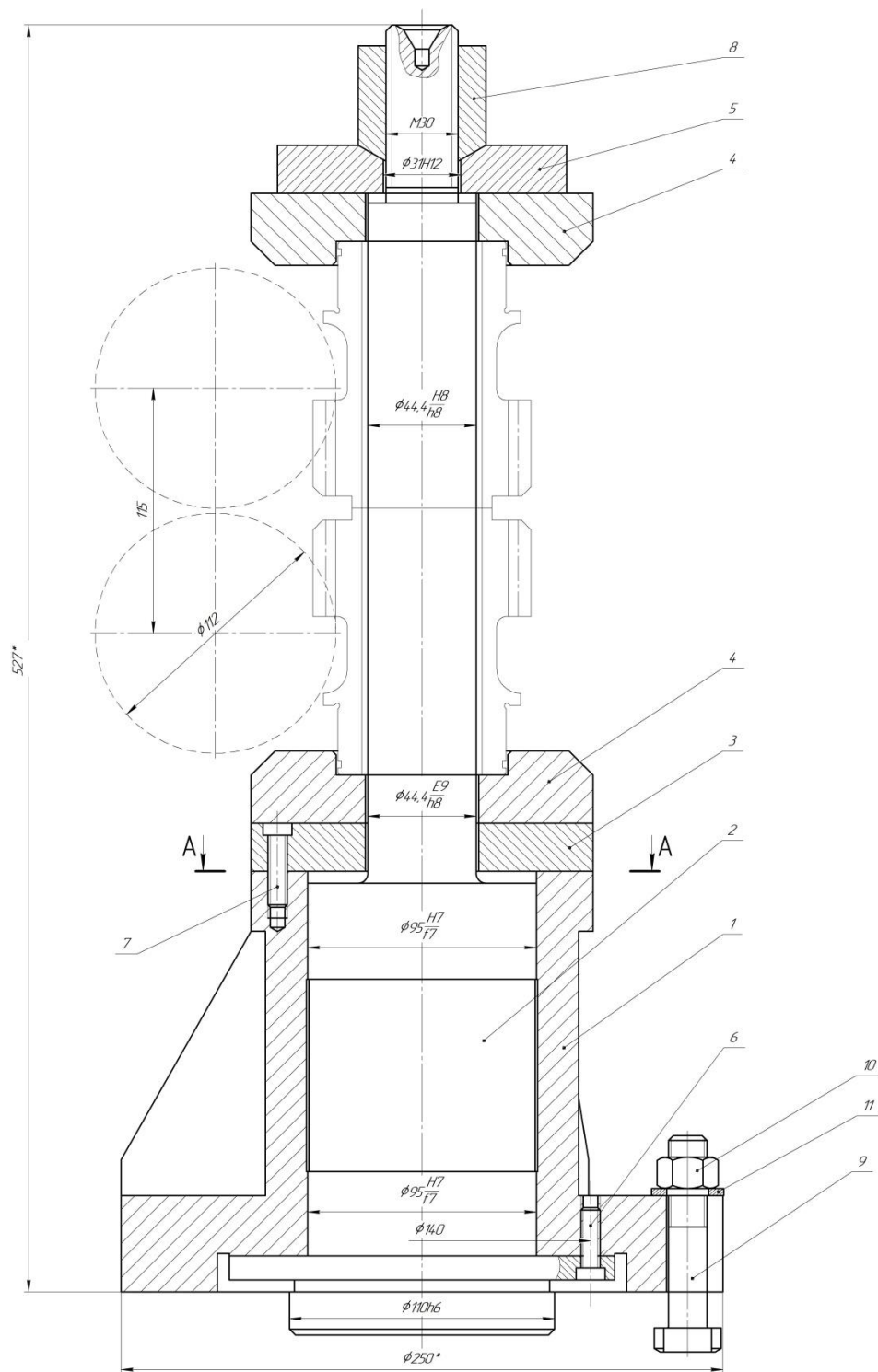


Рисунок 2.4 – Общий вид приспособления

2.7 Разработка технологической схемы сборки

Составим технологическую карту сборки зубофрезерного приспособления, маршрут технологического процесса сборки приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Сборка приспособления

Номер операции	Название	Содержание
005	Сборка оправки (Сб.1)	В постамент 1 вставить оправку 2, вкрутить винт 6, установить плиту опорную 3, вкрутить винт 7, установить шайбу установочную 4, установить заготовку на оправку 2, установить шайбу установочную 4, установить шайбу прижимную 5, накрутить гайку 8.
010	Установка приспособления	Установить конструкцию на стол зубофрезерного станка, вставить болт 9 в Т-образный паз стола станка, установить шайбу 11, закрепить гайкой 10.
015	Контрольная	Проверить биение приспособления не более 0,2 мм относительно оси заготовки при помощи магнитной стойки с часовым индикатором часового типа ИЧ 10 ценой деления 0,01 мм ГОСТ 577-68.

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Перцеву Павлу Николаевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов проекта: материально-технических, энергетических, финансовых</i>	<i>Прейскуранты, тарифные ставки, ставки налогов и отчислений</i>
2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов и отчислений</i>	<i>Страховые взносы 31,5%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала</i>	<i>Потенциальные потребители результатов</i>
2. <i>Расчет себестоимости проектируемого проекта</i>	<i>Себестоимость включает: - материальные затраты; - электроэнергия; - заработная плата - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы</i>
3. <i>Анализ потенциальных рисков</i>	<i>Разработка мер по управлению рисков</i>

Перечень графического материала: (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Мелик – Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Перцев Павел Николаевич		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью выполнения данного раздела является расчет экономической целесообразности проектируемого технологического процесса детали типа «шестерня второй передачи». Расчет проведен по данным ТОО «Силикат», ремонтно – механический цех г. Семипалатинск Республика Казахстан.

Проектирование и изготовление требует привлечения финансовых затрат и трудовых ресурсов, которые должны быть экономически оправданы. Это значит, что экономический эффект от внедрения технологического приспособления и оборудования на предприятии должен оправдывать затраты на создание и внедрение на предприятии.

Для поставленной цели необходимо определить следующие экономические показатели:

- 1) Потенциальные потребители
- 2) Расчет себестоимости
- 3) Анализ потенциальных рисков и разработка мер по управлению ими

3.1. Потенциальные потребители детали

Потенциальным потребителем детали «шестерня второй передачи» является «Ремонтно - механический завод» в Семипалатинске по производству по производству гусеничного транспортера ГТ-Т.

Шестерня второй передачи, как узловая часть коробки передач, является важнейшим элементом. Данная коробка передач находят применение в отраслях промышленности – автомобилестроение. Основное применение детали – ведущая шестерня коробки переменных передач Гусеничного Транспортера – Тягача.

Ведущая шестерня второй передачи постоянного зацепления установлена на передаточном валу, входит в зацепление с ведомой шестерней главного вала, служит для передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам.

3.2 Расчет себестоимости продукции

Себестоимость представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе производства продукции:

- материальные затраты;
- затраты на электроэнергию;
- расходы на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- накладные расходы.

3.2.1 Материальные затраты

В качестве заготовки применяется прокат - круг калиброванный горячекатаный (исходные данные по ГОСТ 2590–2006). Для расчета потребуются следующие данные:

Материал заготовки: сталь 13ХНЗА;

Масса 1м прутка: $m_0 = 61,65$ кг;

Площадь поперечного сечения: $78,54$ см²;

Длина заготовки: $L = 117$ мм;

Масса заготовки: $m_{заг} = 7,58$ кг;

Прейскурант материала за 1 т. материала, данные по нормативам за 2019 год:

Базовая стоимость 1 т заготовок: $C_3 = 62$ тыс. руб.;

Цена 1 т отходов: $C_{отх} = 8$ тыс. руб.;

Расчёт программы с учетом запасных частей (Q) производится по формуле:

$$Q = Q_1 m \left(1 + \frac{\beta}{100} \right) \text{ шт.}$$

где Q_1 – годовая программа запуска изделий, шт.;

m – количество деталей на изделие, шт.;

β – необходимое количество запасных частей = 20%

$$Q = 500 \cdot 1 \left(1 + \frac{20}{100} \right) = 600 \text{ шт./год.}$$

Расчет стоимости материала:

Потребность в основных материалах на годовую программу C_m , руб. рассчитывается по формуле:

$$C_m = (m_3 \cdot C_3 \cdot N - m_{отх} \cdot C_{отх}) \cdot K$$

где m_3 – вес заготовки, кг;

C_3 – цена заготовки, руб.;

N – количество деталей, шт.;

K – (1,05 – коэффициент, учитывающий транспортно - заготовительные расходы).

$m_{отх}$ – вес отходов, кг;

$C_{отх}$ – цена отходов, руб./кг.

$$C_m = (7,58 \cdot 62 - 2,38 \cdot 8) \cdot 1,03 = 470 \text{ руб./шт.}$$

В отходы включается не только разность между массой заготовки и детали (стружка), но и остаток прутка, образующийся из-за не кратности длины заготовки длине прутка. Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590 - 2006 поставляется в прутках длиной 2 - 6 м.

3.2.2 Затраты на электроэнергию

Для бесперебойной работы, каждое предприятие должно своевременно получать необходимые ему материалы, топливо, энергию в том составе и объеме, которые нужны для ведения процесса производства. Эти материальные и энергетические ресурсы должны быть рационально использованы, чтобы увеличить выпуск продукции при том же количестве выделенных материалов, топлива, электроэнергии и снизить ее себестоимость.

Затраты на силовую энергию считаются по формуле:

$$Z_3 = \frac{M_{3i} \cdot t_{ум-к} \cdot K_6 \cdot K_m \cdot K_{nc} \cdot C_3}{60\eta},$$

где M_{3i} – установленная мощность электродвигателей оборудования, кВт;

$t_{ум-к}$ – фонд работы электрооборудования час.;

K_6 – коэффициент загрузки оборудования по времени, $K_6 = 0,4 - 0,7$;

K_m – коэффициент загрузки электродвигателей по мощности, $K_m = 0,5 - 0,8$;

K_{nc} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода,

$K_{nc} = 1,04 - 1,08$;

η – средний коэффициент полезного действия электродвигателей оборудования, $\eta = (75 - 90)$;

C_3 – цена 1 кВт/ч. электроэнергии, $C_3 = 5,8$ руб.

Таблица 3.1 – Расход электроэнергии.

№	Модель станка	Мощность, кВт	Время штучно - калькуляционное $t_{ум-к}$, мин	Затраты на электроэнергию, руб./шт
1	Станок отрезной круглопильный 8Г662	7,5	3,3	1,1
2	Станок токарно - револьверный 1П365	14,0	13,7	9,4
3	Станок - полуавтомат протяжной 7Б66	22,0	2,5	2,7
4	Станок токарно - винторезный 16К20	10,0	23,1	11,4
5	Станок вертикальный зубофрезерный полуавтомат 53А30	7,5	13,3	4,9
6	Станок круглошлифовальный универсальный полуавтомат 3Б161	7,5	3,0	1,1
7	Станок зубошлифовальный универсальный полуавтомат 5А841	1,1	95,6	5,2
Итого		69,6	154,5	36

3.2.3 Расходы на оплату труда основных рабочих

Фонд зарплаты складывается из основной и дополнительной зарплаты; в основную входят тарифный фонд и различного рода доплаты, большую часть которых составляет премия.

Тарифный фонд основных производственных рабочих - сдельщиков определяется как сумма расценок по операциям.

Тарифная заработная плата по операции определяется по формуле:

$$Z_m = C_{mci} \cdot t_{um-ki},$$

где C_{mci} - часовая тарифная ставка, соответствующая разряду операции i , руб./ч.

Часовые тарифные ставки по разрядам работ принимаем по данным базового предприятия:

Таблица 3.2 – Расчет тарифной заработной платы

Номер операции	Время штучно - калькуляционное t_{um-k} , МИН.	Разряд работы	Часовая тарифная ставка $C_{mч}$, руб./ч	Тарифная заработная плата Z_m , руб./шт
005	3,3	3	101,6	5,6
010	13,7	3	101,6	23,2
020	1,7	3	101,6	2,8
025	21,8	4	106,7	30,8
030	13,3	4	106,7	23,6
040	1,3	3	101,6	2,2
045	0,8	3	101,6	1,4
050	3,0	3	101,6	5,0
055	95,6	4	106,7	170
Итого:	154,5			264,6

Основная заработная плата рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{тар} \cdot k_{np} \cdot k_{\Delta}$$

где $Z_{тар}$ – тарифная заработная плата, руб./шт;

k_{np} - премиальный коэффициент ($k_{np} = 1,4$);

k_{Δ} - коэффициент доплат и надбавок ($k_{\Delta} = 1,14$);

$$Z_{осн} = 264,6 \cdot 1,4 \cdot 1,14 = 420 \text{ руб./шт}$$

Заработная плата непосредственно участвующих в выполнении работ технологического процесса изготовления детали (включая премии, доплаты), включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{полн} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

где $Z_{осн}$ - основная заработная плата;

$Z_{доп}$ - дополнительная заработная плата принимается в размере 12% от основной.

$$Z_{полн} = Z_{осн} \cdot 1,12 = 420 \cdot 1,12 = 470 \text{ руб./шт}$$

3.2.4 Отчисления в страховые фонды

Величина обязательных отчислений по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников определена исходя из следующей формулы:

$$C_{соц} = Z_{полн} \cdot K_{соц}$$

где $K_{соц}$ – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, ($K_{соц} = 31,5\%$)

$$C_{соц} = 470 \cdot 31,5\% = 150 \text{ руб./шт.}$$

3.2.5 Накладные расходы

Накладные - это затраты на обслуживание производства, которые включают в себя общепроизводственные и общехозяйственные расходы.

$$H_p = C_{np} + C_{о.х.}$$

Общепроизводственные расходы (C_{np}) составляют 300% от основной заработной платы. Сюда входят затраты на заработную плату вспомогательного персонала и прочие:

$$C_{np} = Z_{осн} \cdot 300\%$$

Общехозяйственные расходы ($C_{о.х.}$) составляют 200% от основной заработной платы:

$$C_{о.х.} = Z_{осн} \cdot 200\%$$

$$H_p = Z_{осн} \cdot 5 = 2\,100 \text{ руб./шт.}$$

Таблица 3.3 – Смета себестоимости

Наименование статей расходов	Сумма руб./шт.	Структура затрат, %
Затраты на материалы	470	14,6
Затраты на электроэнергию	36	1,1
Расходы на оплату труда основных рабочих	470	14,6
Отчисления в страховые фонды	150	4,6
Итого прямые затраты	1 126	34,9
Накладные расходы	2 100	65,1
Итого	3 226	100,0

Таким образом себестоимость единицы продукции составит 3,2 тыс. руб., при этом 65% это накладные расходы.

Определение прибыли предлагаемого варианта техпроцесса:

$$П = \frac{P}{100} \cdot C,$$

где C – себестоимость, руб./шт.

P – рентабельность предприятия, %

$$П = \frac{35}{100} \cdot 3\,226 = 1\,130 \text{ руб./шт.}$$

Годовая прибыль составит:

$$П_{г} = П \cdot Q_{вып},$$

где $П$ – прибыль на единицу продукции, руб./шт.;

$Q_{вып}$ – программа выпуска продукции, шт.

$$П_{г} = 1\,130 \cdot 600 = 678 \text{ тыс. руб./год.}$$

Оптовая цена предприятия включает полную себестоимость и прибыль:

$$Ц = C + П = 3\,226 + 1\,130 = 4\,356 \text{ руб./шт.}$$

3.3 Анализ потенциальных рисков и разработка мер по управлению ими

На пути реализации проекта могут возникнуть разного рода риски, представляющие опасность того, что поставленные цели проекта могут быть не достигнуты полностью или частично. Полностью избежать риска практически невозможно, но снизить их угрозу руководитель способен, уменьшая действие неблагоприятных факторов. Необходимо в этом разделе составить перечень простых рисков, а также мероприятия по их снижению.

На данный момент единой классификации проектных рисков предприятия не существует. Однако можно выделить следующие основные риски, присущие практически всем проектам:

- маркетинговый риск,
- риск несоблюдения графика проекта,
- риск превышения бюджета проекта, а также
- общеэкономические риски.

Результатом качественного анализа рисков является описание неопределенностей, присущих проекту, причин, которые их вызывают, и, как результат, рисков проекта.

Таблица 3.4 – Анализ рисков

Виды рисков	Меры по ограничению последствий рисков
Появление альтернативного продукта Снижение платежеспособности потребителей Изменения законодательства Непредвиденные обстоятельства (аварии, стихийные бедствия, политическая нестабильность) Рост цен на ресурсы Небрежность и недобросовестность работников Нарушение технологии или освоение новой технологии	Изучение изменений в российском законодательстве Расширение состава поставщиков Создание резерва для покрытия непредвиденных расходов Систематическое изучение конъюнктуры рынка Обучение персонала работе на новом технологическом оборудовании Определение мер воздействия к неисполнительным работникам Активные маркетинговые действия

В ходе выполнения данного раздела выпускной квалификационной работы был определен расчет себестоимости проектируемого технологического процесса детали типа «шестерня второй передачи». Расчет проведен по данным и методике, принятой в ремонтно – механическом цехе на базе ТОО «Силикат».

Кроме этого была рассчитана калькуляция технологических процессов, которая включает материальные затраты, затраты по основной и дополнительной заработной плате исполнителей, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы. Выведен экономический эффект, проектируемого технологического процесса.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Перцев Павлу Николаевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является ремонтно-механический цех ТОО «Силикат» по изготовлению деталей. Деталь шестерня второй передачи. Тип производства - мелкосерийный. Деталь шестерня предназначена для передачи крутящего момента.
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. 	Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов) в рамках трудового законодательства.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ факторов: 1. отклонение норм микроклимата; 2. наличие вредных веществ; 3. повышенный уровень шума; 4. недостаточная освещенность рабочего места; 5. электрическая безопасность; 6. движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования
3. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта на окружающую среду (сбросы, выбросы, отходы); – мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Защита в чрезвычайных ситуациях: – пожары; – несанкционированное проникновение постороннего на территорию предприятия. – план эвакуации

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент (ООД, ШБИП)	Немцова Ольга Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Перцев Павел Николаевич		

Введение

В результате широкой механизации автоматизации промышленности на современных предприятиях ликвидировано большинство тяжелых и опасных профессий. Производственный травматизм вследствие этого постоянно снижается. Улучшение условий труда, повышение его безопасности влияют на результаты производства – на производительность труда, качество и себестоимость выпускаемой продукции. Производительность повышается за счет сохранения здоровья и работоспособности человека, экономии живого труда путем повышения уровня использования рабочего времени, продление периода активной трудовой деятельности человека. Улучшение условий труда и его безопасность приводят к снижению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Это сохраняет здоровье трудящихся и одновременно приводит к уменьшению затрат на оплату льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях труда, на оплату последствий такой работы (временный или постоянной нетрудоспособности), на лечение, переподготовку кадров по причинам, связанным с условиями труда.

4 Социальная ответственность

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Регулирование трудовых отношений в соответствии с Конституцией РФ осуществляется: трудовым законодательством, состоящим из Трудового кодекса, иных федеральных законов и законов субъектов РФ, содержащих нормы трудового права; иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права.

Работодатели предприятий и организаций принимают локальные нормативные акты, содержащие нормы трудового права, в пределах своей компетенции и учитывают мнение представительного органа работников (при наличии такого представительного органа).

К этому относятся:

Раздел X. Охрана труда

Глава 33. Общие положения

Статья 209. Основные понятия

Статья 210. Основные направления государственной политики в области охраны труда

Глава 34. Требования охраны труда

Статья 211. Государственные нормативные требования охраны труда

Статья 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда

Статья 213. Медицинские осмотры некоторых категорий работников

Статья 214. Обязанности работника в области охраны труда

Статья 215. Соответствие производственных объектов и продукции государственным нормативным требованиям охраны труда

Глава 35. Организация охраны труда

Статья 216. Государственное управление охраной труда

Статья 216.1. Государственная экспертиза условий труда

Статья 217. Служба охраны труда в организации

Статья 218. Комитеты (комиссии) по охране труда

Глава 36. Обеспечение прав работников на охрану труда

Статья 219. Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда

Статья 220. Гарантии права работников на труд в условиях, соответствующих требованиям охраны труда

Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты

Статья 222. Выдача молока и лечебно-профилактического питания

Статья 223. Санитарно-бытовое обслуживание и медицинское обеспечение работников

Статья 224. Дополнительные гарантии охраны труда отдельным категориям работников

Статья 225. Обучение в области охраны труда

Статья 226. Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда

Статья 227. Несчастные случаи, подлежащие расследованию и учету

Статья 228. Обязанности работодателя при несчастном случае

Статья 228.1. Порядок извещения о несчастных случаях

Статья 229. Порядок формирования комиссий по расследованию несчастных случаев

Статья 229.1. Сроки расследования несчастных случаев

Статья 229.2. Порядок проведения расследования несчастных случаев

Статья 229.3. Проведение расследования несчастных случаев государственными инспекторами труда

Статья 230. Порядок оформления материалов расследования несчастных случаев

Статья 230.1. Порядок регистрации и учета несчастных случаев на производстве

Статья 231. Рассмотрение разногласий по вопросам расследования, оформления и учета несчастных случаев

Также учитываем, что в настоящее время внедрена и занимает главенствующее место в нормативно-технической документации по охране труда – ССБТ (система стандартов безопасности труда). ССБТ составная часть государственной системы стандартизации и представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасных условий труда, сохранения здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

1. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
2. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
3. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
4. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
5. ГОСТ 12.1.008-76 ССБТ. Биологическая безопасность. Общие требования .
6. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
7. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
8. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
9. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
10. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
11. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
12. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.

13. ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
14. ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
15. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
16. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
17. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
18. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
19. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
20. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
21. СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
22. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009.
23. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
24. СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
25. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
26. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003
27. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

28. Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

29. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда" (с изменениями и дополнениями).

4.2 Производственная безопасность.

Основная цель промышленной безопасности - предотвращение и/или минимизация последствий аварий и инцидентов на опасных производственных объектах завода. Промышленная безопасность обеспечивается путем производственного контроля

В ремонтно – механическом цехе, находятся различные электроустановки, станки, используется СОЖ и различные смазывающие масла, которые могут иметь следующие вредные факторы, а именно - наличие:

- а) непригодного микроклимата;
- б) вредных веществ;
- в) производственного шума;
- г) неправильной или недостаточной освещенности;
- д) электрическая опасность;
- е) движущиеся машины и механизмы

Таблица 4.1 – Опасные и вредные производственные факторы.
Классификация. ГОСТ 12.0.003-2015

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разрабо тка	Изготов ление	Эксплуа тация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.005-88. Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в
2. Опасность и вредность воздействия газовых компонентов (включая пары), загрязняющих чистый природный воздух		+	+	

примесей				воздухе рабочей зоны
3. Превышение уровня шума		+	+	Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Нормы освещенности по СНиП 23-05-95 для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки ОТК. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. ГОСТ 12.4.026-76. Знаки безопасности
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека		+	+	
6. Движущиеся машины и механизмы		+	+	

4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Микроклимат в производственном цеху определяется такими параметрами как:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре в помещении происходит повышенный приток крови к поверхности тела, обильное потоотделение и, вследствие, потеря жидкости организмом. При низкой температуре на рабочем месте, приток крови к поверхности тела замедляется, повышается вероятность переохлаждения организма. В обоих случаях снижается работоспособность и внимание, что может привести к несчастному случаю.

Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять меры по недопущению чрезмерного охлаждения помещения через окна и двери и проезды (установка пластиковых окон, утепление дверей, установка воздушных завес). В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей (установка жалюзи), возможность проветривания помещения.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к обслуживанию металлообрабатывающих станков, относится к категории средних работ.

Оптимальные значения микроклимата СанПиН 2.2.4.548-96 даны в таблице 4.2

Таблица 4.2 Требования к микроклимату

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин	
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0
	Iб (140-174)	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0
	IIa (175-232)	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0
	IIб (233-290)	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0
	III (более 290)	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0
Теплый	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0
	Iб (140-174)	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0
	IIa (175-232)	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0
	IIб (233-290)	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0
	III (более 290)	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0

Одними из главных мероприятий по достижению оптимального микроклимата и состава воздуха в производственных цехах являются правильный воздухообмен в помещении.

Вредные вещества

Основными вредными веществами в металлообрабатывающем цехе являются технологические масла (ТС), и смазывающе-охлаждающая жидкость (СОЖ).

Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

Загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью обрабатываемого материала.

Следствием этого может быть травма глаз и легочные заболевания, вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания.

Пары этих жидкостей не должны превышать норм содержания в воздухе гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003

Классы опасности СОЖ
Согласно ГОСТ 12.1.007-76* СОЖ делятся на следующие классы опасности:

- I (чрезвычайно опасные);
- II (высокоопасные);
- III (умеренно опасные)
- IV (малоопасные).

Определение класса опасности конкретной СОЖ производится с помощью специальной таблицы норм и показателей (по показателю, соответствующему самому высокому классу опасности):

Таблица 4.3 – Нормы и показатели класса опасности

Наименование показателя	Нормы для класса опасности			
	1-го	2-го	3-го	4-го
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/ м	Менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15-150	151-5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100-500	501-2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м	Менее 500	500-5000	5001-50000	Более 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300-30	29-3	Менее 3

Зона острого действия	Менее 6,0	6,0-18,0	18,1- 54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0-5,0	4,9- 2,5	Менее 2,5

В процессе эксплуатации рабочая эмульсия подвергается деструкции под воздействием высоких температур, загрязняется механическими примесями (металлической пылью, частицами абразивных материалов, волокнами обтирочных материалов и т.д.) и посторонними маслами, что приводит к увеличению опасности отработанной СОЖ в 15 -30 раз по сравнению со свежеприготовленной.

Превышение уровня шума.

ПДУ шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 85 дБА.

Основные источники шума при работе оборудования:

- двигатели приводов;
- зубчатые передачи;
- подшипники качения;
- неуравновешенные вращающиеся части станка;
- силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями;
- трение и соударение деталей в сочленениях вследствие неизбежных зазоров;

Например, при обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы,

а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника.

Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам.

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Нормы освещенности по СНиП 23-05-95 для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки ОТК. (Г-0.8)» составляют 300 люкс.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда. При работе на станках недостаточная освещенность рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи.

Электробезопасность представляет собой систему мер и мероприятий, направленных на защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока.

Электроустановки разделяют по напряжению: с напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

Механический цех можно отнести к помещениям с повышенной опасностью, в котором существуют такие условия как: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность

одновременного прикосновения человека к имеющим соединению с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.)

Наличие разветвленной цепи электропроводки, некачественная изоляция. Неправильная эксплуатация электрооборудования могут привести к электротравмам или травмам со смертельным исходом.

Движущиеся механизмы и их составные части – это опасный производственный фактор, который опасен возможностью получения механической травмы в результате контакта движущейся части механизма с человеком.

Условия существования или возникновения потенциальной опасности воздействия движущегося механизма на человека можно рассмотреть как:

1. Предусмотренные технологическим процессом (например, работа с подъемно-транспортным оборудованием, станками, прессами, и т.д.).
2. Приводящие к опасности из-за ошибок в монтаже и конструкции объекта (например, обрывы конструктивных элементов и их падение, разрушение от коррозии и т.п.).
3. Возникающие при каком–либо изменении технологического процесса или применении другого типа оборудования.
4. Человеческий фактор.

При работе на токарных, шлифовальных, фрезерных станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват элементов одежды вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма или смертельный исход.

При фрезеровании и точении деталей возможна вероятность отлета стружки в сторону рабочего места. В этом случае есть вероятность травм глаз и открытых частей тела.

Разрыв шлифовального круга, а также выкрашивание круга может привести к различным травмам у шлифовщика.

Слабое и ненадежное крепление инструментов (фрезы, резца, сверла) на станке может явиться причиной травм рук (ушибов, переломов) станочника.

4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Производственная санитария – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на рабочих вредных производственных факторов. Для производства трубки охлаждения вредными факторами являются:

4.2.2.1. Одними из главных мероприятий по достижению оптимального микроклимата и состава воздуха в производственных цехах являются правильный воздухообмен в помещении

При проектировании систем отопления и вентиляции механических цехов основными вредными производственными факторами являются пары смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и технологических смазок (ТС), абразивная и металлическая пыль, выделяющиеся в процессе станочной обработки металлов резанием.

Отопление механических цехов следует предусматривать водяное, паровое, воздушное или с нагревательными приборами.

Местные вытяжные системы, удаляющие от станков пыль и аэрозоль СОЖ, должны быть отдельными и снабжены сепараторами с дренажными устройствами.

4.2.2.2 Средствами защиты вредных веществ могут служить:

- автоматизация технологического процесса;
- механическая вентиляция помещения;
- герметизация оборудования;
- СИЗ (респираторы, спецодежда, перчатки, защитные очки и др.)

4.2.2.3 При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ:

- устранение причин шума или существенное его ослабление;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко и вибропоглощения.

Используют звукопоглощающие навесные элементы в районе потолка, элементы и панели в верхней части стен, а также звукопоглощающие напыления на стены и пол (звукопоглощающий, иглопробивной материал из пенополиэтилена и акустический войлок). Для виброизоляции – использование в станках виброизолирующих опор (пружинных и резиновых).;

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения по цеху;

СИЗ:

- В качестве индивидуальных средств защиты от шума используют специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противозумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука. (ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ).

4.2.2.4 При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение. Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется применять общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II – 4 – 95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником

света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности.

4.2.2.5 Для защиты персонала от поражающего действия электрического тока применяют специальные защитные средства.

Все изолирующие защитные средства делятся на:

- а) основные защитные средства;
- б) дополнительные защитные средства.

В электроустановках напряжением до 1000 вольт:

- электрические перчатки;
- инструмент с изолированными рукоятками;
- указатели напряжения.

Дополнительными называются такие защитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от напряжения током. Они являются дополнительной к основным средствам мерой защиты.

В электроустановках напряжением до 1000В:

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические резиновые коврики;
- изолирующие подставки.

Основные и дополнительные защитные средства при всех операциях должны применяться совместно друг с другом.

Средства коллективной защиты в механическом цехе от поражающего действия тока:

1. Защитное заземление — принудительное соединение с землей оборудования, которые, обычно, не находятся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением в силу разных обстоятельств.

Назначение заземления — устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения частях электрооборудования.

2. *Зануление.* Занулением называется присоединение к неоднократно заземленному нулевому проводу питающей сети корпусов и других металлических частей электрооборудования, которые нормально не находятся под напряжением.

Задача зануления та же, что и защитного заземления: устранение опасности поражения людей током при пробое на корпус. Решается эта задача автоматическим отключением поврежденной установки от сети.

3. *Защитное отключение.* Защитным отключением называется устройство, быстро (не более 0,2 с) автоматически отключающее участок электрической сети при возникновении в нем опасности поражения человека током.

Основными частями являются прибор защитного отключения и автоматический выключатель.

Защитное устройство отключения, которое реагирует на изменение напряжение корпуса относительно земли, если оно окажется выше некоторого предельно допустимого значения $U_{к.доп}$, вследствие чего прикосновение к корпусу становится опасным. Предназначено устранить поражения электрическим током при появлении на заземленном или зануленном корпусе повышенного напряжения. Эти устройства являются дополнительной мерой защиты к заземлению или занулению.

4. *Защитные ограждения.* К ограждениям и оболочкам относятся защитные устройства, предназначенные для предотвращения прикосновения и приближения людей к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Ограждение токоведущих частей, как правило, предусматривается конструкцией электрооборудования.

Электрические машины, аппараты и приборы имеют корпуса, кожухи и оболочки, надёжно защищающие токоведущие части от прямого (случайного) прикосновения.

Оголенные провода и шины, а также приборы, аппараты, распределительные щиты, клеммники и т.п. конструктивно имеющие незащищенные и доступные прикосновению токоведущие части помещают в

специальные шкафы, камеры, ящики, закрывающиеся сплошными или сетчатыми ограждениями.

Сплошные ограждения обязательны для электроустановок, размещённых в местах, где могут находиться люди, не связанные с обслуживанием электроустановок – в бытовых, общественных и производственных (не электротехнических помещениях).

Сетчатые ограждения применяются в электроустановках доступных только квалифицированному электротехническому персоналу. В закрытых электроустановках ограждения должны иметь высоту не менее 1,7 м, а в открытых – не менее 2,0 м.

5. *Разделительные трансформаторы.* Их используют для изоляции подключаемого оборудования от контура заземления.

4.2.2.6 К основным средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

- оградительные (местные ограждения, крышки, кожуха и др.);
- автоматического контроля и сигнализации;
- предохранительные;
- дистанционного управления;
- тормозные;
- знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026-76..

4.3 Экологическая безопасность.

В современных условиях одной из важнейших задач является защита окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра земли на данном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде крупных промышленных центров, уровни загрязнения существенно превышают допустимые санитарные нормы.

Согласно данным инвентаризации источников валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу было выявлено 146 источников выбросов, все организованные. Общее количество выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ 53, в т.ч.:

I класса опасности: свинец, хром шестивалентный, никеля растворимые соли.

II класса опасности: марганца оксид, алюминия оксид, меди оксид, кадмия сульфат, азота диоксид, азотная кислота, хлористый водород, серная кислота, фосфорный ангидрид, эпихлоргидрин, фенол, формальдегид, фтористый водород, акрилонитрил.

III класса опасности: железа оксид, олово, сажа, пыль неорганическая, серый диоксид, ксилол, толуол, спирт н-бутиловый, аэрозоль, краска, пыль талька, парафин.

IV класса опасности: аммиак, углерода оксид, спирт изобутиловый, спирт этиловый, бутилацетат, ацетон, бензин, углеводороды C12-C19.

В целом, предприятие относится к 4 классу опасности. Санитарно-защитной зоны промплощадка предприятия не имеет.

Металлообрабатывающие участки оснащены пылеуловителями типа «Циклон» и барботажно-вихревыми пылеуловителями.

Существует множество мероприятий по защите окружающей среды:

1. Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.
2. Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.
3. Защита работающих от источников тепловых излучений.
4. Устройство и оборудование вентиляции и отопления.
5. Применение средств воздухоочистки.
6. Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.
7. Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.
8. Применение средств индивидуальной защиты работников.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести, систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на работе, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Под источником ЧС понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошло или может возникнуть ЧС.

В цехе установлены сосуды, работающие под давлением, предназначенные для ведения технологических процессов, с применением воздуха - ресиверы.

Основная опасность при эксплуатации таких сосудов заключается в возможности их разрушения при внезапном адиабатическом расширении газов и паров (физический взрыв). При физическом взрыве энергия сжатой среды в течении малого промежутка времени реализуется в кинетическую энергию осколков разрушенного сосуда и ударную волну.

При взрывах сосудов развиваются большие мощности, приводящие к значительным разрушениям. Наиболее частые причины аварий и взрывов сосудов, работающих под давлением - несоответствие конструкции максимально допустимому давлению и температуре; превышение давления сверх предельного; потеря механической прочности аппарата (коррозия, внутренние дефекты металла, местные перегревы); несоблюдение установленного режима работы; недостаточная квалификация обслуживающего персонала; отсутствие технического надзора.

Требования безопасности, предъявляемые к устройству, изготовлению и эксплуатации сосудов, работающих под давлением определены «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением»

Правила устанавливают специальные требования безопасности к конструкции сосудов; к материалам сосудов; к изготовлению, монтажу и ремонту; к арматуре, контрольно-измерительным устройствам; к установке, регистрации и техническому освидетельствованию сосудов; к содержанию и обслуживанию сосудов.

Разряды атмосферного электричества способны вызвать взрывы, пожары и разрушения зданий и сооружений, что привело к необходимости разработки специальной системы молниезащиты.

Молниезащита - комплекс защитных устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий и сооружений, оборудования и материалов от разрядов молнии

Здания защищаются от прямых ударов молнии молниеотводами. Зоной защиты молниеотвода называют часть пространства, примыкающего к молниеотводу, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности. Зона защиты А обладает степенью надежности 99,5% и выше, а зона защиты Б-95% и выше.

Молниеотводы состоят из молниеприемников (воспринимающих на себя разряд молнии), заземлителей, служащих для отвода тока молнии в землю, и токоотводов, соединяющих молниеприемники с заземлителями.

Молниеотводы могут быть отдельно стоящими или устанавливаться непосредственно на здании или сооружении. По типу молниеприемника их подразделяют на стержневые, тросовые и комбинированные. В зависимости от числа действующих на одном сооружении молниеотводов, их подразделяют на одиночные, двойные и многократные.

Здание относится ко 2 категории по молниезащите. Повышение устойчивости технических систем и объектов достигается главным образом

организационно-техническими мероприятиями. Для этого сначала исследуются устойчивость и уязвимость предприятия в условиях ЧС.

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Причинами пожаров технического характера на заводе могут являться:

- нарушение технологического режима;
- неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки);
- плохая подготовка оборудования к ремонту;
- самовозгорание промасленной ветоши;
- износ и коррозия оборудования;
- искры под электрод работами;
- ремонт оборудования на ходу.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами профилактики и активной защиты. Понятие профилактики включает в себя комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий, таких как предотвращение образования горючей среды, предотвращения образования в горючей среде источников воспламенения, поддержание температуры и давления горючей среды ниже максимально допустимого по горючести и т.д. Под активной пожарной защитой понимаются меры, обеспечивающие успешную борьбу с возникающими пожарами – это применение средств пожаротушения, эвакуации людей, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре и др.

Мероприятия режимного характера – запрещение курения в неустановленных местах, производства сварочных работ и других огневых работ в пожароопасных помещениях и т.д.

Эксплуатационными мероприятиями также являются своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.

На заводе осуществляются те и другие меры пожарной защиты. В качестве профилактики два раза в год производится инструктаж по пожарной безопасности. Данные инструктажа записываются в специальный журнал.

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования должна производиться по специальным эвакуационным путям, обозначенные на планах эвакуации в случае пожара, которые должны быть вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

В соответствии со СНиП II-2-80 все производства делят на категории по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности. Цех, относится к категории Д, так как в нашем производстве обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы произведена технологическая подготовка производства детали – «шестерни второй передачи» коробки переменных передач Гусеничного Транспортера – Тягача, включающая в себя выбор наиболее оптимального вида заготовки и её получение; выбор приспособлений, станков, режущих инструментов для механической обработки детали, разработан технологический процесс механической обработки детали.

В результате произведения экономических расчетов, можно сделать вывод, что предлагаемый вариант изготовления детали целесообразно и экономически выгодно применить на заводе изготовителе, либо внести какие-либо изменения в существующий технологический процесс, так как данный проект был разработан на основе новейших разработок и исследований в области машиностроения и опирается на ГОСТы последних редакций.

Основная задача, которая заключается в том, чтобы в проекте были внесены предложения по разработке технологии, оснастки, организации и экономики производства, выполнена.

Таким образом, поставленное изначально задание выполнено с соблюдением всех требуемых условий, с соблюдением аспектов социальной ответственности. По итогам проделанной работы можно сделать вывод о том, что сфера социальной ответственности включает управление деятельностью предприятия в области экологии, промышленной безопасности и охраны труда, развития персонала, внешней социальной деятельностью, взаимоотношений компании со всеми группами общественности.

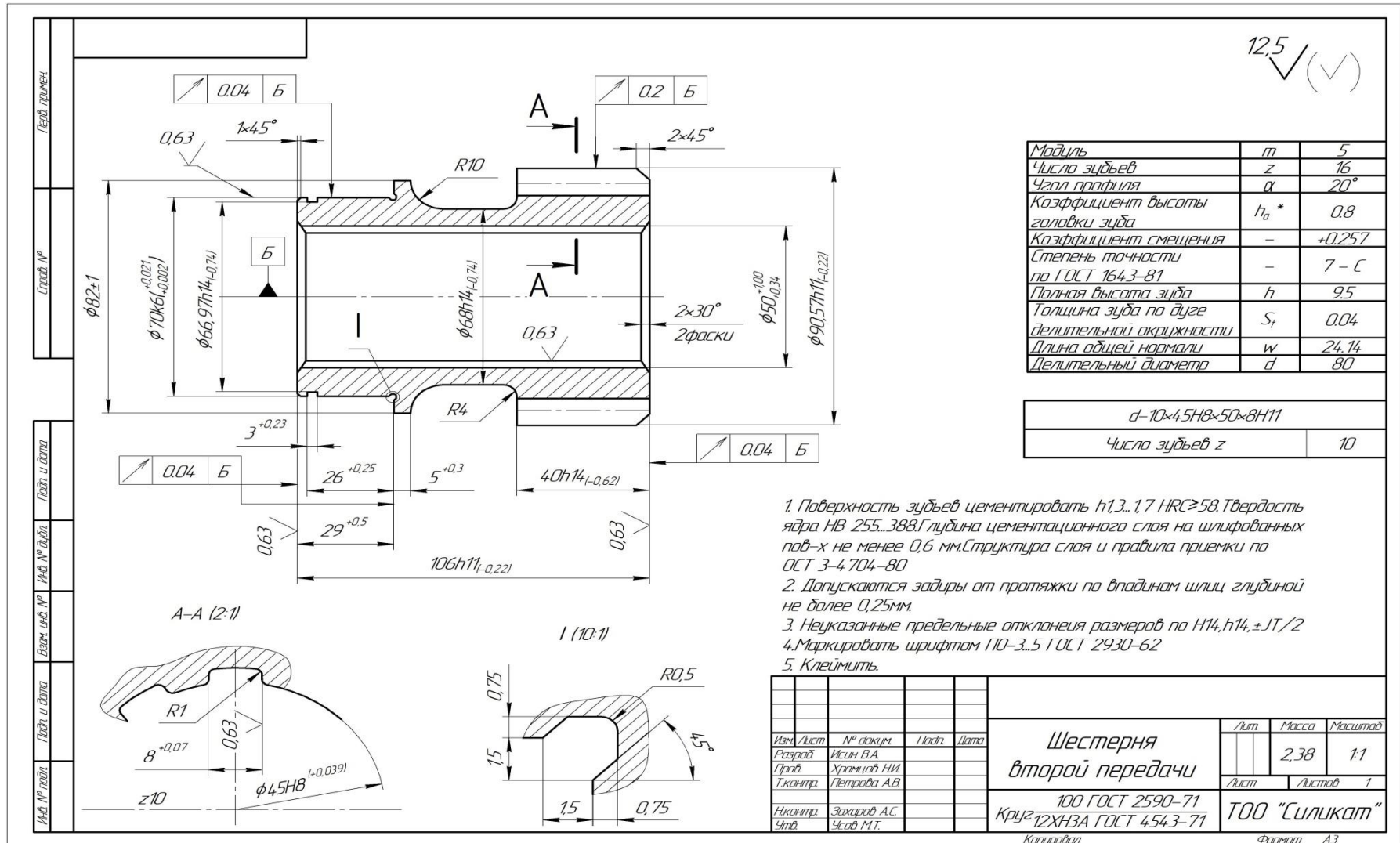
Предлагаю внедрить разработанный проект в производство.

Список использованных литературы.

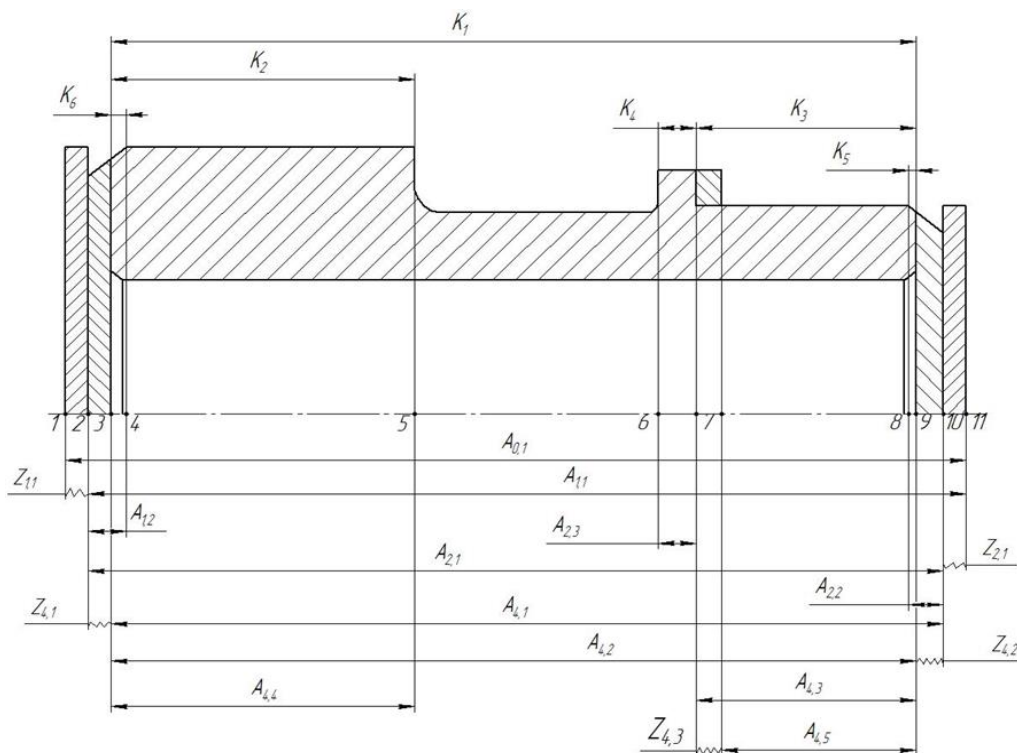
1. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах Т. 1. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М., "Машиностроение", 1986.
2. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах Т. 2. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М., "Машиностроение", 1985.
3. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Под ред. А.Ф. Горбачевича. Минск, "Высшая школа", 1975.
4. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении. Под ред. В.А. Тимирязева. М., "Высшая школа", 2004.
5. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах Т.1. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М., "Машиностроение", 1972.
6. Анурьев. В.И. Справочник конструктора - машиностроителя. В трех томах. М., "Машиностроение", 2001.
7. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 99 с.
8. Левицкий. В.С. Машиностроительное черчение. М., "Высшая школа", 1988.
9. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Расчет допусков размеров. М., "Машиностроение", 1981.
10. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции. Москва, Ленинград, "Машиностроение", 1966.
11. Поливанов П.М., Поливанова Е.П. Таблицы для подсчета массы деталей и материалов. Справочник. М. "Машиностроение", 1987.
12. Криницына З.В. Ресурсоэффективность отрасли: Учебное пособие З.В. Криницына. – Томск, издательство Томского политехнического университета, 2013. – 182 с.
13. Скворцов Ю.В. Практикум по организации и планированию машиностроительного производства. Производственный менеджмент. Учебное пособие для вузов М. Высшая школа, 2008.

14. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. - 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. - 335 с.
15. Корнилович, О. П. Техника безопасности при работе с инструментами и приспособлениями / О. П. Корнилович. — Москва: Энергоатомиздат, 1992. — 93 с.: ил. — Библиотека электромонтера; Вып. 633. — Библиогр.: с. 94.
16. Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология для инженера // под ред. проф. В.Ф. Панина. – М.: Изд. Дом «Ноосфера», 2000. – 284 с

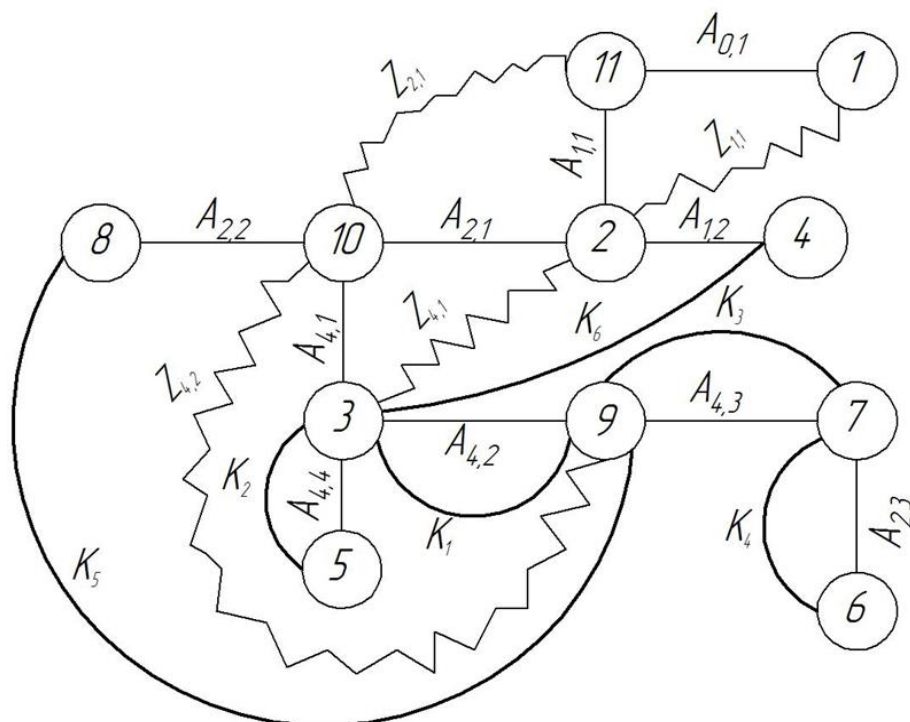
Приложение А
Чертеж детали.



Графический анализ линейных размеров.

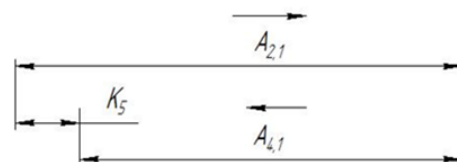
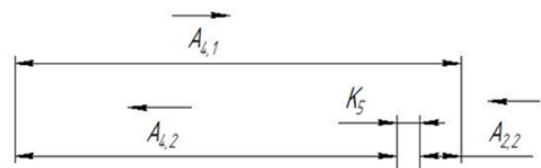
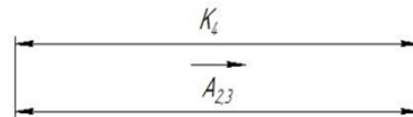
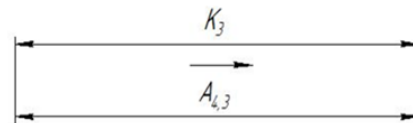
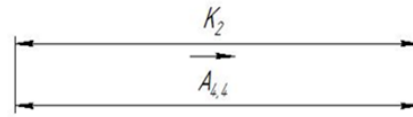
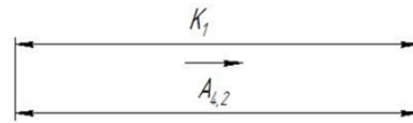
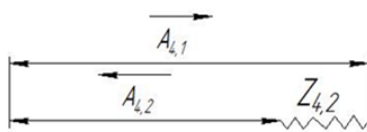
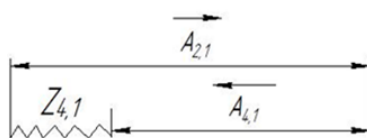
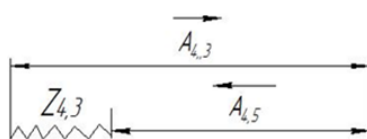
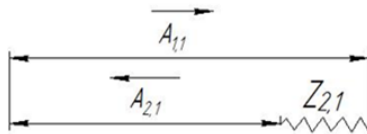
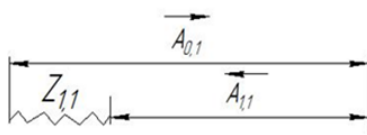


Размерная схема технологического процесса



Граф технологических размерных цепей

Технологические и конструкторские размеры.



$$Z_{1,1} = A_{0,1} - A_{1,1}$$

$$Z_{2,1} = A_{1,1} - A_{2,1}$$

$$Z_{4,1} = A_{2,1} - A_{4,1}$$

$$Z_{4,2} = A_{4,1} - A_{4,2}$$

$$Z_{4,3} = A_{4,3} - A_{4,5}$$

$$K_1 = A_{4,2}; \quad K_2 = A_{4,4};$$

$$K_3 = A_{4,3}; \quad K_4 = A_{2,3};$$

$$K_5 = A_{2,2} - A_{4,1} + A_{4,2};$$

$$K_6 = A_{2,1} - A_{4,1}.$$