

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Кафедра Технология автоматизированного машиностроительного производства

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления вал шестерня

УДК 621

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л11	Чернов Сергей Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Бознак А.О.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Томск – 2016 г.

Томск – 2016 г.
Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»
Кафедра Технология автоматизированного машиностроительного производства

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Арляпов А.Ю.
(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
З-8Л11	Чернов Сергей Владимирович

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления вал шестерня и оснастки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	<i>Чертеж детали, годовая программа выпуска.</i>
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута, размерный анализ технологического процесса, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и нормирование операций технологического процесса, конструирование станочного приспособления.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Чертеж детали, чертеж заготовки, размерный анализ технологического процесса, карта технологического процесса, чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Технологический, конструкторский	Бознак А.О.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шулинина Ю.И.
Социальная ответственность	Кырмакова О.С.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Бознак А.О.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л11	Чернов Сергей Владимирович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
--------	-----

3-8Л11	Чернов Сергей Владимирович
--------	----------------------------

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Рассчитана стоимость материальных затрат Рассчитаны затраты на специальное оборудование Рассчитаны затраты на оплату труда Рассчитаны отчисления во внебюджетные фонды Рассчитаны накладные расходы
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Составлена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составлен план реализации проекта, построен график Ганта, сформирован бюджет
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определена эффективность на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л11	Чернов Сергей Владимирович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л11	Чернов Сергей Владимирович

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТАМП
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

*Рабочее место расположено в закрытом помещении механического цеха. На рабочем месте возникают шумы, вибрации, опасность поражения током, недостаточность освещения, а так же травмы механической природы от работы станков.
Воздействие химических факторов.
Оказывается негативное воздействие на природу (атмосферу, гидросферу, литосферу).
Возможно возникновения ЧС техногенного, стихийного, экологического и социального характера.*

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Техногенная безопасность

1.1. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты;
- (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).

1.2. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

*Опасные факторы
Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.
Взрывоопасность и пожароопасность
Высокий уровень травматизма
Возможность поражения электрическим током.*

*Вредные факторы:
Превышение уровня шума.
Производственное освещение.
Микроклимат.*

2. Региональная безопасность: – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);	<i>Применение средств воздухоочистки</i> <i>Вывоз отходов не подвергающихся вторичному использованию.</i> <i>Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	<i>Техногенные (пожары, взрывы с последующим горением, Внезапное обрушение сооружений, аварии не электроэнергетических системах, на отчистных сооружениях.</i> <i>Природные (землетрясения, ураганы , бури, наводнения.</i> <i>Биолого – социальные (изменения состояния почвы, изменение свойств и состава воздушной и водной среды).</i> <i>Меры:</i> <i>Защитные сооружения.</i> <i>Мероприятия по рассредоточению и эвакуации персонала.</i> <i>Средства индивидуальной защиты.</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	<i>Правила по охране труда на предприятиях и организация машиностроения.</i> <i>Правила эксплуатации электрооборудования.</i> <i>Правила по охране труда</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Кырмакова О.С.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8Л11	Чернов Сергей Владимирович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 107 с., 4 рис., 16 табл., 10 источников.

Ключевые слова: размерный анализ, инструмент, Технологический процесс, деталь и размер.

Объектом исследования является «вал шестерня» и технологический процесс ее изготовления.

Цель работы: разработка наиболее эффективного технологического процесса с экономической и технологической точки зрения.

В процессе исследования проводились расчеты припусков и меж переходных размеров, режимов резания и расчет времени.

В результате исследования получили наиболее оптимальные для применения показатели.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: деталь вал шестерня включения представляет собой тело вращения с наличием шпоночного паза. Масса детали 0,51 кг. В качестве материала для изготовления детали втулка включения используется конструкционная легированная сталь 40Х. Деталь имеет высокую твердость HRC 40...45 что благоприятно сказывается на ее эксплуатационных свойствах.

Экономическая эффективность работы была достигнута за счет применения современного оборудования и оснастки.

В будущем планируется внедрение в производство.

Оглавление

Введение	11
1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	12
Техническое задание	12
1.1Анализ технологичности детали	13
1.2 Определение типа производства.....	14
1.3 Разработка маршрута изготовления детали	17
1.4 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали	23
1.4.1 Определение допусков на технологические размеры	23
1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	24
1.4.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров	27
1.4.4 Расчет диаметральных технологических размеров	29
1.4.5 Расчет линейных технологических размеров	35
1.5 Расчет режимов и мощности резания переходов	42
При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка	42
1. Фрезерно-центровальная	43
1. Токарная операция с ЧПУ - 015.....	45
1.6 Нормирование технологических операций	54
1.6.1 Расчет основного времени	54
1.6.2 Расчет вспомогательного времени	57
Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали.....	57
1.6.3 Расчет оперативного времени	57
1.6.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места	58
1.6.2 Расчет времени на отдых	58
1.6.5 Определение подготовительно-заключительного времени.....	59
1.6.7 Расчет штучного времени.....	59
1.6.8. Расчет штучно-калькуляционного времени.....	59
2. Конструкторская часть	60
2.1 Выбор и расчет привода зажимного устройства	60
2.2 Оформление чертежа общего вида описание конструкции и принципа работы приспособления.	61
Глава 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	63
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения	64

3.1.1 Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое».....	64
3.1.2 Определение качества технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD.....	65
3.1.3 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» посредством SWOT-анализа	67
3.2. Планирование научно-исследовательской работы	70
3.2.1 Структура работы в рамках научного исследования.....	70
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	71
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	74
3.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	77
3.2.5 Расчет материальных затрат НТИ.....	77
3.2.6 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	78
3.2.7 Основная заработная плата исполнителей темы	79
3.2.8 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	82
3.2.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	83
3.2.10 Накладные расходы	83
3.2.11 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.	84
3.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	85
Раздел 4. Социальная ответственность.	89
4.1 Техногенная безопасность.....	90
4.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	91
4.2.1 Поражение электрическим током	91
4.2.2 Производственный травматизм.....	92
4.3 Анализ вредных факторов при изготовлении втулки включения и мероприятия по их устранению	93
4.3.1 Попадание СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость) на пол.....	94
4.3.2 Микроклимат.....	95
4.3.3 Производственное освещение.....	96
4.3.4 Производственное освещение.....	96
4.3.5 Повышенный уровень шума.....	97
4.4 Региональная безопасность.....	98
4.4.1 Защита атмосферы	99
4.4.2 Защита гидросферы.....	101
4.4.3. Защита литосферы.....	103

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	103
4.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	104
Заключение	106
Список литературы.	107

Введение.

Машиностроение играет основополагающую роль в ускорении научно-технического прогресса, в повышении производительности труда, в переводе экономики на интенсивный путь развития, создает условия, определяющие развитие многих видов производства и отраслей промышленности.

Важными задачами машиностроения являются совершенствование технологических процессов, внедрение автоматизации производства и точечной механизации. Необходимо так же использовать достижения науки, совершенствовать методы управления персоналом, следить за нормами охраны труда, отдыхом, организацией питания персонала.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали – «вал шестерня». Для этого необходимо рассчитать припуски, режимы резания. Выбрать оборудование, приспособление, инструмент, с помощью которого будет производиться обработка. Кроме того, необходимо рассчитать время, требуемое для изготовления детали. Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали типа «вал шестерня». Чертёж детали представлен на рисунке 1.1.

Годовая программа выпуска: 1500 шт.

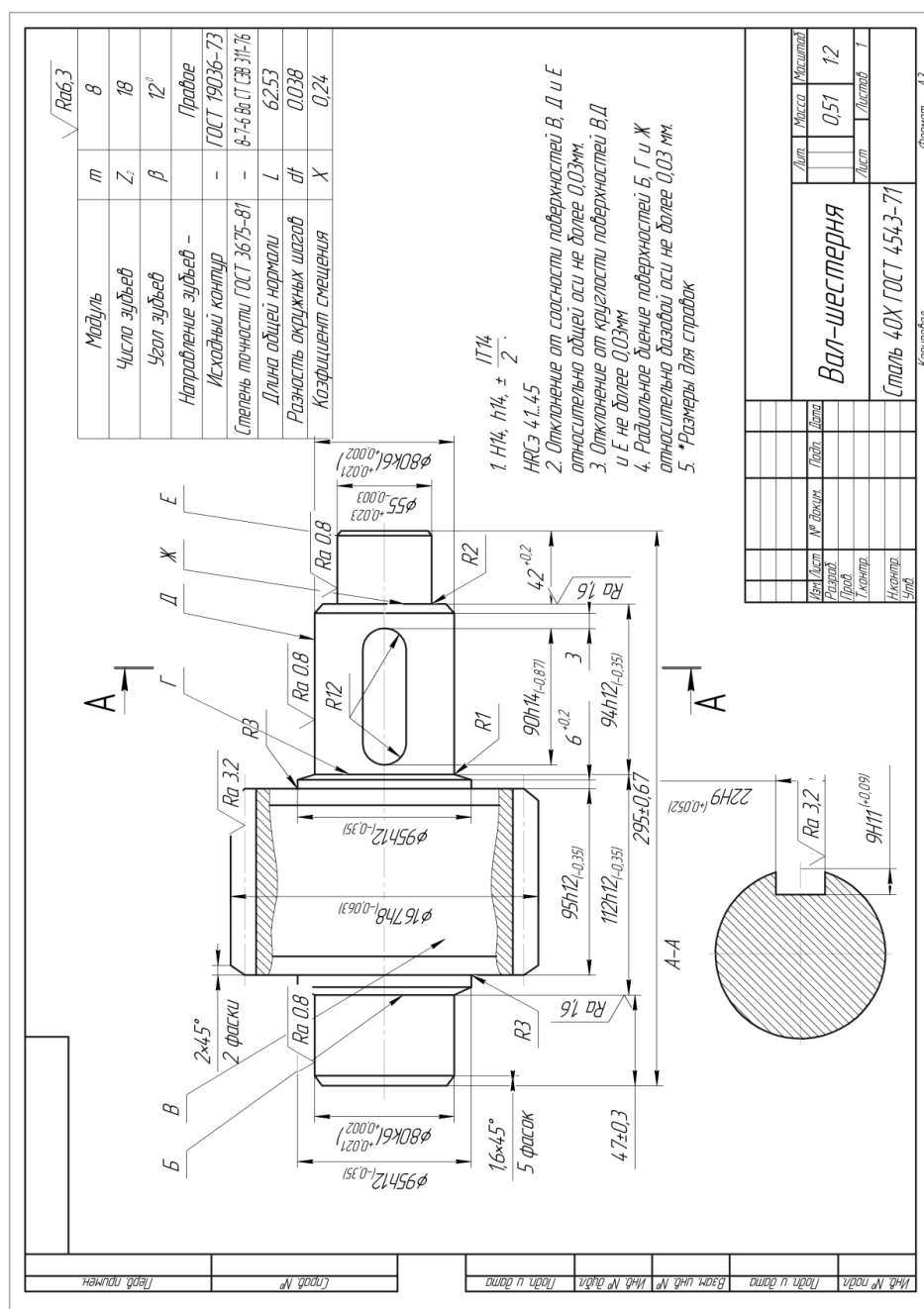


Рисунок 1 - Чертеж детали

1.1 Анализ технологичности детали

Деталь представляет собой ступенчатое тело вращения с зубчатым венцом на наибольшей ступени. Параметры зубчатого венца:

- модуль $m=8$;
- число зубьев $z=18$;
- угол наклона зубьев $\beta = 12^0$
- направление зубьев – правое;
- коэффициент смещения $x=0,24$.

Наличие точных поверхностей с диаметром (80k6) и (55) шероховатостью $Ra=0,8-1,6$ мкм подразумевает применение операции, обеспечивающей высокую точность размеров, например – шлифования.

Что касается точности формы и расположения поверхностей, то, в данном случае они следующие:

- 1) отклонение от соосности поверхностей В, Д и Е относительно общей оси не более 0,03 мм;
- 2) отклонение от круглости поверхностей В, Д и Е не более 0,03 мм;
- 3) радиальное биение поверхностей Б, Г и Ж относительно базовой оси не более 0,03 мм.

Основная цель анализа технологичности конструкции обрабатываемой детали - возможное уменьшение трудоемкости и металлоемкости возможность обработки детали высокопроизводительными методами. Деталь представляет собой тело вращения - вал, с нарезанным на нем зубчатым венцом. В целом деталь обладает средней технологичностью.

В целях снижения металлоёмкости и уменьшения припусков на обработку, в условиях среднесерийного производства выгодно применить в качестве заготовки операции горячей объемной штамповки.

1.2 Определение типа производства

Для определения типа производства на этапе проектирования технологического процесса необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{с}}}{T_{\text{ср}}},$$

где $t_{\text{с}}$ – такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$ – среднее штучно–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\text{с}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}},$$

где $F_{\text{г}}$ – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$ – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице, при односменном режиме работы: $F_{\text{г}} = 2030$ ч.

Тогда

$$t_{\text{с}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{2030 \cdot 60}{1500} = 81,2 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к } i}}{n},$$

где $T_{\text{ш.к } i}$ – штучно – калькуляционное время i - ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3 операции ($n=3$).

$$T_{\text{ш.к } i} = \varphi_{\text{к } i} \cdot T_{\text{oi}}$$

где $\varphi_{к.і}$ – коэффициент і- ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{o.і}$ – основное технологическое время і- ой операции, мин.

Для первой операции (токарная с ЧПУ): $\varphi_{к.1} = 2,14$;

Для второй операции (зубофрезерование): $\varphi_{к.2} = 1,73$;

Для третьей операции (шлифовальной): $\varphi_{к.4} = 2,10$

Основное технологическое время определяем по рекомендациям, где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время первой операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов: точение самой длинной поверхности, подрезка торца.

$$T_{01} = (0,18 \cdot d \cdot l + 0,052(D^2 - d^2)) \cdot 10^{-3}$$

где d – диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$T_{01} = (0,18 \cdot 167 \cdot 95 + 0,052 \cdot (167^2 - 95^2)) \cdot 10^{-3} = 3,84 \text{ мин};$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле:

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{o.1} = 2,14 \cdot 3,84 = 8,22 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время второй операции (см. чертеж детали)

$$T_{02} = (0,34Bmz) \cdot 10^{-3}$$

где B – длина обрабатываемой поверхности.

Тогда:

$$T_{02} = (0,34 \cdot 95 \cdot 8 \cdot 18) \cdot 10^{-3} = 4,65 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции рассчитываем по формуле :

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к2} \cdot T_{о.2} = 1,73 \cdot 4,65 = 8,05 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для третьей, шлифовальной операции (см. чертеж детали):

$$T_{03} = (0,1 \cdot d \cdot l + 2,5 \cdot l) \cdot 10^{-3}$$

тогда

$$T_{03} = (0,1 \cdot 80 \cdot 94 + 2,5 \cdot 94) \cdot 10^{-3} = 0,99 \text{ мин,}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции так же определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к3} \cdot T_{о.3} = 2,1 \cdot 0,99 = 2,08 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.кi}}{n} = \frac{T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3}}{3} = \frac{8,22 + 8,05 + 2,08}{3} = 6,12 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле:

$$K_{з.о.} = \frac{t_b}{T_{cp}} = \frac{81,2}{6,12} = 13,2$$

Так как $K_{з.о.}=13,2$, то тип производства - среднесерийное.

1.3 Разработка маршрута изготовления детали

Маршрут технологии изготовления детали типа «вал-шестерня» представлен в таблице 1. Предварительный маршрут включает в себя схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а так же тексты переходов и их эскизы.

№ оп	Уст	Наименование операции и содержание переходов	Операционные эскизы
005		<u>Заготовительная</u> 1. Штамповать заготовку согласно чертежу	
010		<u>Фрезерно-центровальная</u> Установить, закрепить и снять деталь 1. Фрезеровать торцы заготовки пов.1, 2 в размер $A_{1,1}$; 2. Сверлить центровые отверстия ГОСТ 14034-74 в торцах.	

015	А	<u>Токарная с ЧПУ</u> Установить, закрепить и снять деталь 1. Точить фаску $A_{2,1} \times 45^0$; 2. Точить пов.3 выдерживая размеры $D_{2,2}$ и $A_{2,2}$; 3. Точить фаску $A_{2,3} \times 45^0$; 4. Точить пов.4 выдерживая размеры $D_{2,4}$ и $A_{2,4}$; 5. Точить фаску $A_{2,5} \times 45^0$; 6. Точить пов.5 выдерживая размеры $D_{2,6}$ и $A_{2,6}$; 7. Точить фаску $A_{2,7} \times 45^0$; 8. Точить пов.6 выдерживая размеры $D_{2,8}$.	
	Б	Установить, закрепить и снять деталь 9. Точить фаску $A_{2,9} \times 45^0$; 10. Точить пов.7 выдерживая размеры $D_{2,10}$ и $A_{2,10}$; 11. Точить фаску $A_{2,11} \times 45^0$; 12. Точить пов.8 выдерживая размеры $D_{2,12}$ и $A_{2,12}$; 13. Точить фаску $A_{2,13} \times 45^0$.	

020	<u>Вертикально-фрезерная</u> Установить, закрепить и снять деталь 1. Фрезеровать закрытый шпоночный паз пов. 9, выдерживая размеры $A_{3'1}$, $A_{3''1}$, $A_{3'''1}$, $A_{3''''1}$,																												
025	<u>Зубофрезерная</u> Установить, закрепить и снять деталь 1. Фрезеровать зубья на пов. 10 согласно таблице параметров зубчатого венца.	<table border="1"> <tr> <td>Модуль</td><td>m</td><td>8</td></tr> <tr> <td>Число зубьев</td><td>Z_z</td><td>18</td></tr> <tr> <td>Угол зубьев</td><td>β</td><td>12°</td></tr> <tr> <td>Направление зубьев –</td><td></td><td>Правое</td></tr> <tr> <td>Исходный контур</td><td>–</td><td>ГОСТ 19036-73</td></tr> <tr> <td>Степень точности ГОСТ 3675-81</td><td>–</td><td>8-7-6 Ba CT (38) 11-76</td></tr> <tr> <td>Длина общей нормали</td><td>L</td><td>62,53</td></tr> <tr> <td>Разность окружных шагов</td><td>df</td><td>0,038</td></tr> <tr> <td>Коэффициент смещения</td><td>X</td><td>0,24</td></tr> </table>	Модуль	m	8	Число зубьев	Z_z	18	Угол зубьев	β	12°	Направление зубьев –		Правое	Исходный контур	–	ГОСТ 19036-73	Степень точности ГОСТ 3675-81	–	8-7-6 Ba CT (38) 11-76	Длина общей нормали	L	62,53	Разность окружных шагов	df	0,038	Коэффициент смещения	X	0,24
Модуль	m	8																											
Число зубьев	Z_z	18																											
Угол зубьев	β	12°																											
Направление зубьев –		Правое																											
Исходный контур	–	ГОСТ 19036-73																											
Степень точности ГОСТ 3675-81	–	8-7-6 Ba CT (38) 11-76																											
Длина общей нормали	L	62,53																											
Разность окружных шагов	df	0,038																											
Коэффициент смещения	X	0,24																											
030	Термическая Закалка и отпуск HRC 41...45																												

035	А	<u>Круглошлифовальная</u> Установить, закрепить и снять деталь 1. Шлифовать пов.11 выдерживая размеры $D_{4,1}$; 2. Шлифовать пов.12 выдерживая размеры $D_{4,2}$;	
	Б	Установить, закрепить и снять деталь 3. Шлифовать пов.13 выдерживая размеры $D_{4,3}$;	

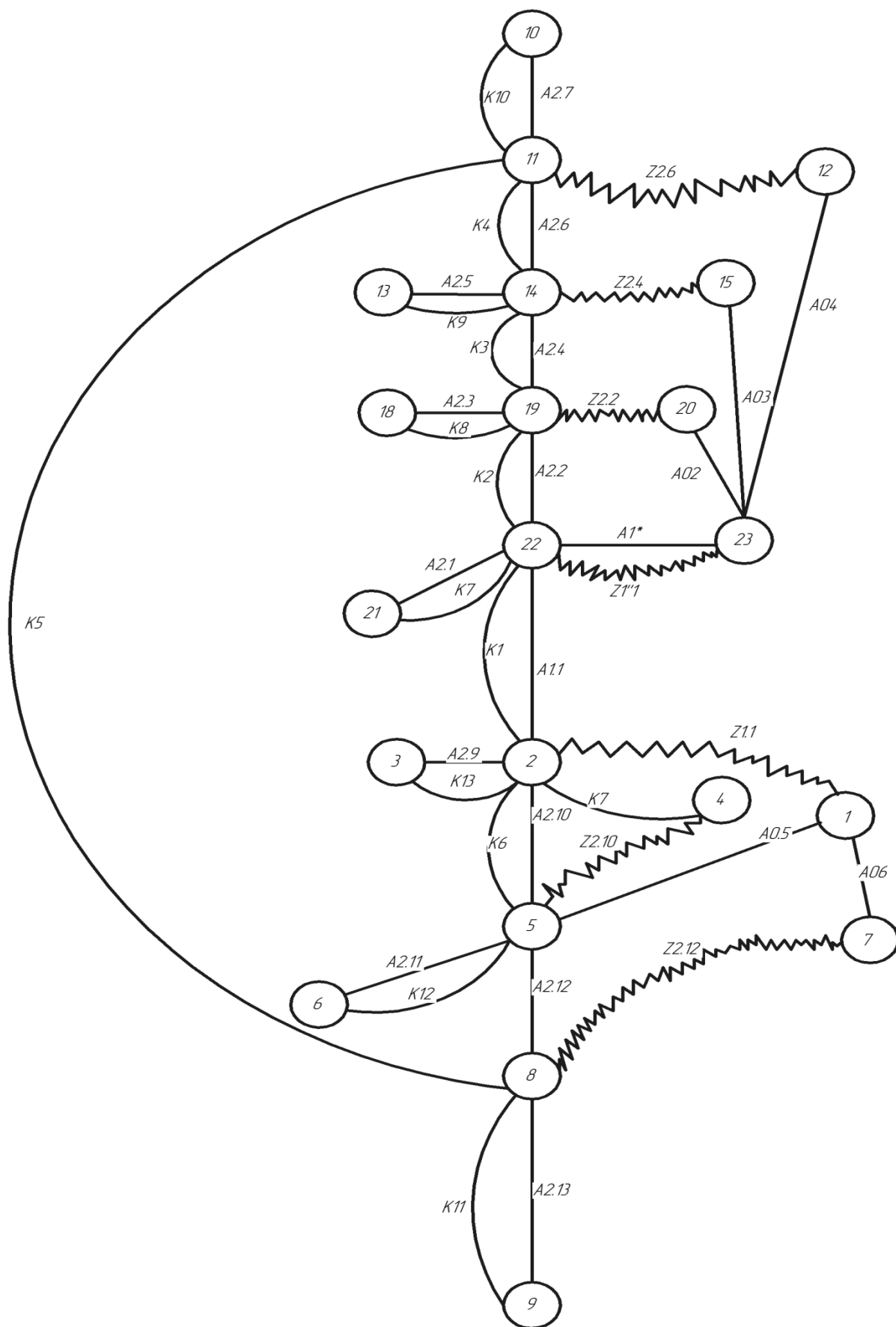


рис.3 Граф технологических размеров

1.4 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

1.4.1 Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности.

Эти таблицы включают в себя статистические данные по погрешностям размерам заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Величина допуска непосредственно зависит от вида и метода обработки, используемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

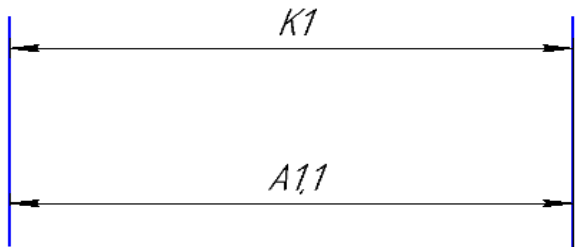
Допуски на линейные размеры, мм.	Допуски на диаметральные размеры, мм.
$TA_{1,1} = 0,1$	$TD_{0,1} = 0,6$
$TA_{2,2} = 0,05$	$TD_{0,2} = 0,6$
$TA_{2,4} = 0,05$	$TD_{0,3} = 0,7$
$TA_{2,6} = 0,05$	$TD_{0,4} = 0,8$
$TA_{2,12} = 0,05$	$TD_{2,2} = 0,2$
$TA_{2,10} = 0,05$	$TD_{2,4} = TD_{2,10} = 0,25$
$TA_{2,1} = 0,25$	$TD_{31} = 0,25$
$TA_{2,3} = 0,25$	$TD_{41} = 0,3$
$TA_{2,5} = 0,25$	$TD_{12} = 0,1$
$TA_{2,7} = 0,25$	$TD_{22} = 0,1$
$TA_{2,13} = 0,25$	$TD_{2,6} = TD_{2,12} = \omega_i = 0,35$

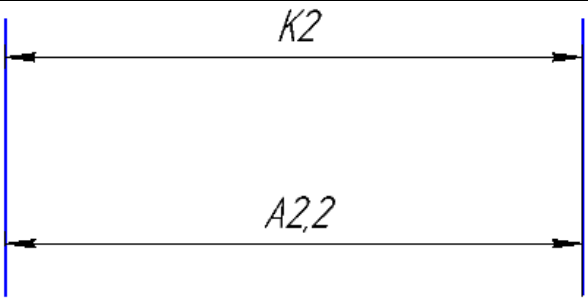
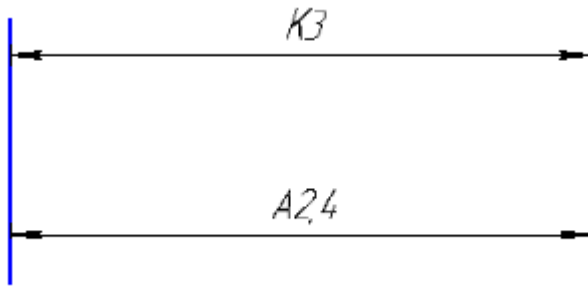
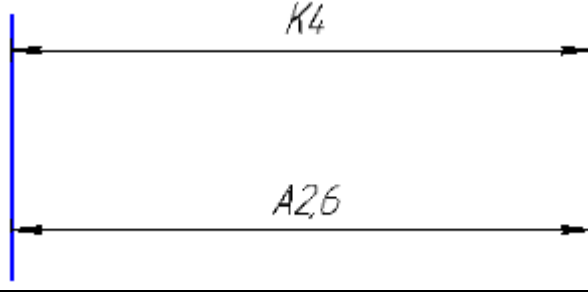
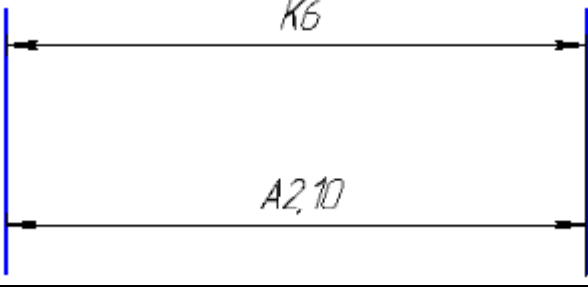
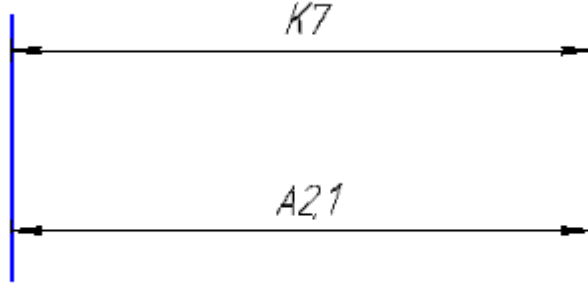
$TA_{2,11} = 0,25$	$TD_{2,8} = \omega_i = 0,063$
$TA_{2,9} = 0,25$	$TD_{4,1} = \omega_i = 0,026$
$TA_{0,1} = 1.3$	$TD_{4,2} = TD_{4,3} = \omega_i = 0,023$
$TA_{0,2} = 0.8$	
$TA_{0,3} = 0.8$	
$TA_{0,4} = 1$	
$TA_{0,5} = 0.6$	
$TA_{0,6} = 0.6$	

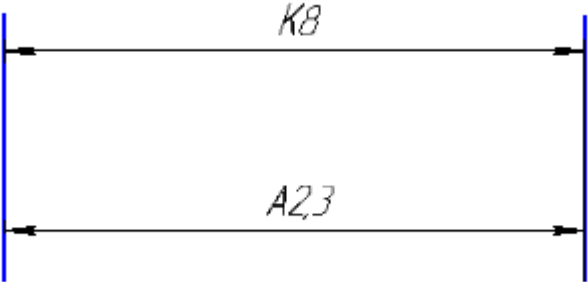
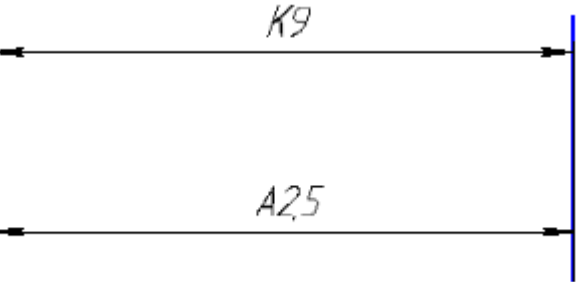
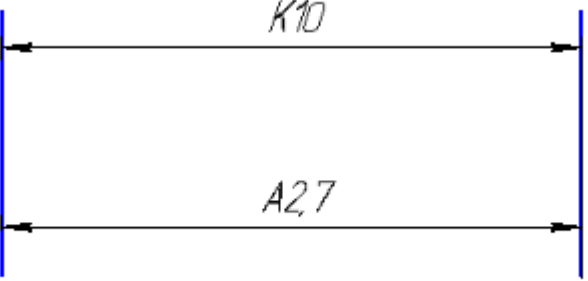
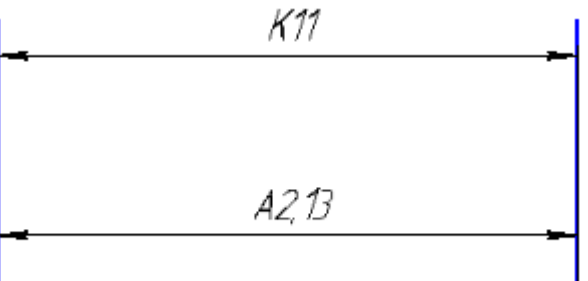
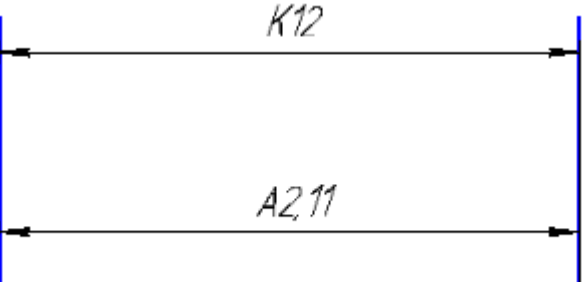
1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

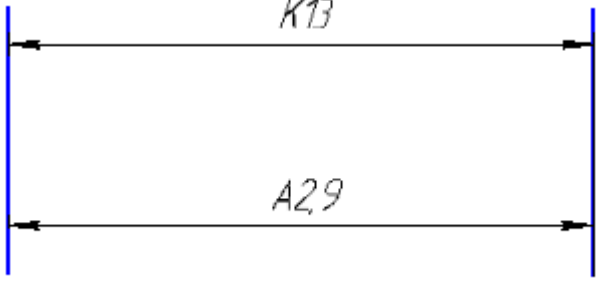
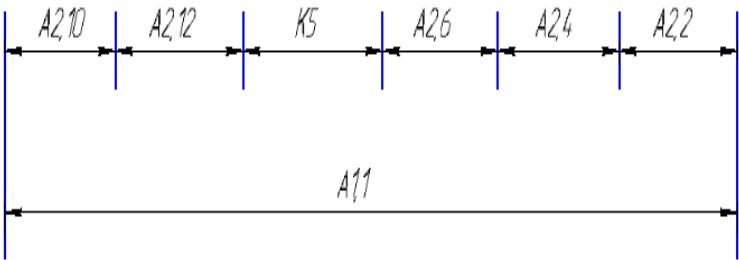
Для проверки обеспечения точности конструкторских размеров необходимо построить размерную схему отдельно в осевом и радиальном направлениях. На данную схему наносят все технологические размеры, припуски на обработку, а так же конструкторские размеры. На основании построенной размерной схемы выделяют размерные цепи, замыкающимися звеньями в которых являются конструкторские размеры и припуски на обработку.

Конструкторские размеры выдерживаемые непосредственно:

1. $TK_1 \geq TA_{1,1}$ $TK_1 = 1.34$ $TA_{1,1} = 0.1$	
--	--

2. $TK_2 \geq TA_{2.2}$ $TK_2 = 0.2$ $TA_{2.2} = 0.05$	
3. $TK_3 \geq TA_{2.4}$ $TK_3 = 0.35$ $TA_{2.4} = 0.05$	
4. $TK_4 \geq TA_{2.6}$ $TK_4 = 0.02$ $TA_{2.6} = 0.05$	
5. $TK_6 \geq TA_{2.10}$ $TK_6 = 0.2$ $TA_{2.10} = 0.05$	
6. $TK_7 \geq TA_{2.1}$ $TK_7 = 0.2$ $TA_{2.1} = 0.25$	

7. $TK_8 \geq TA_{2.3}$ $TK_8 = 0.25$ $TA_{2.3} = 0.25$	
8. $TK_9 \geq TA_{2.5}$ $TK_9 = 0.25$ $TA_{2.5} = 0.25$	
9. $TK_{10} \geq TA_{2.7}$ $TK_{10} = 0.25$ $TA_{2.7} = 0.25$	
10. $TK_{11} \geq TA_{2.13}$ $TK_{11} = 0.25$ $TA_{2.13} = 0.25$	
11. $TK_{12} \geq TA_{2.11}$ $TK_{12} = 0.25$ $TA_{2.11} = 0.25$	

12. $TK_{13} \geq TA_{2.9}$ $TK_{13} = 0.25$ $TA_{2.9} = 0.25$	
13. $TK_5 \geq \sum TA$ $TA_{2.10} + TA_{2.12} + TA_{2.6}$ $+ TA_{2.4} + TA_{2.2}$ $+ TA_{1.1} = 3.5$ $TK_5 = 0.46$	

1.4.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

Расчет минимальных припусков

Существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический.

При нормативном методе значения $z_{i \min}$ находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных.

При расчетно-аналитическом методе $z_{i \min}$ находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.

Расчет минимальных значений для диаметральных припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_i^{D \min} = 2 \cdot \left(R_{z i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_1^2} \right),$$

где: $z_{\min i}^D$ – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{z i-1}$ – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

h_{i-1} - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;
 ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;
 ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi i-1}^2 + \rho_{p i-1}^2} ,$$

где: $\rho_{\phi i-1}$ – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p i-1}$ – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$$z_{2.2}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,02^2}) = 0,58 \text{ мм},$$

$$z_{2.4}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,02^2}) = 0,58 \text{ мм}.$$

$$z_{2.6}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,04^2}) = 0,59 \text{ мм},$$

$$z_{2.8}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,04^2}) = 0,59 \text{ мм},$$

$$z_{2.10}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,02^2}) = 0,58 \text{ мм},$$

$$z_{2.10}^{D \min} = 2 \cdot (0,04 + 0,05 + \sqrt{0,2^2 + 0,04^2}) = 0,59 \text{ мм},$$

$$z_{4.1}^{D \min} = 2 \cdot (0,02 + 0,02 + \sqrt{0,1^2 + 0,03^2}) = 0,28 \text{ мм}$$

$$z_{4.2}^{D \min} = 2 \cdot (0,02 + 0,02 + \sqrt{0,1^2 + 0,03^2}) = 0,28 \text{ мм}$$

$$z_{4.3}^{D \min} = 2 \cdot (0,02 + 0,02 + \sqrt{0,1^2 + 0,03^2}) = 0,28 \text{ мм}$$

Расчет минимальных значений для линейных припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_i^{\min} = R_{z i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1},$$

где: $z_{\min i}^D$ – минимальный припуск на длину для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{z i-1}$ – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1}^2 + \rho_{p i-1}^2,$$

где: $\rho_{\phi i-1}$ – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p i-1}$ – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$$z_{1'1}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{1''1}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{2.2}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{2.4}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{2.6}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{2.10}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

$$z_{2.12}^{\min} = 0,16 + 0,3 + 0,5 = 0,96 \text{ мм},$$

1.4.4 Расчет диаметральных технологических размеров

$$D_{4.1} = K_{14} = 50_{-0,003}^{+0,023} \text{ мм},$$

$$D_{4.2} = D_{4.3} = K_{15} = 80_{+0,002}^{+0,021} \text{ мм},$$

$$D_{2.6} = D_{2.12} = K_{17} = 95_{-0,35} \text{ мм},$$

$$D_{2.8} = K_{16} = 167_{-0,063} \text{ мм}$$

1. Найдем технологический размер $D_{2.10}$.

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $D_{2.10}$.

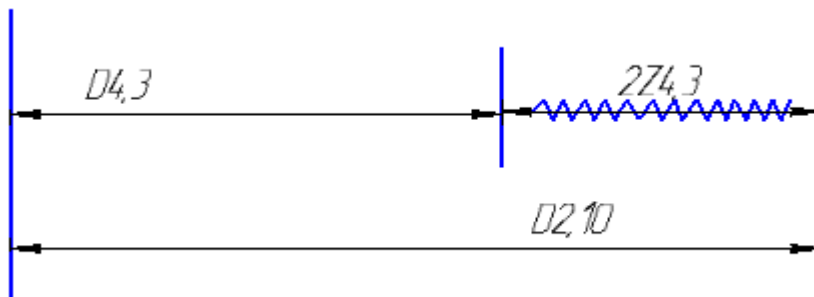
$$D_{2.10}^{cp} = D_{4.3}^{cp} + 2z_{4.3}^{D\ cp}$$

$$D_{4.3}^{cp} = 80,207 \text{ мм},$$

$$2z_{4.3}^{D\ cp} = \frac{z_{22}^{D\ min} + (2z_{4.3}^{D\ min} + TD_{4.3} + TD_{2.10})}{2} = \frac{0,58 + (0,58 + 0,1 + 0,25)}{2} = 0,755 \text{ мм},$$

$$D_{2.10}^{cp} = D_{4.3}^{cp} + 2z_{4.3}^{D\ cp} = 80,207 + 0,755 = 80,962 \text{ мм}$$

$$D_{2.10} = 80.962 \pm 0.125 = 81.087_{-0.25} = 81.1_{-0.25} \text{ мм}$$



2. Найдем технологический размер $D_{2.4}$.

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $D_{2.4}$.

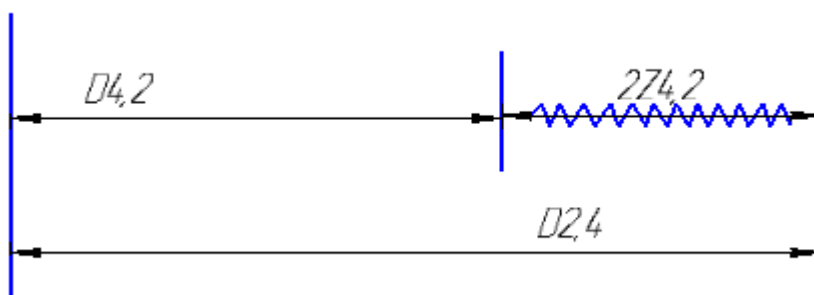
$$D_{2.4}^{cp} = D_{4.2}^{cp} + 2z_{4.2}^{D\ cp}$$

$$D_{4.2}^{cp} = 80,207 \text{ мм},$$

$$2z_{4.2}^{D\ cp} = \frac{z_{22}^{D\ min} + (2z_{4.2}^{D\ min} + TD_{4.2} + TD_{2.4})}{2} = \frac{0,58 + (0,58 + 0,1 + 0,25)}{2} = 0,755 \text{ мм},$$

$$D_{2.4}^{cp} = D_{4.2}^{cp} + 2z_{4.2}^{D\ cp} = 80,207 + 0,755 = 80,962 \text{ мм}$$

$$D_{2.4} = 80.962 \pm 0.125 = 81.087_{-0.25} = 81.1_{-0.25} \text{ мм}$$



3. Найдем технологический размер $D_{2.2}$.

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $D_{2.2}$.

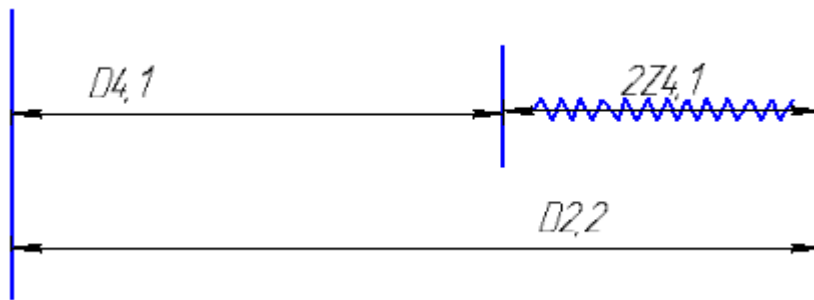
$$D_{2.2}^{cp} = D_{4.1}^{cp} + 2z_{4.1}^{D\ cp}$$

$$D_{4.1}^{cp} = K_{14}^{cp} = 50,01 \text{ мм},$$

$$2z_{4.1}^{D\ cp} = \frac{z_{13}^{D\ min} + (2z_{4.1}^{D\ min} + TD_{4.1} + TD_{2.2})}{2} = \frac{0,28 + (0,28 + 0,026 + 0,1)}{2} = 0,343 \text{ мм},$$

$$D_{2.2}^{cp} = D_{4.1}^{cp} + 2z_{4.1}^{D\ cp} = 50,01 + 0,343 = 50,353 \text{ мм}.$$

$$D_{2.2} = 50,353 \pm 0,1 = 50,453_{-0,2} = 50,5_{-0,2} \text{ мм}$$



4. Найдем технологический размер $D_{0.3}$.

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $D_{0.3}$.

$$2z_{2.12}^{D\ cp} = D_{2.12}^{cp} - D_{0.3}^{cp}$$

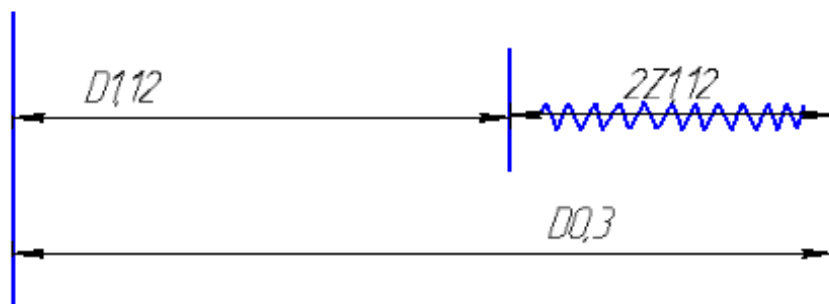
$$D_{0.3}^{cp} = D_{2.12}^{cp} + 2z_{2.12}^{D\ cp}$$

$$D_{0.3}^{cp} = 95,59 \text{ мм},$$

$$2z_{2.12}^{D\ cp} = \frac{2z_{2.12}^{D\ min} + (2z_{2.12}^{D\ min} + TD_{2.12} + TD_{0.3})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,25 + 0,7)}{2} = 2,805 \text{ мм},$$

$$D_{0.3}^{cp} = D_{2.12}^{cp} + 2z_{2.12}^{D\ cp} = 95,59 + 2,805 = 98,395 \text{ мм}.$$

$$D_{0,3} = 98,359 \pm 0.35 = 98,73_{-0.7} = 98,8_{-0.7} \text{ мм}$$



5. Найдем технологический размер $D_{0,5}$.

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $D_{0,5}$.

$$2z_{2,10}^{D \text{ cp}} = D_{0,5}^{\text{cp}} - D_{2,10}^{\text{cp}}$$

$$D_{0,5}^{\text{cp}} = D_{2,10}^{\text{cp}} + 2z_{2,10}^{D \text{ cp}}$$

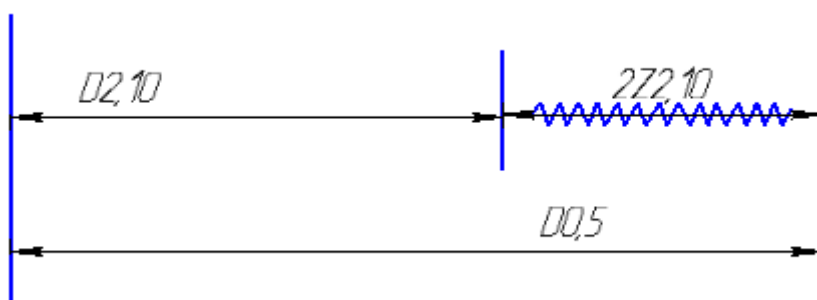
$$D_{2,10}^{\text{cp}} = 80,837 \text{ мм},$$

$$2z_{2,10}^{D \text{ cp}} = \frac{2z_{2,10}^{D \text{ min}} + (2z_{2,10}^{D \text{ min}} + TD_{2,10} + TD_{0,5})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,25 + 0,6)}{2}$$

$$= 2,755 \text{ мм},$$

$$D_{0,5}^{\text{cp}} = D_{2,10}^{\text{cp}} + 2z_{2,10}^{D \text{ cp}} = 81,1 + 2,755 = 83,855 \text{ мм}.$$

$$D_{0,5} = 83,855 \pm 0.3 = 84,155_{-0.6} = 84,2_{-0.6} \text{ мм}$$



6. Найдем технологический размер $D_{0,4}$.

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $D_{0,4}$.

$$2z_{2,8}^{D \text{ cp}} = D_{0,4}^{\text{cp}} - D_{2,8}^{\text{cp}}$$

$$D_{0.4}^{cp} = D_{2.8}^{cp} + 2z_{2.8}^{D\ cp}$$

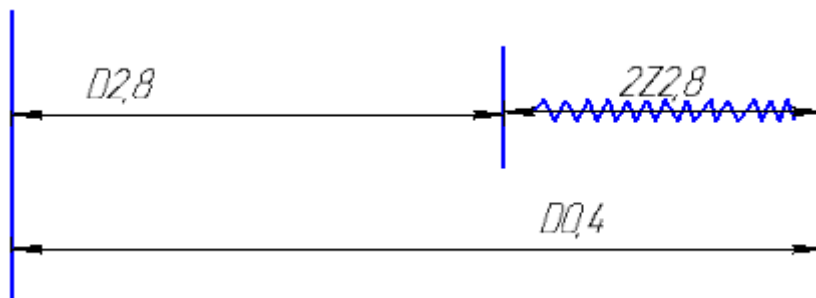
$$D_{2.8}^{cp} = 167,541 \text{ мм},$$

$$2z_{2.8}^{D\ cp} = \frac{2z_{2.8}^{D\ min} + (2z_{2.8}^{D\ min} + TD_{2.8} + TD_{0.4})}{2} = \frac{2,64 + (2,64 + 0,3 + 0,8)}{2}$$

$$= 3,19 \text{ мм},$$

$$D_{0.4}^{cp} = D_{2.8}^{cp} + 2z_{2.8}^{D\ cp} = 167,541 + 3,196 = 170,731 \text{ мм}.$$

$$D_{0.4} = 170,731 \pm 0.4 = 171,131_{-0.8} = 171,2_{-0.8} \text{ мм}$$



7. Найдем технологический размер $D_{0.3}$.

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $D_{0.3}$.

$$2z_{2.6}^{D\ cp} = D_{0.3}^{cp} - D_{2.6}^{cp}$$

$$D_{0.3}^{cp} = D_{2.6}^{cp} + 2z_{2.6}^{D\ cp}$$

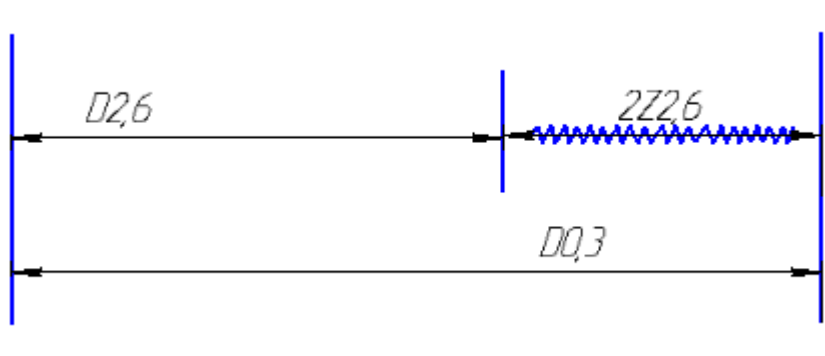
$$D_{2.6}^{cp} = 95,59 \text{ мм},$$

$$2z_{2.6}^{D\ cp} = \frac{2z_{2.6}^{D\ min} + (2z_{2.6}^{D\ min} + TD_{2.6} + TD_{0.3})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,25 + 0,7)}{2}$$

$$= 2,805 \text{ мм},$$

$$D_{0.3}^{cp} = D_{2.6}^{cp} + 2z_{2.6}^{D\ cp} = 95,59 + 2,805 = 98,395 \text{ мм}.$$

$$D_{0.3} = 98,395 \pm 0.35 = 98,73_{-0.7} = 98,8_{-0.7} \text{ мм}$$



8. Найдем технологический размер $D_{0,2}$.

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $D_{0,2}$.

$$2z_{2,4}^{D_{cp}} = D_{0,2}^{cp} - D_{2,4}^{cp}$$

$$D_{0,2}^{cp} = D_{2,4}^{cp} + 2z_{2,4}^{D_{cp}}$$

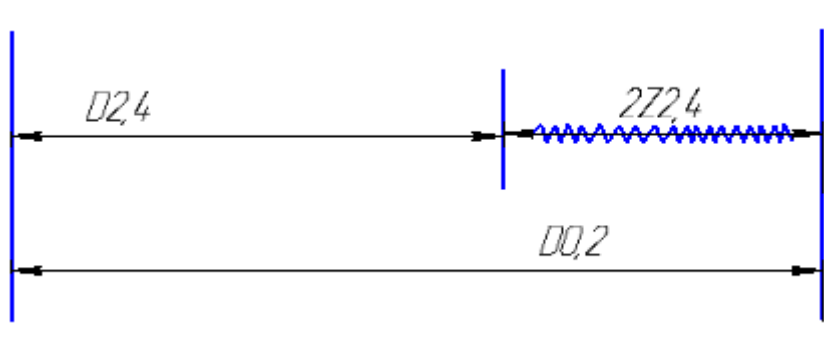
$$D_{2,4}^{cp} = 80,837 \text{ мм},$$

$$2z_{2,4}^{D_{cp}} = \frac{2z_{2,4}^{D_{min}} + (2z_{2,4}^{D_{min}} + TD_{2,4} + TD_{0,2})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,25 + 0,6)}{2}$$

$$= 2,755 \text{ мм},$$

$$D_{0,2}^{cp} = D_{2,4}^{cp} + 2z_{2,4}^{D_{cp}} = 80,837 + 2,755 = 83,592 \text{ мм}.$$

$$D_{0,2} = 83,592 \pm 0,3 = 83,892_{-0,6} = 83,9_{-0,6} \text{ мм}$$



9. Найдем технологический размер $D_{0,1}$.

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера $D_{0,1}$.

$$2z_{2,2}^{D_{cp}} = D_{0,1}^{cp} - D_{2,2}^{cp}$$

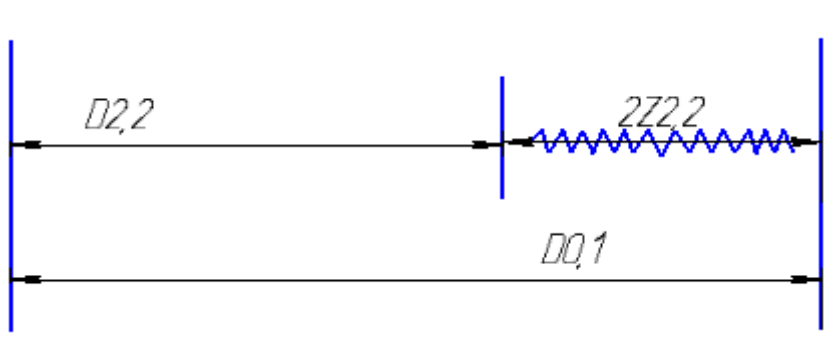
$$D_{0,1}^{cp} = D_{2,2}^{cp} + 2z_{2,2}^{D_{cp}}$$

$$D_{2.2}^{cp} = 50,973 \text{ мм},$$

$$2z_{2.2}^{D\text{ cp}} = \frac{2z_{2.2}^{D\text{ min}} + (2z_{2.2}^{D\text{ min}} + TD_{2.2} + TD_{0.1})}{2} = \frac{2,33 + (2,33 + 0,2 + 0,6)}{2} = 2,73 \text{ мм},$$

$$D_{0.1}^{cp} = D_{2.2}^{cp} + 2z_{2.2}^{D\text{ cp}} = 50,973 + 2,73 = 53,703 \text{ мм}.$$

$$D_{0.1} = 53,703 \pm 0.3 = 54,003_{-0.6} = 54,1_{-0.6} \text{ мм}$$



1.4.5 Расчет линейных технологических размеров

1. Найдем технологический размер $A_{0.1}$.

$$A_{0.1}^{cp} = A_{1.1}^{cp} + 2Z_{1''1}^{cp}$$

$$A_{1.1}^{cp} = K_1 = 295 \pm 0.05$$

$$A_{1.1}^{cp} = 295$$

$$2z_{1''1}^{cp} = 2\left(\frac{z_{1''1}^{\text{min}} + z_{1''1}^{\text{min}} + TA_{1.1} + TA_{0.1}}{2}\right) = 0.96 + 0.96 + 0.1 + 1.3 = 3.32 \text{ мм},$$

$$A_{0.1}^{cp} = A_{1.1}^{cp} + 2z_{1''1}^{cp} = 295 + 3 + 32 = 298,32 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } A_{0.1} = 298,32 \pm 0.65 = 298.97_{-1.3} = 299_{-1.3} \text{ мм}.$$

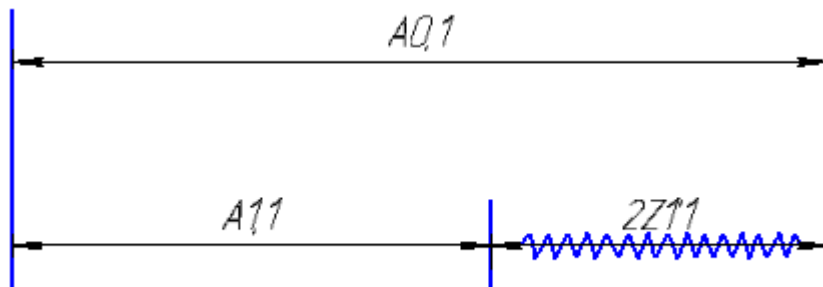
$$Z_{1''1}^{cp} = \frac{A_{0.1}^{cp} - A_{1.1}^{cp}}{2} = \frac{298.35 - 295}{2} = \frac{3.35}{2} = 1.675 \text{ мм}$$

$$Z_{1''1}^{\text{max}} = A_{0.1}^{\text{max}} - A_{1.1}^{\text{min}} = 299 - 294.95 = 4.05 \text{ мм}$$

$$Z_{1''1}^{\text{max}} = A_{1.1}^{\text{max}} - A_{1.1}^{\text{min}} = 299 - 294.95 = 4.05 \text{ мм}$$

$$Z_{1''1}^{min} = A_{0.1}^{min} - A_{1.1}^{max} = 297.7 - 295.05 = 2.65 \text{ мм}$$

$$TZ_{1''1} = Z_{1''1}^{max} - Z_{1''1}^{min} = 4.05 - 2.65 = 1.4 \text{ мм}$$



2. Найдем технологический размер $A_{0.2}$.

$$A_{0.2}^{cp} = A_{2.2}^{cp} + Z_{1''1}^{cp} - Z_{2.2}^{cp}$$

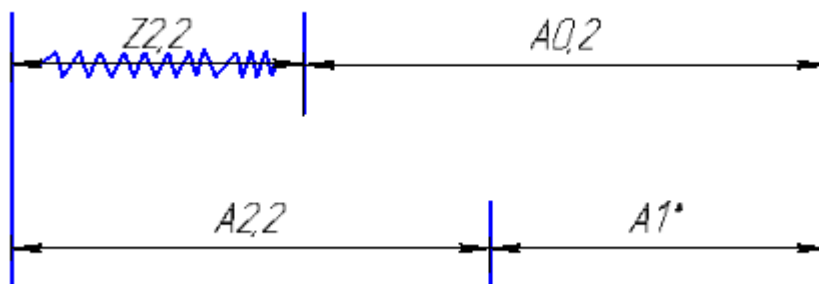
$$A_{2.2}^{cp} = K_2^{cp} = 42.1$$

$$Z_{1''1}^{cp} = 1.675$$

$$Z_{1''1}^{cp} = \frac{z_{2.2}^{min} + z_{2.2}^{max} + TA_{2.2} + TA_{0.2} + TZ_{1''1}}{2} = \frac{0.96 + 0.2 + 0.6 + 1.4 + 0.96}{2} = 2.06 \text{ мм},$$

$$A_{0.2}^{cp} = 42.1 + 1.675 - 2.06 = 41.715 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } A_{0.2} = 41.715 \pm 0.3 = 41.7 \pm 0.3 \text{ мм.}$$



3. Найдем технологический размер $A_{0.3}$.

$$A_{0.3}^{cp} = A_{2.4}^{cp} + A_{2.2}^{cp} + Z_{1''1}^{cp} - Z_{2.4}^{cp}$$

$$A_{2.2}^{cp} = K_2^{cp} = 42.1$$

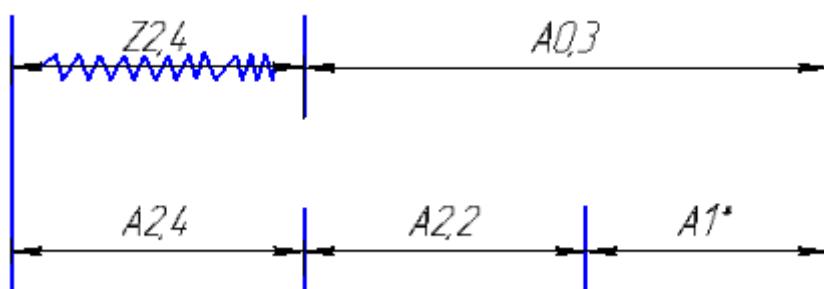
$$A_{2,4}^{cp} = K_3^{cp} = 93.77$$

$$Z_{1'',1}^{cp} = 1.675$$

$$z_{2,4}^{cp} = \frac{z_{2,4}^{\min} + z_{2,4}^{\min} + TA_{2,4} + TA_{0,3}}{2} = \frac{0.96 + 0.05 + 0.8 + 0.96}{2} = 1,385 \text{ мм},$$

$$A_{0,3}^{cp} = 93,77 + 42,1 + 1,675 - 1,385 = 136,16 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } A_{0,3} = 136.16 \pm 0.4 = 136.2 \pm 0.4 \text{ мм.}$$



4. Найдем технологический размер $A_{0,4}$.

$$A_{0,4}^{cp} = A_{2,2}^{cp} + A_{2,4}^{cp} + A_{2,6}^{cp} + Z_{1'',1}^{cp} - Z_{2,6}^{cp}$$

$$A_{2,2}^{cp} = K_2^{cp} = 42.1$$

$$A_{2,4}^{cp} = K_3^{cp} = 93,77$$

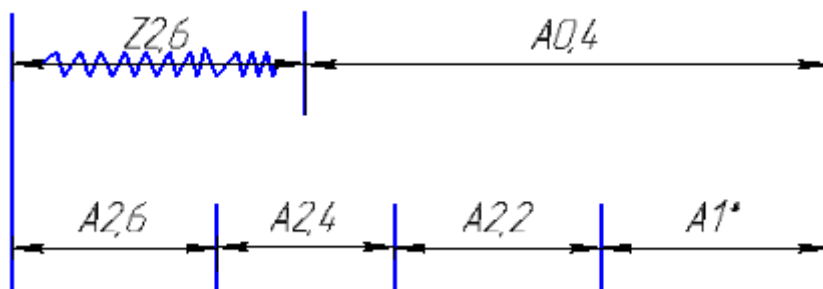
$$A_{2,6}^{cp} = K_3^{cp} = 8,1$$

$$Z_{1'',1}^{cp} = 1.675$$

$$z_{2,6}^{cp} = \frac{z_{2,6}^{\min} + z_{2,6}^{\min} + TA_{2,2} + TA_{2,4} + TA_{2,6} + TA_{0,4}}{2} = \frac{0.96 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0.96 + 0,25}{2} = 1,16 \text{ мм},$$

$$A_{0,4}^{cp} = 42.1 + 93,77 + 8,1 + 1,675 - 1,16 = 144,485 \pm 0.5 = 144.5 \pm 0.5$$

мм



5. Найдем технологический размер $A_{0.5}$.

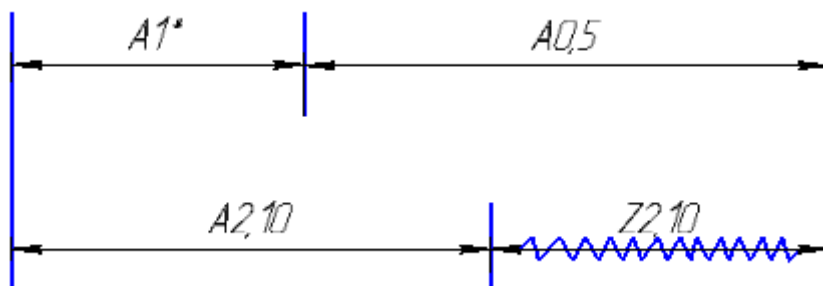
$$A_{0.5}^{cp} = A_{2.10}^{cp} + Z_{1''1}^{cp} - Z_{2.10}^{cp}$$

$$A_{2.10}^{cp} = K_6^{cp} = 47,1 \text{ мм}$$

$$Z_{1''1}^{cp} = 1.675$$

$$Z_{2.10}^{cp} = \frac{z_{2.10}^{\min} + z_{2.2,10}^{\min} + TA_{2.10} + TA_{0.5}}{2} = \frac{0.96 + 0.1 + 0.8 + 0.96}{2} = 1,41 \text{ мм},$$

$$A_{0.5}^{cp} = 47,1 + 1.675 - 1,41 = 47,365 \pm 0.3 = 47.4 \pm 0.3 \text{ мм}$$



6. Найдем технологический размер $A_{0.6}$.

$$A_{0.6}^{cp} = A_{2.10}^{cp} + A_{2.12}^{cp} + Z_{1''1}^{cp} - Z_{2.12}^{cp}$$

$$A_{2.10}^{cp} = K_6^{cp} = 47.1 \text{ мм}$$

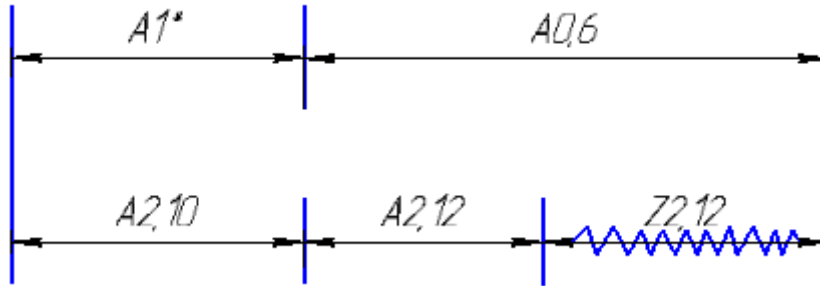
$$A_{2.12}^{cp} = 8,1 \text{ мм}$$

$$Z_{1''1}^{cp} = 1.675$$

$$z_{2,12}^{cp} = \frac{z_{2,12}^{min} + z_{2,12}^{min} + TA_{2,10} + TA_{2,12} + TA_{0,6}}{2}$$

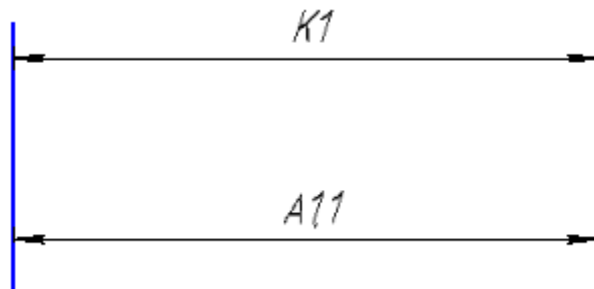
$$= \frac{0.96 + 0.05 + 0.05 + 0.25 + 0.96}{2} = 1,135 \text{ мм},$$

$$A_{0,6}^{cp} = 47.1 + 8.1 + 1.675 - 1.135 = 54.065 \pm 0.3 = 54.1 \pm 0.3 \text{ мм}$$



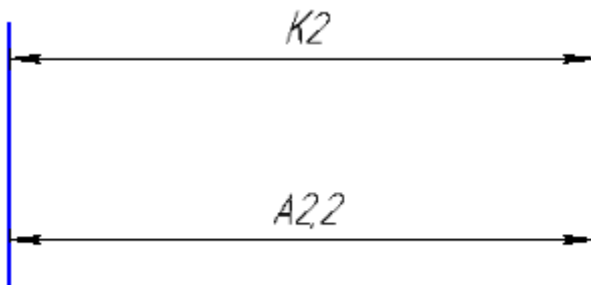
7. Найдем технологический размер $A_{1.1}$.

$$A_{1.1} = K_1 = 295 \pm 0.67 \text{ мм}.$$



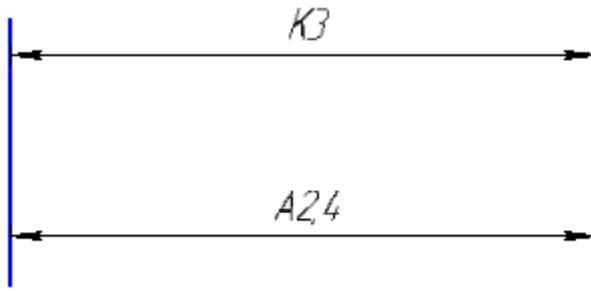
8. Найдем технологический размер $A_{2.2}$.

$$A_{2.2} = K_2 = 42^{+0.2} \text{ мм}.$$



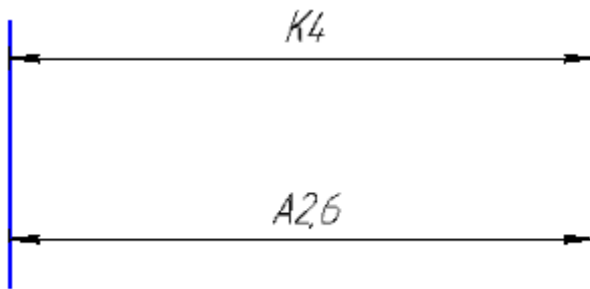
9. Найдем технологический размер $A_{2.4}$.

$$A_{2.4} = K_3 = 90_{-0.87} \text{ мм}.$$



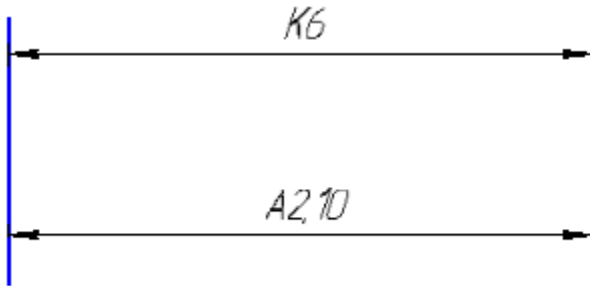
10. Найдем технологический размер $A_{2.6}$.

$$A_{2.6} = K_4 = 8.5^{+0.2} \text{ мм.}$$



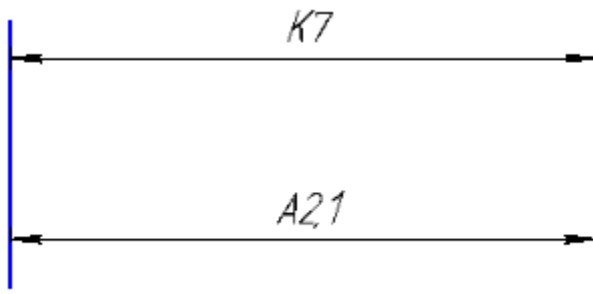
11. Найдем технологический размер $A_{2.10}$.

$$A_{2.10} = K_6 = 47^{+0.2} \text{ мм.}$$



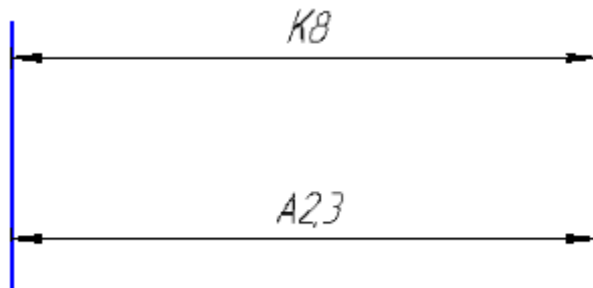
12. Найдем технологический размер $A_{2.1}$.

$$A_{2.1} = K_7 = 1.6^{+0.125} \text{ мм.}$$



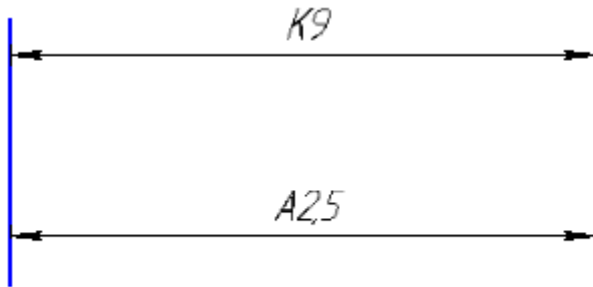
13. Найдем технологический размер $A_{2.3}$.

$$A_{2.3} = K_8 = 1.6^{+0.125} \text{ мм.}$$



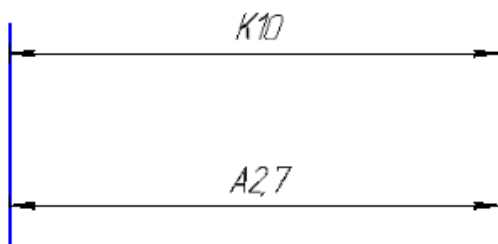
14. Найдем технологический размер $A_{1.5}$.

$$A_{2.5} = K_9 = 1.6^{+0.125} \text{ мм.}$$



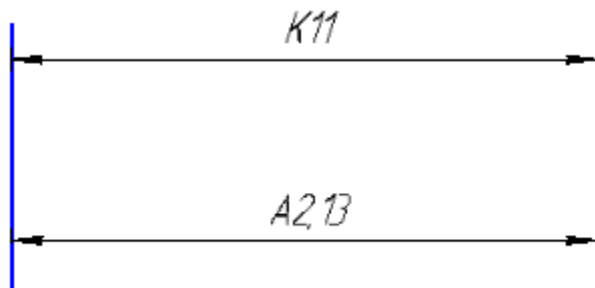
15. Найдем технологический размер $A_{2.7}$.

$$A_{2.7} = K_{10} = 2^{+0.125} \text{ мм.}$$



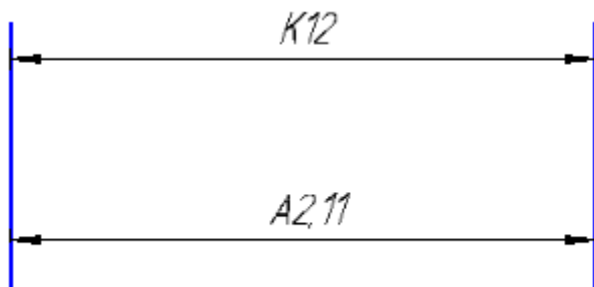
16. Найдем технологический размер $A_{2.13}$.

$$A_{2.13} = K_{11} = 2^{+0.125} \text{ мм.}$$



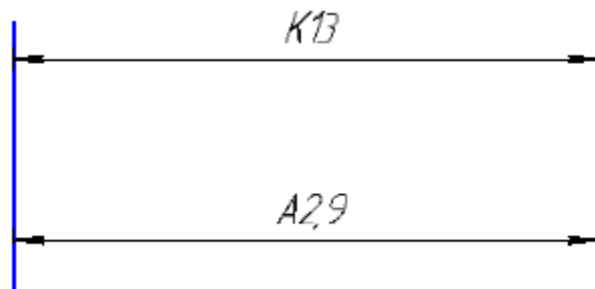
17. Найдем технологический размер $A_{2.11}$.

$$A_{2.11} = K_{12} = 1,6^{+0.125} \text{ мм.}$$



18. Найдем технологический размер $A_{2.9}$.

$$A_{2.9} = K_{13} = 1,6^{+0.125} \text{ мм.}$$



1.5 Расчет режимов и мощности резания переходов

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка .

1. Фрезерно-центровальная

Выполняется на станке вертикально-фрезерном 6P11

1) Фрезерование торцов заготовки в размер $A_{1.1}$

Инструмент:

Торцевая фреза

Параметры инструмента: $D=100\text{мм}$, $B=90\text{мм}$, $z=10$

Глубина резания:

$t=1,675\text{ мм}$,

Подача: $S=0.08\text{ мм/зуб}$.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

1) $C_V = 220$ $x = 0.3$, $y = 0.4$, $u = 0.1$ $p=0$ $m=0.35$ $T=120\text{мин}$.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{220 \cdot 100^{0.2}}{120^{0.35} \cdot 1,675^{0.3} \cdot 0,08^{0.4} \cdot 90^{0.1} \cdot 10^0} \cdot 0,93$$
$$= 144,35\text{м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{3,14 \cdot 63} = \frac{144,35 \cdot 1000}{3,14 \cdot 63} = 732,7\text{об/мин}$$

Принимаем 700 об/мин .

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$C_p = 261$, $x = 0.9$, $y = 0.8$, $u=1.1$, $q=1.1$, $w=0.1$, $K_{MP}=0.96$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 5^{0.9} \cdot 0,12^{0.8} \cdot 6^{1.1} \cdot 16}{63^{1.1} \cdot 1670^{0.1}}$$
$$= 1150,8\text{Н}$$

$$P_h = 0,8 \cdot P_z = 0,8 \cdot 1150,8 = 920,64\text{Н}$$

$$P_v = 0,7 \cdot P_z = 0,7 \cdot 1150,8 = 805,56\text{Н}$$

$$P_y = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 1150,8 = 460,32H$$

$$P_x = 0,2 \cdot P_z = 0,2 \cdot 1150,8 = 230,16H$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1150,8 \cdot 63}{200} = 362,5H \cdot m$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1150,8 \cdot 331,7}{61200} = 6,2кВт.$$

Необходимую мощность оборудования производим по наибольшему значению P_z .

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1497,4 \cdot 141,2}{1020 \cdot 60} = 3,5кВт$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

2) Сверление двух центровых отверстий

Инструмент:

Спиральное сверло из быстрорежущей стали $\varnothing 5$ мм.

Глубина резания:

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 5 = 2,5мм.$$

Подача: $S=0.27$ мм/ об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y} \cdot K_v$$

$$K_v = 1,09 \cdot 1 \cdot 1 = 1,09$$

$$C_v = 9,8 \quad q = 0,4, \quad y = 0,5, \quad m = 0,2 \quad T = 45 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 5^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,27^{0,5}} \cdot 1,09 = 17 \text{ м/мин}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$$C_M = 0,0345, \quad y = 0,8, \quad q = 2, \quad K_p = K_{MP} = 0,9$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5^2 \cdot 0,27^{0,7} \cdot 0,9 = 2,72 \text{ Н} \cdot m$$

Расчет осевой силы:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$C_p = 68$, , $y = 0.7$, $q = 1$, $K_p = K_{MP} = 0.9$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 5 \cdot 0.27^{0.7} \cdot 0.9 = 1224 \text{ Н}$$

Расчет требуемой мощности:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{17 \cdot 1000}{3.14 \cdot 5} = 1082 \text{ об/мин}$$

Принимаем по паспорту станка: $n_\phi = 1000 \text{ об/мин}$,

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{n_\phi \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{1000 \cdot 3.14 \cdot 5}{1000} = 15.7 \text{ м/мин}$$

1. Токарная операция с ЧПУ - 015.

Выполняется на токарном станке с ЧПУ Victor Vturn – X200 со следующими характеристиками:

- Частота вращения шпинделя 0-4200 об/мин регулируется бесступенчато, что позволяет использовать почти любую частоту.
- Мощность электродвигателя главного привода, кВт: 22

Установ А.

1) Наружное поверхности 3 с подрезкой торца

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава T15K6

Геометрия инструмента: $\phi = 45^\circ$; $\gamma = 10$; $\lambda = 0^\circ$; $R = 1.5 \text{ мм}$

Глубина резания: $t = 0.75 \text{ мм}$,

Подача: $S = 0.15 \text{ мм/об}$.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$1) C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,15^{0,35}} \cdot 0,93 = 261,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{261,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 50,353} = 1600 \text{об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$1) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_P = 300, \ x = 1, \ y = 0,75, \ n = -0,15$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 162,7^{-0,15} \cdot 0,84$$

$$= 505,8 \text{Н}$$

$$2) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_P = 243, \ x = 0,9, \ y = 0,6, \ n = -0,3$$

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 162,7^{-0,3} \cdot 0,74$$

$$= 185,6 \text{Н}$$

$$3) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_P = 339, \ x = 1, \ y = 0,5, \ n = -0,4$$

$$P_x = 10 \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 162,7^{-0,4} \cdot 0,9 = 208,2 \text{Н}$$

2) Наружное поверхности 4 с подрезкой торца

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания: $t=0,75$ мм,

Подача: $S=0.15$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_V = 1,16 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,93$$

$$2) C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0.75^{0.15} \cdot 0.15^{0.35}} \cdot 0.93 = 162,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{162,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 80,257} = 600 \text{об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$4) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 162,7^{-0,15} \cdot 0,84 \\ = 505,8 \text{Н}$$

$$5) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 162,7^{-0,3} \cdot 0,74 \\ = 185,6 \text{Н}$$

$$6) K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 162,7^{-0,4} \cdot 0,9 \\ = 208,2 \text{Н}$$

3. Наружное поверхности 5 с подрезкой торца

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания: $t=0,75$ мм,

Подача: $S=0.15$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V$$

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$3) C_V = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0.75^{0.15} \cdot 0.15^{0.35}} \cdot 0.93 = 162.7 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{162.7 \cdot 1000}{3.14 \cdot 95} = 500 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$7) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 0.84$$

$$C_P = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0.75^1 \cdot 0.49^{0.75} \cdot 162.7^{-0.15} \cdot 0.84 = 505.8 \text{ Н}$$

$$8) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.82 = 0.74$$

$$C_P = 243, x = 0.9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 0.75^{0.9} \cdot 0.49^{0.6} \cdot 162.7^{-0.3} \cdot 0.74 = 185.6 \text{ Н}$$

$$9) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.9$$

$$C_P = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 0.75^1 \cdot 0.49^{0.5} \cdot 162.7^{-0.4} \cdot 0.9 = 208.2 \text{ Н}$$

4. Наружное поверхности 5 с подрезкой торца

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1.5 \text{ мм}$

Глубина резания: $t=0.75 \text{ мм}$,

Подача: $S=0.15$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V$$

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$4) C_V = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0.75^{0.15} \cdot 0.15^{0.35}} \cdot 0.93 = 162.7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{162.7 \cdot 1000}{3.14 \cdot 95} = 500 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zx} y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$10) K_P = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 0.84$$

$$C_P = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0.75^1 \cdot 0.49^{0.75} \cdot 162.7^{-0.15} \cdot 0.84 = 505.8 \text{ Н}$$

$$11) K_P = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.82 = 0.74$$

$$C_P = 243, x = 0.9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 0.75^{0.9} \cdot 0.49^{0.6} \cdot 162.7^{-0.3} \cdot 0.74 = 185.6 \text{ Н}$$

$$12) K_P = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.9$$

$$C_P = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 0.75^1 \cdot 0.49^{0.5} \cdot 162.7^{-0.4} \cdot 0.9 = 208.2 \text{ Н}$$

Установ Б.

6) Наружное точение поверхности с подрезкой торца

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания: $t=0,75$ мм,

Подача: $S=0.15$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$5) \quad C_V = 290, \quad x = 0.15, \quad y = 0.35, \quad m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0.75^{0.15} \cdot 0.15^{0.35}} \cdot 0.93 = 162,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{162,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 80,257} = 600 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$13) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_P = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 162,7^{-0,15} \cdot 0,84 \\ = 505,8 \text{ Н}$$

$$14) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_P = 243, \quad x = 0,9, \quad y = 0.6, \quad n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 162,7^{-0,3} \cdot 0,74 \\ = 185,6 \text{ Н}$$

$$15) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_P = 339, \quad x = 1, \quad y = 0.5, \quad n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 162,7^{-0,4} \cdot 0,9 \\ = 208,2 \text{ Н}$$

7) Наружное точение поверхности 14 с подрезкой торца

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1,5$ мм

Глубина резания: $t=0,75$ мм,

Подача: $S=0.15$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

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

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$6) C_V = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,15^{0,35}} \cdot 0,93 = 162,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{162,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 95} = 500 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z \ x \ y} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$16) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,84$$

$$C_P = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 162,7^{-0,15} \cdot 0,84 \\ = 505,8 \text{ Н}$$

$$17) K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,74$$

$$C_P = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 0,75^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 162,7^{-0,3} \cdot 0,74 \\ = 185,6 \text{ Н}$$

$$18) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9$$

$$C_P = 339, \quad x = 1, \quad y = 0.5, \quad n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 0,75^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 162,7^{-0,4} \cdot 0,9 \\ = 208,2 \text{ Н}$$

2. Вертикально-фрезерная операция

1) Фрезерование шпоночного паза пов. 9.

Инструмент:

Шпоночная фреза

Параметры инструмента: D=22 мм, B=9мм, z=2

Глубина резания:

t=11 мм,

Подача: S=0.1 мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.93$$

$$1) \quad C_V = 690 \quad x = 0.3, \quad y = 0.4, \quad u = 0.1 \quad p = 0 \quad m = 0.35 \quad T = 120 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{220 \cdot 22^{0,2}}{120^{0,35} \cdot 11^{0,3} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 9^{0,1} \cdot 2^0} \cdot 0,93 \\ = 20.29 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{3,14 \cdot 63} = \frac{20.29 \cdot 1000}{3,14 \cdot 63} = 100 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$$C_P = 261, \quad x = 0.9, \quad y = 0.8, \quad u = 1.1, \quad q = 1.1, \quad w = 0.1, \quad K_{MP} = 0.96$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 5^{0,9} \cdot 0,12^{0,8} \cdot 6^{1,1} \cdot 16}{63^{1,1} \cdot 1670^{0,1}} \\ = 1150,8 \text{ Н}$$

$$P_h = 0,8 \cdot P_z = 0,8 \cdot 1150,8 = 920,64 \text{ Н}$$

$$P_V = 0,7 \cdot P_z = 0,7 \cdot 1150,8 = 805,56H$$

$$P_y = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 1150,8 = 460,32H$$

$$P_x = 0,2 \cdot P_z = 0,2 \cdot 1150,8 = 230,16H$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1150,8 \cdot 63}{200} = 362,5H \cdot m$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1150,8 \cdot 331,7}{61200} = 6,2кВт.$$

Необходимую мощность оборудования производим по наибольшему значению P_z .

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1497,4 \cdot 141,2}{1020 \cdot 60} = 3,5кВт$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

1 Круглошлифовальная операция.

Выполняется на круглошлифовальном 3М163В станке со следующими характеристиками:

- Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин: 1260.
- Мощность электродвигателя главного привода, кВт: 13

1) Наружное шлифование до $\varnothing 240_{-0,29}$

Инструмент: Шлифовальный круг.

Параметры: Ширина(B) = 16 мм.

Основные параметры резания при шлифовании:

Скорость круга: $V_K=30$ м/с,

Скорость заготовки: $V_3 = 20$ м/мин,

Глубина шлифования: $t=0,01$ мм,

Продольная подача: $S=0,2B=0,7 \cdot 16=3,2$ мм/об.

Расчет эффективной мощности:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

где d – диаметр шлифования.

$C_N=2,65$, $r=0,5$, $x=0,5$, $y=0,55$, $q -$

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 2,65 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 3,2^{0,55} = 2,3 \text{ кВт}$$

1.6 Нормирование технологических операций

1.6.1 Расчет основного времени

Основное время – время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче.

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости:

$$t_o = \frac{L * i}{S * n}, \text{ мин};$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i - число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют как:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм};$$

здесь l – размер детали на данном переходе, мм;

l_1 - величина подвода инструмента, мм;

l_2 – величина врезания инструмента, мм.

l_3 – величина перебега инструмента, мм.

Величины подвода и перебега для токарной, сверлильной и фрезерной принимаем равной 1мм, для шлифовальной операции данный параметр принимаем равным 0.

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

$$l_2 = \frac{t}{\tan \varphi};$$

где t – глубина резания, мм;

φ - угол в плане.

1. Токарная операция с ЧПУ .

1.1 Для подрезки торца 1.

$$1) \quad t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(123 + 1 + 0,58 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 470} = 0,9 \text{ мин};$$

$$2) \quad t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(123 + 1 + 0,32 + 1) \cdot 1}{0,49 \cdot 434} = 0,6 \text{ мин}$$

1.2 Расточка отверстия до $\varnothing 94,33^{+0,14}$ мм.

$$1) \quad t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21 + 1 + 0,58 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 494} = 0,24 \text{ мин}$$

$$2) \quad t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(68,21 + 1 + 0,24 + 1) \cdot 1}{0,32 \cdot 700} = 0,31 \text{ мин}$$

1.3 Точение поверхности 3 до $\varnothing 120_{-0,87}$ мм с подрезкой торца.

Для снятия припуска z_{13}^D .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(16,3 + 1 + 0,75 + 1) \cdot 2}{0,49 \cdot 411} = 0,19 \text{ мин}$$

Для снятия припуска z_{13} .

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(124 + 1 + 1,03 + 1) \cdot 2}{0,49 \cdot 200} = 0,09 \text{ мин}$$

1.4 Точение канавки 4.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(10 + 1 + 30 + 1) \cdot 2}{0,07 \cdot 260} = 2,3 \text{ мин}$$

1.5 Снятие фаски 5.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(1,725 + 1 + 1,725 + 1) \cdot 1}{0,42 \cdot 500} = 0,03 \text{ мин}$$

1.6 Снятие фаски 6.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2,4 + 1 + 2,4 + 1) \cdot 1}{0,42 \cdot 375} = 0,04 \text{ мин}$$

1.7 Наружное точение до $\varnothing 240,7_{-0,185}$.

$$1) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(51,91 + 1 + 1 + 1) \cdot 1}{0,8 \cdot 167} = 0,4 \text{ мин}$$

$$2) t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(51,91 + 1 + 0,65 + 1) \cdot 2}{0,49 \cdot 212} = 0,5 \text{ мин}$$

1.8 Обработка торца 8 по контуру.

Снятия фаски в размер $10,375 \pm 0.05$.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(10,32 + 1 + 2 + 1) \cdot 5}{0,49 \cdot 195} = 0,7 \text{ мин}$$

Для контура.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(240,7 + 1 + 1 + 1) \cdot 2}{0,49 \cdot 202} = 4,9 \text{ мин}$$

1.9 Для фрезерования паза.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S_z \cdot z \cdot n} = \frac{(5 + 1 + 0 + 1) \cdot 1}{0,12 \cdot 16 \cdot 1082} = 0,03 \text{ мин}$$

1.10 Снятие двух фасок в двух отверстиях.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2 + 1 + 1,2 + 1) \cdot 2}{0,25 \cdot 500} = 0,08 \text{ мин}$$

3.1 Фрезеровать шпоночный паз.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(38 + 1 + 0 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 1400} = 0,14 \text{ мин}$$

6.Круглошлифовальная операция.

6.1 Наружное шлифование до $\varnothing 240_{-0,29}$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(66,93 + 0 + 10 + 0) \cdot 35}{3,2 \cdot 1260} = 0,6 \text{ мин}$$

7.1 Шлифование поверхности 15.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(120 + 0 + 10 + 0) \cdot 1}{0,01 \cdot 1630} = 7,4 \text{ мин}$$

1.6.2 Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}};$$

Где $t_{\text{уст}}$ - время на установку и снятие детали;

$t_{\text{упр}}$ - время на управление станком;

$t_{\text{изм}}$ - время измерения детали.

1. Токарная операция с ЧПУ.

На станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

Из справочника 3.

Первый установ.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} = 0,41 + 0,12 = 0,53 \text{ мин},$$

Второй установ.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} = 0,41 + 0,23 = 0,64 \text{ мин},$$

2. Фрезерная операция.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,3 + 0,26 + 0,29 = 0,85 \text{ мин};$$

6. Круглошлифовальная операция

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,3 + 0,6 + 0,38 = 1,28 \text{ мин};$$

1.6.3 Расчет оперативного времени

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}}$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 4,7 + 0,53 = 5,23 \text{ мин}$$

Установ Б.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 6,53 + 0,64 = 7,17 \text{ мин}$$

2. Фрезерная операция.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 0,14 + 1,44 = 1,58 \text{ мин}$$

6. Круглошлифовальная операция.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 10,1 + 1,28 = 11,38 \text{ мин}$$

1.6.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{\text{обс}} = \alpha * t_{\text{оп}}$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{\text{обс}} = \alpha * t_{\text{оп}} = 0,03 * 5,53 = 0,2 \text{ мин}$$

Установ Б.

$$t_{\text{обс}} = \alpha * t_{\text{оп}} = 0,03 * 7,17 = 0,2 \text{ мин};$$

2. Фрезерная операция.

$$t_{\text{обс}} = \alpha * t_{\text{оп}} = 0,06 * 1,58 = 0,09 \text{ мин};$$

6. Круглошлифовальная операция.

$$t_{\text{обс}} = 0,08 \text{ мин};$$

1.6.2 Расчет времени на отдых

$$t_{\text{отд}} = \beta * t_{\text{оп}}$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{\text{отд}} = \beta * t_{\text{оп}} = 0,04 * 5,53 = 0,22 \text{ мин};$$

Установ Б.

$$t_{\text{отд}} = \beta * t_{\text{оп}} = 0,04 * 7,17 = 0,29 \text{ мин};$$

2. Фрезерная операция.

$$t_{отд} = \beta * t_{он} = 0,04 \cdot 1,58 = 0,06 \text{ мин};$$

6. Круглошлифовальная операция.

$$t_{отд} = \beta * t_{он} = 0,06 \cdot 11,38 = 0,68 \text{ мин};$$

1.6.5 Определение подготовительно-заключительного времени.

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{нз} = 12 \text{ мин}$$

Установ Б.

$$t_{нз} = 12 \text{ мин}$$

2. Фрезерная операция.

$$t_{нз} = 6 \text{ мин}$$

6. Круглошлифовальная операция.

$$t_{нз} = 8 \text{ мин}$$

1.6.7 Расчет штучного времени

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд}$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 4,7 + 0,53 + 0,2 + 0,22 = 5,65 \text{ мин};$$

Установ Б.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 6,53 + 0,64 + 0,2 + 0,29 = 7,66 \text{ мин};$$

2. Фрезерная операция.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 0,14 + 1,44 + 0,09 + 0,06 = 1,73 \text{ мин};$$

6. Круглошлифовальная операция.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 10,1 + 1,28 + 0,08 + 0,68 = 12,14 \text{ мин};$$

1.6.8. Расчет штучно-калькуляционного времени

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

где N – объем партии деталей.

$$t_{шт.к} = 45.26 + \frac{61}{5000} = 42,27 \text{ мин}$$

2. Конструкторская часть

2.1 Выбор и расчет привода зажимного устройства

В качестве привода зажимного устройства применяем пневмоцилиндр.

Пневматические приводы предназначены для обеспечения необходимых усилий и скоростей рабочих органов, экономичности, надежности и долговечности, безопасности и быстродействия при использовании сжатого воздуха с заданными параметрами и при заданных условиях эксплуатации.

Расчет сводится к определению диаметра поршня при заданных усилиях на штоке и давлении воздуха.

Определяем усилия на штоке пневмоцилиндра.

где $F_{тр}$ – сила трения;

D -диаметр поршня, (мм);

p – давление сжатого воздуха = 0,63 (МПа);

P_x - сила фрезерования=230(Н).

W - сила давимая на шток.

F - сила прижима.

$$n * F_{тр} \geq P_x;$$

$$n * \mu * F \geq P_x;$$

$$F \geq \frac{P_x}{n * \mu} = \frac{230}{2 * 0.1} = 1150(H);$$

$$W * L_1 \geq L_2 * F;$$

$$W \geq \frac{L_2 * F}{L_1} = \frac{300 * 1150}{280} = 1232(H);$$

$$P = \frac{W}{S} = \frac{W}{\pi r^2};$$

$$r^2 = \frac{W}{p * \pi};$$

$$r = \sqrt{\frac{W}{p * \pi}};$$

$$D = \sqrt{\frac{W}{p * \pi}} = \sqrt{\frac{1232}{0.63 * 3.14}} = 49.9 \approx 50(\text{мм}).$$

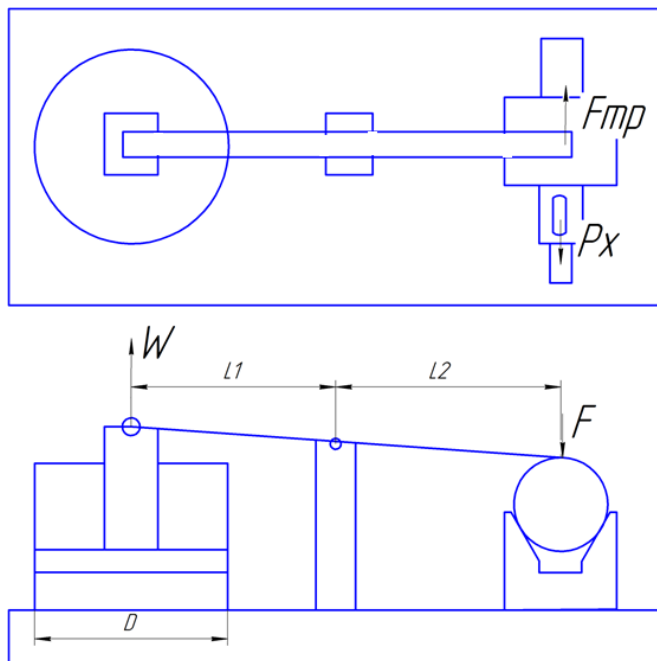


Рис.4. Схема действия сил

2.2 Оформление чертежа общего вида описание конструкции и принципа работы приспособления.

Приспособление с поршневым приводом предназначены для закрепления при фрезеровании.

Устанавливаем деталь , в призму 2,3, которые закреплены на основании 1, также на основании закреплен пневмоцилиндр. Сжатый воздух поступает через штуцер 11, в рабочую полость цилиндра при этом поршень 8, поднимает шток 5, и прижим 4, через опору 5, зажимает деталь. Раскрепление детали происходит следующим образом: через штуцер 9, податься воздух в рабочую полость цилиндра при этом поршень 8, движется вниз и тянет за собой шток 6, а шток тянет за собой прижим 4, через опору 5, и происходит раскрепление детали.

Глава 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Актуальность проведения экономического анализа по оценке деловой привлекательности научной разработки обусловлена тем, что в настоящее время проведение данного анализа позволяет вовремя устранить коммерчески малоэффективные варианты, следовательно, значительно повысить вероятность коммерциализации научной разработки. Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта. Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое»

С целью анализа потребителей услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «вал шестерня» был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование.

Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбрана отрасль «машиностроение», выпускаемая продукция – колесо зубчатое коническое, используемый тип производства – крупносерийное производство.

На основании этих критериев сформирована карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» представленная на рисунке 1.



Рисунок 5 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое»:

 Фирма А

В ходе исследования выявлено, что предложения на рынке услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» основаны на совершенствовании технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» при крупносерийном производстве. Несмотря на наличие на данной нише высокого уровня конкуренции, разработанный в рамках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления детали «колесо зубчатое коническое» ориентирован на реализацию в машиностроительных компаниях с крупносерийным производством. Преимущество разработанного технологического процесса перед уже существующими на рынке заключается в низкой металлоемкости и трудоемкости, в финансовой эффективности разработанного технологического процесса.

В будущем при совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия оставшихся ниш (машиностроительные компании со среднесерийным и мелкосерийным производством).

3.1.2 Определение качества технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD

С целью измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющих принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект, применена технология QuaD. Результаты применения указанной технологии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный	Относительное	Средневзвешенное
-----------------	--------------	-------	--------------	---------------	------------------

			балл	значение (3/4)	значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,06	70	100	0,7	0,042
2. Надежность	0,02	75	100	0,75	0,015
3. Унифицированность	0,01	40	100	0,4	0,004
4. Уровень материалоемкости разработки	0,1	90	100	0,9	0,09
5. Уровень шума	0,02	40	100	0,4	0,008
6. Безопасность	0,04	50	100	0,5	0,02
7. Простота эксплуатации	0,04	60	100	0,6	0,024
8. Повышение производительности труда	0,2	90	100	0,9	0,18
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
9. Конкурентоспособность продукта	0,15	85	100	0,85	0,1275
10. Уровень проникновения на рынок	0,02	30	100	0,3	0,006
11. Перспективность рынка	0,02	60	100	0,6	0,012
12. Цена	0,15	85	100	0,85	0,1275
13. Финансовая эффективность научной разработки	0,15	85	100	0,85	0,1275
14. Срок выхода на рынок	0,02	30	100	0,3	0,006
Итого	1				0,7895

Значение $P_{cp} = 78,95$ показывает, что перспективность технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» на рынке выше среднего.

3.1.3 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» посредством SWOT-анализа

С целью исследования внешней и внутренней среды проекта применен SWOT–анализ. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса. С2. Низкая металлоемкость. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами. С4. Высокая производительность труда. С5. Конкурентоспособность проекта.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Узкоспециализированное назначение разработки. Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей. Сл3. Проект ориентирован на использование современного оборудования. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В2. Финансовая поддержка государством отдельных потенциальных потребителей. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью. В4. При совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия дополнительных ниш. В5. Повышение стоимости		

конкурентных разработок.		
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Ограничения на экспорт технологий. У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны. У5. Наличие барьеров для входа на рынок.		

Результаты второго этапа SWOT-анализа приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	0	+	-
	B2	+	0	+	-	+
	B3	+	+	+	0	-
	B4	+	0	+	0	+
	B5	+	0	+	-	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	0	+	-	-
	B2	+	+	+	-	0
	B3	+	+	0	-	0
	B4	+	+	+	-	0
	B5	0	+	+	-	0
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	+	+	0	-
	У2	-	+	+	0	+
	У3	-	-	+	0	+
	У4	+	-	+	-	0
	У5	+	+	+	0	+
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	-	0
	У2	+	+	+	-	0
	У3	0	-	-	-	0
	У4	+	+	+	-	0
	У5	+	+	0	+	-

Результаты третьего этапа SWOT-анализа приведены в таблице 4.

Таблица 4 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса. С2. Низкая металлоемкость. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами. С4. Высокая производительность труда. С5. Конкурентоспособность проекта.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Узкоспециализированное назначение разработки. Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей. Сл3. Проект ориентирован на использование современного оборудования. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В2. Финансовая поддержка государством отдельных потенциальных потребителей. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью. В4. При совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия дополнительных ниш. В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.	В1С1С2С4 В2С1С3С5 В3С1С2С3 В4В5С1С3С5	В1Сл1Сл3 В2В4Сл1Сл2Сл3 В3Сл1Сл2 В5Сл2Сл3
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Ограничения на экспорт технологий. У4. Сложная финансовая ситуация в экономике	У1С1С2С3 У2С2С3С5 У3С3С5 У4С1С3 У5С1С2С3С5	У1У2У4Сл1Сл2Сл3 У5Сл1Сл2Сл4

страны. У5. Наличие барьеров для входа на рынок.		
--	--	--

Анализ интерактивных таблиц выявил сильно коррелирующие стороны и возможности, стороны и угрозы, каждая из представленных записей представляет собой направление реализации проекта.

3.2. Планирование научно-исследовательской работы

Важное значение для рациональной организации научно-исследовательской работы имеет ее планирование. Планирование научно-исследовательской работы заключается в определении структуры работы, ее трудоемкости, а также в формировании бюджета затрат.

3.2.1 Структура работы в рамках научного исследования

Реализация научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» состоит из 9 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер (дипломник)
	4	Календарное планирование работ по теме	Инженер (дипломник)
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер (дипломник)

	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер (дипломник)
	8	Контроль результатов исследований	Руководитель темы
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер (дипломник)

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценена экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{ож1} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{ чел. – дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{\text{ож2}} = \frac{3*10 + 2*20}{5} = 14 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{\text{ож3}} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы $t_{\text{ож4}}$ составило:

$$t_{\text{ож4}} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5-й работы составило:

$$t_{\text{ож5}} = \frac{3*30 + 2*50}{5} = 38 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6-й работы составило:

$$t_{\text{ож6}} = \frac{3*20 + 2*30}{5} = 24 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7-й работы составило:

$$t_{\text{ож7}} = \frac{3*1 + 2*2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{\text{ож8}} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9-й работы составило:

$$t_{\text{ож9}} = \frac{3*2 + 2*3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определена продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность 1-й работы:

$$T_{p1} = \frac{1,4}{1} = 1,4$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{p2} = \frac{14}{1} = 14$$

Продолжительность 3-й работы:

$$T_{p3} = \frac{1,4}{2} = 0,7$$

Продолжительность 4-й работы:

$$T_{p4} = \frac{1,4}{1} = 1,4$$

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{p5} = \frac{38}{1} = 38$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{p6} = \frac{24}{1} = 24$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{p7} = \frac{1,4}{1} = 1,4$$

Продолжительность 8-й работы:

$$T_{p8} = \frac{2,4}{1} = 2,4$$

Продолжительность 9-й работы:

$$T_{p9} = \frac{2,4}{2} = 1,2$$

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} ,$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} ,$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2016 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 105 - 14} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{к1} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{к2} = 14 \cdot 1,48 = 21$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{к3} = 0,7 \cdot 1,48 = 1$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{к4} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{к5} = 38 \cdot 1,48 = 56$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	Руководитель темы	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	10	20	14	Инженер (дипломник)	14	21
Выбор направления исследований	1	2	1,4	Руководитель, инженер (дипломник)	0,7	1
Календарное планирование работ по теме	1	2	1,4	Инженер (дипломник)	1,4	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	30	50	38	Инженер (дипломник)	38	56
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	20	30	24	Инженер (дипломник)	24	36
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	1	2	1,4	Инженер (дипломник)	1,4	2

Контроль результатов исследований	2	3	2,4	Руководитель темы	2,4	4
Оценка эффективности полученных результатов	2	3	2,4	Руководитель, инженер (дипломник)	1,2	2

$$T_{к6} = 24 \cdot 1,48 = 36$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{к7} = 1,4 \cdot 1,48 = 2$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{к8} = 2,4 \cdot 1,48 = 4$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{к9} = 1,2 \cdot 1,48 = 2$$

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Временные показатели проведения научного исследования

На основе таблицы 6 построен календарный план-график представленный в таблице 7.

Таблица 7 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр.		март			апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы	2	■												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)	21		■											
3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер (дипломник)	1			■										

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое», представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое коническое»

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Ручка	шт.	3	25,0	75,0
Карандаш	шт.	3	10,0	30,0
Ластик	шт.	2	5,0	10,0
Бумага офисная	л.	500	0,4	200,0
Итого				315,0

3.2.6 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Для выполнения научно-технического исследования специальное оборудование не приобреталось, а использовалось оборудование, имеющееся в наличии. Амортизационные отчисления оборудования, используемого при выполнении научно-технического исследования инженером (дипломником) (персональный компьютер), определены линейным методом начисления амортизации основных средств по формуле:

$$A = \text{Стоимость ОС} \cdot \text{Норма амортизации} / 100\%,$$

где А – амортизация основного средства;

Стоимость ОС – стоимость основного средства при принятии на учет;

Норма амортизации = 100%/ срок полезного использования.

Норма амортизации персонального компьютера, используемого в ходе выполнения научно-технического исследования, составляет 10% в год (норма амортизации = 100%/10).

Амортизация персонального компьютера, используемого в ходе выполнения научно-технического исследования, составила:

$$A_{\text{годовая}} = 40400 \cdot 10\% / 100\% = 4040 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{в период выполнения НТИ}} = 4040 / 12 \cdot 5 = 1683,3 \text{ руб.}$$

3.2.7 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата руководителя темы и инженера (дипломника), непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» (включая премии, доплаты), включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя темы, инженера (дипломника) рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического

персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_m = 1458432 \cdot (1 + 1.6 + 0,3) \cdot 1,3 = 3033539$$

Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.:

$$Z_m = 2326486 \cdot (1 + 2.4 + 0,2) \cdot 1,3 = 4234205$$

Таблица 9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
-----------------------------	--------------	---------

	темы	(дипломник)
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	105	105
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни	14	7
Действительный годовой фонд рабочего времени	185	216

Среднедневная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{3033535 \cdot 10,4}{185} = 170534$$

Среднедневная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{4234205 \cdot 11,2}{216} = 219551$$

Основная заработная плата руководителя темы составила:

$$З_{\text{осн}} = 170534 \cdot 5,7 = 972044 \text{руб.}$$

Основная заработная плата инженера (дипломника) составила:

$$З_{\text{осн}} = 219551 \cdot 80,7 = 17717766 \text{руб.}$$

Расчёт основной заработной платы приведён в таблицах 10 и 11.

Таблица 10 – Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое»

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель темы	14584.32	0,3	0,3	1,3	30335.39	1705.34	5,7	9720.44
Инженер (дипломник)	23264.86	0,2	0,2	1,3	42342.05	2155.51	80,7	177177.66
Итого $З_{\text{осн}}$								186898.1

Таблица 11 – Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» (поэтапный)

№ п/п	Наименование этапов	Трудоемкость, чел.-дн.		Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.		Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.	
		Руководитель темы	Инженер (дипломник)	Руководитель темы	Инженер (дипломник)	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
1	Разработка технического задания	1,4		1705.34	2195.51	2387.48	0,0
2	Выбор направления исследований	0,7	16,1	1705.34	2195.51	1193.74	35341.71
3	Теоретические и экспериментальные исследования	2,4	63,4	1705.34	2195.51	4092.82	139196.33
4	Обобщение и оценка результатов	1,2	1,2	1705.34	21.95.51	2046.41	2634.61
Итого:						9720.44	177177.66

3.2.8 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы произведен по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принят равным 0,12).

Дополнительная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 972044 = 116645$$

Дополнительная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 1771766 = 2126132$$

3.2.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2016 год установлен размер страховых взносов равный 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель темы	9720.44	1166.45
Инженер (дипломник)	177177.66	21261.32
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Итого	62797.76	

3.2.10 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов

исследования, электроэнергия, размножение материалов и т.д. Их величина определена по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов взята в размере 16%.

Накладные расходы составили:

$$З_{\text{накл}} = 27412193 \cdot 0,16 = 4385951 \text{ руб.}$$

3.2.11 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	315,0	Пункт 2.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	1683,3	Пункт 2.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	186898.2	Пункт 2.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	22427.77	Пункт 2.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	62797.76	Пункт 2.4.5
6. Накладные расходы	43859.51	16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	317981.44	Сумма ст. 1-6

3.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности произведено на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования. Интегральный финансовый показатель разработки определен как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Для определения интегрального показателя финансовой эффективности использована оценка бюджета затрат вариантов исполнения технологического процесса изготовления детали «колесо зубчатое коническое» (базового технологического процесса, применяемого на машиностроительных предприятиях по изготовлению детали «колесо зубчатое коническое» в настоящее время, и технологического процесса, разработанного в рамках данного научного исследования). Экспертная оценка бюджета затрат исполнения базового технологического процесса составляет 289,0 тыс. руб.

Интегральный финансовый показатель составил:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{216096,1}{216096,1} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{289000}{216096,1} = 1,3$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает численное превышение бюджета затрат разработки в размах базового технологического процесса.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определен следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	2
3. Безопасность	0,15	5	3
4. Энергосбережение	0,20	4	3

5. Надежность	0,25	4	4
6. Материалоемкость	0,15	4	4
ИТОГО	1		

$$I_{p-исп1} = 5*0,1 + 4*0,15 + 5*0,15 + 4*0,2 + 4*0,25 + 5*0,05 + 4*0,01 = 3,94;$$

$$I_{p-исп2} = 3*0,1 + 2*0,15 + 3*0,15 + 3*0,2 + 4*0,25 + 2*0,05 + 4*0,1 = 3,15;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определен на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}}$$

$$I_{исп.1} = \frac{3,94}{1} = 3,94$$

$$I_{исп.2} = \frac{3,15}{1,3} = 2,42$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволило определить сравнительную эффективность проекта (таблица 15). Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{cp}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

Таблица 15 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1,3

2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,94	3,15
3	Интегральный показатель эффективности	3,94	2,42
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,63	0,61

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило выбрать более эффективный вариант исполнения научного исследования с позиции финансовой и ресурсной эффективности – разработанный в рамках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления детали «колесо зубчатое коническое».

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «колесо зубчатое коническое» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой металлоемкостью, высокой производительностью труда, в связи с чем, считаю, данный научно-исследовательский проект конкурентоспособным.

Раздел 4. Социальная ответственность.

В данном разделе ВКР бакалавра рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия ЗАО «ТОМЗЭЛ», в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Предприятие размещается на двух промплощадках: 3 (основная) - ул. Причальная, 14а.

ЗАО «ТОМЗЭЛ» специализируется на выпуске электроприводов различного типа и направленности, в т. ч. во взрывоопасном и коррозионностойком исполнении.

Расстояние до ближайшей жилой зоны составляет: 3000 м на восток от основной промплощадки, 8000 м на запад от вспомогательной площадки. Расстояние до ближайшего водного объекта (р. Томь) -30 м.

Основной целью данного раздела является создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

В связи с тем, что дипломная работа предусматривает разработку нормативной и технической документации, вопросы производственной и экологической безопасности рассматриваются с позиции разработчика комплекта документов. Производственная среда, организация рабочего места должна соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, эргономики, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности

4.1 Техногенная безопасность.

Администрация предприятий (учреждений) обязана обеспечивать надлежащее техническое оборудование всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие правилам охраны труда (правилам по технике безопасности, санитарным нормам и правилам и др.)[20].

Технологический процесс изготовления детали типа «вал шестерня» характеризуется наличием опасных и вредных производственных факторов характерных для машиностроительных предприятий.

На участке, где находится оборудование, могут быть следующие опасные и вредные факторы [1] :

Поражение электрическим током;

СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость);

Источники опасности;

Все выше описанные опасные и вредные факторы представляют существенную опасность для рабочего персонала участка, а следовательно возникает потребность в проведении мероприятий снижающих или удаляющих влияние этих факторов на здоровье производственного персонала. Данные мероприятия должны быть согласованы с санитарно-гигиеническими и другими нормами охраны труда.

4.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

4.2.1 Поражение электрическим током

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции.

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1. 038-82 ССБТ [10] .

Согласно ПУЭ производственное помещение участка относится к категории помещений с повышенной опасности, т.к. в данном помещении присутствуют такие факторы, как токопроводящий пол, так как он железобетонный, и токопроводящая пыль. Проблема таких полов решается оборудованием рабочих мест деревянными плитами (решетками). А токопроводящая пыль устраняется с помощью устройств местной вытяжной вентиляции.

Мероприятия по защите от поражения электрическим током:

Обеспечение недоступности к токоведущим частям, находящихся под напряжением, путем надежной изоляции, вывешиванием плакатов и знаков и т.д.;

Электрическое разделение сети;

Устранение опасности поражения электрическим током при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования достигается применением малых напряжений,

использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, занулением и др.;

Применение специальных электрозащитных средств;

Безопасная эксплуатация электроустановок.

В нашем случае производство детали «звездочка редуктора» осуществляется на металлорежущих станках. А так как каждый металлорежущий станок имеет электропривод, все вышеперечисленные меры защиты от поражения электрическим током должны применяться на каждом рабочем месте.

4.2.2 Производственный травматизм

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

Мероприятия по устранению попадания стружки:

Для устранения возможности попадания стружки в глаза на станках, где есть такая возможность, необходимо установить защитные ограждения, а там, где установка невозможна по техническим причинам необходимо выдавать рабочим защитные очки. Во избежании несчастных случаев, в случае поломки защитного ограждения, необходимо обязать всех пользоваться средствами индивидуальной защиты органов зрения (очки, щитки). Так как в случае поломки защитного ограждения, стружка может попасть в область лица.

При работе на металлообрабатывающих станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват или накручивание конечностей, волос или спецодежды вращающимися частями станков. В

случае не соблюдении техники безопасности. В последствии этих нарушений может быть тяжелая травма и в худшем случае смертельный исход. Мероприятия по устранению травматизма, вызванного вращающимися частями станков:

Для того чтобы предостеречь работника от возможных травм, необходимо производить периодические инструктажи о мере производственного травматизма при работах на металлорежущих станках, с записью в журнал и с подписями работников получивших и ознакамливающих инженерно технического персонала. Обязать всех работников пользоваться средствами индивидуальной защиты.

Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты, кепки. [3].

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

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного слабым и ненадежным креплением инструмента:

Проведение периодического инструктажа, направленного на соблюдение техники безопасности на рабочих местах [2], использование защитных экранов [4].

4.3 Анализ вредных факторов при изготовлении втулки включения и мероприятия по их устранению

Производственная санитария - это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на рабочих вредных производственных факторов. Согласно ГОСТ 120003-74. ССБТ [1] все вредные опасные факторы, воздействующие

при эксплуатации оборудования, можно классифицировать следующим образом:

а) санитарно - гигиенически: нерациональное освещение, содержание вредных и отравляющих веществ в воздухе;

б) организационно - технические: неправильная организация труда и рабочего места (загроможденность помещения, присутствие ненужных и отсутствие необходимых для работы приборов и приспособлений), недостаточное обучение работников правилам техники безопасности.

Изучение причин производственного травматизма даёт возможность разработать меры по их предотвращению. Важной организационной мерой является установление научно обоснованных норм по гигиене труда.

ГОСТ 120005-74 устанавливает оптимальные и допустимые метеоусловия в зависимости от времени года, категории работ, классификации помещения.

4.3.1 Попадание СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость) на пол

При обработке используется СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость). При попадании СОЖ на пол во время работы на станке возможны падения и, как следствие, вывихи, переломы и повреждения кожного покрова, а также попадание СОЖ в глаза. Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

Мероприятия по устранению СОЖ:

При работе на токарных, фрезерных, сверлильных станках во избежание попадания стружки в глаза необходимо установить защитные ограждения [4]. Чтобы устранить вредное воздействие на здоровье рабочих

продуктов горения и испарения СОЖ необходимо установить в цехе систему вентиляции, поддерживающую необходимый состав атмосферы в рабочем помещении. Кроме того, для устранения влияния СОЖ на кожу рук рабочих необходимо выдавать им мыло и «биологические перчатки».

4.3.2 Микроклимат

Параметры микроклимата в производственном помещении на ЗАО «ТОМЗЭЛ» установлены в соответствии СанПиН 2.2.4.548-96 в следующих пределах: температура воздуха в тёплое время года от +19 до +24, в холодное время года от + 17 до +23, относительная влажность не более 60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Под микроклиматом производственной среды согласно ГОСТ 12. 1.005 - 88. ССБТ [6] понимают сочетание температуры, относительной влажности воздуха и интенсивности теплового излучения. Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие, здоровье, надежность работы.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам - разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 1 [13].

Требования к микроклимату Таблица 16.

Период года	Категория работы	Температ ура,	Относител ьная влажность,	Скорость движения
Холодный	средняя	21 -23	40-60	0.1
Теплый	средняя	22-24	50-60	0.2

Помещение, где находятся рабочие места, соответствуют данным нормам.

Помещение, его размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию.

Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м² площади помещения и 20 м³ объема воздуха.

В данном помещении используют искусственное и естественное освещение, поскольку работа в основном зрительная, то естественного освещения не достаточно, особенно в темное время суток.

4.3.3 Производственное освещение

При работе на станках недостаточная освещенность рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего.

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности:

Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 [14] в пределах 150 - 300 лк. Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

4.3.4 Производственное освещение

Недостаточная освещенность рабочей зоны и производственных помещений. Система освещения в цехе должна включать в себя общее и

местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 200 лк согласно СНиП II - 4-95 [14]. 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. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение. Физиологами установлено, что при естественном освещении производительность труда рабочих на 10% выше чем при искусственном.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

4.3.5 Повышенный уровень шума

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Производственное оборудование и инструменты, создающие в процессе эксплуатации шум, необходимо конструировать в соответствии с требованиями этого стандарта и снабжать паспортом с указанием спектра излучаемой звуковой мощности, определяемой по ГОСТ 12. 1. 003 - 83 ССБТ.

Мероприятия по устранению повышенного уровня шума [12]:

правильная организация труда и отдыха;

ликвидация шума в источнике его возникновения путем своевременного устранения неисправности технологического оборудования;

применение звукопоглощающих материалов в конструкциях шумящих механизмов и оборудования;

облицовка помещений (потолка и стен в небольших помещениях) звукоизолирующими и звукопоглощающими материалами;

применение индивидуальных средств защиты органов слуха - наушников, вкладышей, шлемов (ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ) [11].

Основные источники шума технологическое оборудование в основных производственных цехах, металлообрабатывающие станки основного и вспомогательного производств.

Максимальная шумовая характеристика станков от 87 до 92 дБ А в соответствии с ГОСТ12.1.003-76. Индекс изоляции шума ограждением составляет 60,4 дБА. Уровень шума около наружной стены здания составляет 31,6 дБА. Поэтому расчет снижения уровня шума на расстоянии проводить нецелесообразно.

4.4 Региональная безопасность

Проблема охраны окружающей среды очень важна так как при производственном процессе происходит выброс вредных веществ в атмосферный воздух.

Основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми предприятием в атмосферный воздух, являются взвешенные вещества, хлористый барий, щелочь, масло и др. Для предприятия разработаны и

утверждены нормативы предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются термический цех, механические цехи, ремонтно-хозяйственный цех, транспортный.

Из производственных цехов вредные вещества удаляются:

-местными отсосами,

-крышными вентиляторами.

При производстве изделий в цехах образуются производственные отходы. В утилизируемые отходы входят: металлическая стружка и кусковые отходы, отходы оболочковых форм, макулатура, отходы абразивных кругов, отработанное масло, отходы люминесцентных ламп. К не утилизируемым относятся отходы термических солей, отходы СОЖ и моющих растворов, отходы промасленной ветоши и опилок, шлам металлоабразивный, шлам станции нейтрализации.

Работа по сбору, хранению и вывозу отходов проводится по технологической инструкции «Учёт, сбор, хранение и транспортирование промышленных отходов I-IV классов токсичности.

4.4.1 Защита атмосферы

Наиболее эффективным направлением уменьшения загрязнения атмосферы является создание безотходных технологических процессов, предусматривающие, например, внедрение замкнутых газообразных потоков. Однако до настоящего времени основным средством предотвращения вредных выбросов остается разработка и внедрение эффективных систем

очистки газов. При этом под очисткой понимают отделение от газов или превращение в безвредное состояние загрязняющего вещества, поступающего от промышленного источника.

Для обезвреживания аэрозолей используют сухие, мокрые и электрические методы. В основе работы сухих аппаратов лежат гравитационные, инерционные и центробежные механизмы осаждения или фильтрационные механизмы.

Металлообрабатывающие участки оснащены пылеуловителями типа «Циклон».

Существует множество мероприятий по защите окружающей среды [19]:

Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.

Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.

Защита работающих от источников тепловых излучений.

Устройство и оборудование вентиляции и отопления.

Применение средств воздухоочистки.

Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.

Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.

Применение средств индивидуальной защиты работающих.

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.

4.4.2 Защита гидросферы

Воду, которая используется в промышленности, можно подразделить на охлаждающую, технологическую и энергетическую.

Технологическую воду подразделяют на средообразующую, промывающую и реакционную.

Технологическая вода непосредственно контактирует с продуктами и изделиями.

Энергетическая вода потребляется для получения пара и нагрева оборудования, помещений, продуктов и т.п.

Наиболее перспективный путь уменьшения потребления свежей воды и уменьшения сброса сточных вод - это создание оборотных и замкнутых систем водоснабжения.

При оборотном водоснабжении следует предусмотреть необходимую очистку сточной воды, охлаждение оборотной воды, обработку и повторное использование сточной воды.

Под замкнутой системой водного хозяйства промышленного предприятия понимается система, в которой вода используется в производстве многократно без очистки или после соответствующей

обработки, исключаяющей образование каких либо отходов и сброс сточных вод в водоем.

Необходимость создания замкнутой системы производственного водоснабжения обусловлено:

- дефицитом воды;
- истощением ассимилирующей разбавляющей и самоочищающей способности водного объекта, принимающего сточные воды;
- экономическими преимуществами перед очисткой сточных вод до требований, предъявляемых водоохранным контролем.

Выбор метода очистки и конструктивное оформление процесса производится с учетом следующих факторов:

- санитарные и технологических требований предъявляемых к качеству очищенных сточных вод с учетом их дальнейшего использования;
- количества сточных вод;
- наличия у предприятия необходимых для процесса обезвреживания энергетических и материальных ресурсов, а также необходимой площади для сооружения очистных установок;
- эффективности процесса обезвреживания.

На данном предприятии вода используется в основном для хозяйственных нужд и в системе водяного отопления. Поэтому для её очистки можно использовать общие очистительные системы, либо применять дополнительные отстойники и фильтры.

4.4.3. Защита литосферы

Наиболее рациональным способом защиты литосферы от отходов производства и быта является освоение специальных технологий по сбору и переработке отходов.

Рациональным решением проблем защиты литосферы от промышленных отходов возможно при широком применении безотходных и малоотходных технологий и производств.

В машиностроении разработка малоотходных технологических процессов связана прежде всего с необходимостью увеличения коэффициента использования металла, которое дает не только технико-экономические выгоды, но и позволяет уменьшить отходы и вредные выбросы в окружающую среду.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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.

Согласно ГОСТ 12. 1.004 - 91 ССБТ понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера: халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня); самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении цеха должны проводиться следующие мероприятия: сотрудники предприятия должны пройти противопожарный инструктаж; сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться; необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования; пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

4.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

На предприятии нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Сокращенная продолжительность рабочего времени применяется для работников:

16 часов в неделю - для работников в возрасте до шестнадцати лет;

5 часов в неделю - для работников, являющихся инвалидами I или II группы;

4 часа в неделю - для работников в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет;

4 часа в неделю и более - для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Продолжительность рабочего дня или смены, непосредственно предшествующих нерабочему праздничному дню, уменьшается на один час.

Работа в ночное время.

Ночное время - время с 22 часов до 6 часов.

К работе в ночное время не допускаются: беременные женщины; инвалиды; работники, не достигшие возраста восемнадцати лет. Женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, работники, имеющие детей-инвалидов.

Сменная работа - работа в две, смены - вводится в тех случаях, когда длительность производственного процесса превышает допустимую продолжительность ежедневной работы, а также в целях более эффективного использования оборудования, увеличения объема выпускаемой продукции или оказываемых услуг.

При сменной работе каждая группа работников должна производить работу в течение установленной продолжительности рабочего.

Работа в течение двух смен подряд запрещается.

Заключение

При разработке технологического процесса изготовления детали «вал шестерня» я ознакомился с ее конструкцией, назначением и условиями работы в узле, а также провел анализ особо ответственных технологических требований.

В ходе ВКР был проведен анализ исходных данных, определен тип производства, составлен технологический маршрут обработки детали. Выбраны средства технологического оснащения процесса обработки.

Также были проведены технологические и технико-экономические расчеты, в результате которых установлен наиболее рациональный метод получения заготовки, а также наиболее экономичный способ механической обработки детали, обеспечивающий выполнение требований, предъявляемых к точности и чистоте обрабатываемых поверхностей.

Экономия материала была достигнута применением эффективного метода получения заготовок, такого как штамповка на ГKM.

В конструкторской части работы было спроектировано специальное станочное приспособление для долбления шпоночного паза и сделаны все необходимые расчеты.

Таким образом, в ходе курсового проекта разработан технологический процесс механической обработки детали, при осуществлении которого, обеспечивается выполнение требований, обуславливающих нормальную работу собранной машин.

Список литературы.

1. Ансеров А.М. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1966 – 650 с., ил.
2. Базров Б.М. Альбом по проектированию приспособлений: Учеб. Пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1991.
3. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
4. Горохов В.А. Проектирование и расчёт приспособлений: Учеб. пособие для студентов вузов машиностроительных спец. – Мн.: Выш. шк., 1986.
5. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.
6. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – М.:Машиностроение, 1983.
7. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах. Том 2. Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова- 5-е изд., исправл. – М.: «Машиностроение», 1986.
8. Станочные приспособления: Справочник/Под ред. Б.Н. Вардашкина. – М.,1984.
9. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989.
10. Обработка металлов резанием. Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. и доп.- Машиностроение, 2004.- 784 с.. ил.- ISBN 5-94275-049-1