

Школа ИШНПТ  
 Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка технологии изготовления детали «Вал-шестерня первой ступени»</b>

УДК 621.81.002:621.824:621.833

#### Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Кочетков Илья Владимирович		

#### Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	к.т.н. доцент		

#### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

#### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП 15.03.01 "Машиностроение"	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н. доцент		

## Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
<i>Универсальные компетенции</i>	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель: ООП 15.03.01

\_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Кочеткову Илье Владимировичу

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Вал-шестерня первой ступени»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.05.2019 №4216/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2019
--	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>	чертеж детали деталь «Вал-шестерня первой ступени», годовая программа выпуска.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Проектирование технологического процесса 2. Проектирование станочного приспособления 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 4. Социальная ответственность Заключение
<b>Перечень графического материала</b>	1. Чертеж детали «Вал-шестерня первой ступени» 2. Размерная схема технологического процесса 3. Граф дерево 4. Технологическая оснастка 5. Спецификация

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
1. Технологический	Галин Николай Евгеньевич
2. Конструкторский	Галин Николай Евгеньевич
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
4. Социальная ответственность	Немцова Ольга Александровна

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	20.02.2019
---	------------

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	к.т.н. доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Л41	Кочетков Илья Владимирович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л41	Кочеткову Илье Владимировичу

<b>Школа</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>ИШНПТ ОМ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. <i>Стоимость ресурсов проекта: материально-технических, энергетических, финансовых</i>	<i>Прейскуранты, тарифные ставки, ставки налогов и отчислений</i>
2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов и отчислений</i>	<i>Страховые взносы 31,5%</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала</i>	<i>Потенциальные потребители результатов</i>
2. <i>Расчет себестоимости проектируемого проекта</i>	<i>Себестоимость включает: - материальные затраты; - электроэнергия; - заработная плата - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы</i>
3. <i>Анализ потенциальных рисков</i>	<i>Разработка мер по управлению рисками</i>
<b>Перечень графического материала: (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	11.03.2019
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Мелик – Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н., доцент		11.03.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Л41	Кочетков Илья Владимирович		11.03.2019

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-8Л41	Кочеткову Илье Владимировичу

<b>Школа</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>ИШНПТ Ом</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

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

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является ремонтный цех КемеровоХиммаш. Деталь вал-шестерня, материал 45Х, массой 0,33. Тип производства - средне серийный. Деталь вал-шестерня предназначена для передачи крутящего момента.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);</p>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Параметры анализа:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. микроклимат;</li> <li>2. наличие вредных веществ;</li> <li>3. производственный шум;</li> <li>4. недостаточная освещенность рабочего места;</li> <li>5. электрическая безопасность;</li> <li>6. движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования</li> </ol>
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на окружающую среду (сбросы, выбросы, отходы);</li> <li>– мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.</li> </ul>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<p>Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пожары;</li> <li>– несанкционированное проникновение постороннего на территорию</li> </ul>

	предприятия.
--	--------------

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	15.03.2019
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент ООД, ШБИП	Немцова Ольга Александровна			15.03.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-8Л41	Кочетков Илья Владимирович		15.03.2019

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 85 страниц, 12 рисунков, 22 таблиц, 15 источников, 6 приложений.

Ключевые слова: токарная обработка, фрезерная обработка, технологический процесс, допуск, станочное приспособление.

Объектом исследования является деталь «Вал-шестерня первой ступени».

Цель работы – разработка технологического процесса изготовления детали «Вал-шестерня первой ступени».

В процессе работы проводилось проектирование технологического процесса и проектирование станочного приспособления, оценка ресурсо-эффективности проекта, выявление вредных и опасных производственных факторов и средств защиты от них. Для изготовления чертежей использовалась программа «КОМПАС-3D».

В результате исследования было выявлено, что проект обладает высокими технологическими и технико-эксплуатационными характеристиками.

Область применения: машиностроение.

С экономической точки зрения проект эффективен, за счет использования оптимального и конкурентоспособного оборудования, и в него целесообразно инвестировать средства.

## Определения, обозначения, сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями и сокращения:

Токарная обработка – это механическая обработка резанием наружных и внутренних поверхностей вращения, в том числе цилиндрических и конических, торцевание, отрезание, снятие фасок, прорезание каналов, нарезание внутренних и наружных резьб на токарных станках;

Фрезерная обработка – это механическая обработка резанием плоскостей, пазов, лысок, при которой режущий инструмент совершает вращательные движения, а обрабатываемая заготовка поступательное;

Технологический процесс – упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий, выполняющихся с момента возникновения исходных данных до получения требуемого результата;

Допуск – разность между наибольшим и наименьшим предельными значениями параметров;

Станочное приспособление – устройство для базирования и закрепления заготовки при обработке на металлорежущем станке;

Сокращения:

ЧПУ – числовое программное управление;

СИЗ – средство индивидуальной защиты;

ПДУ – предельно допустимые уровни;

ПДК – предельно допустимые концентрации;

СОЖ – смазочно-охлаждающая жидкость;

ТС – технологические масла.

## Оглавление

Введение.....	13
1 Технологическая часть .....	16
1.1 Исходные данные и назначение детали и ее конструкторско– технологическое описание .....	16
1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ.....	18
1.3 Анализ технологичности конструкции детали .....	19
1.4 Выбор типового технологического процесса аналога единичного .....	21
1.5 Выбор исходной заготовки и методов ее получения .....	22
1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	23
1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержание технологических операций .....	23
1.6.2 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков и припусков промежуточных и исходных размеров заготовки .....	27
1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	34
1.8 Расчет и назначение режимов обработки .....	36
1.9 Нормирование технологического процесса .....	39
1.10 Техничко–экономическое обоснование и показатели .....	41
2 Конструкторская часть .....	46
2.1 Анализ исходных данных .....	46
2.2 Описание работы и принцип зажимного устройства.....	47
2.3 Силовой расчет зажимного устройства .....	48
2.4 Расчет зажимного приспособления на точность .....	50
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	52
3.1 Потенциальные потребители детали .....	52

3.2 Расчет себестоимости продукции .....	53
3.2.1 Материальные затраты .....	53
3.2.2 Затраты на электроэнергию .....	54
3.2.3 Расходы на оплату труда основных рабочих .....	56
3.2.4 Отчисления в страховые фонды .....	57
3.2.5 Накладные расходы .....	57
3.3 Определение цены продукта и прибыли от реализации .....	58
3.4 Анализ потенциальных рисков и разработка мер по управлению ими.....	59
4 Социальная ответственность .....	61
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	61
4.2 Производственная безопасность .....	63
4.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.....	65
4.2.1.1 Отклонение параметров микроклимата .....	65
4.2.1.2 Повышенный уровень шума.....	67
4.2.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны .....	68
4.2.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений .....	69
4.2.1.5 Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами.....	70
4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего).....	71
4.3 Экологическая безопасность.....	73
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	75
4.5 Вывод.....	77
Заключение .....	78

Список использованных источников .....	79
Приложение А Чертеж детали «Вал-шестерня» .....	81
Приложение Б Линейная размерная схема .....	82
Рисунок Б.1 – Линейная размерная схема .....	82
Приложение В Карта технологического процесса .....	83
Приложение Г Технологическая оснастка.....	85
Приложение Д Спецификация .....	86

## Введение

Эффективность производства, его технический прогресс во многом зависит от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико–экономического анализа.

Повышение эффективности машиностроительного производства на современном этапе определяется повышением качества изделий, снижением трудоемкости, себестоимости и металлоемкости их изготовления.

Более 70% изделий в машиностроении изготавливают в условиях мелкосерийного и серийного производства. Эффективным средством автоматизации мелкосерийного и серийного производства является программное управление металлорежущими станками.

Важной особенностью автоматизации процесса обработки на металлорежущих станках с помощью устройств программного управления, является сохранение станками широкой универсальности. Это дает возможность производить на них обработку всей номенклатуры деталей, которая может быть произведена на универсальных станках соответствующих типов.

Основной задачей рациональной эксплуатации металлорежущих станков с ЧПУ является обеспечение длительной и безотказной обработки на них деталей с заданной производительностью, точностью и шероховатостью обработанной поверхности при минимальной стоимости эксплуатации станков.

В парке машиностроения страны доля станков с ЧПУ будет непрерывно увеличиваться при одновременном повышении их технического уровня.

В данной работе приведены результаты проектирования технологического процесса изготовления Вал – шестерня первой ступени с применением станков с ЧПУ в условиях серийного производства.

При разработке данной выпускной квалификационной работы активно используется САПР «Компас 3D», что позволяет сократить время выполнения работы и достичь наиболее точного и технически грамотного выполнения.

## Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления Вал–шестерня первой ступени. Чертеж представлен на формате А3. Годовая программа выпуска: 100 деталей.

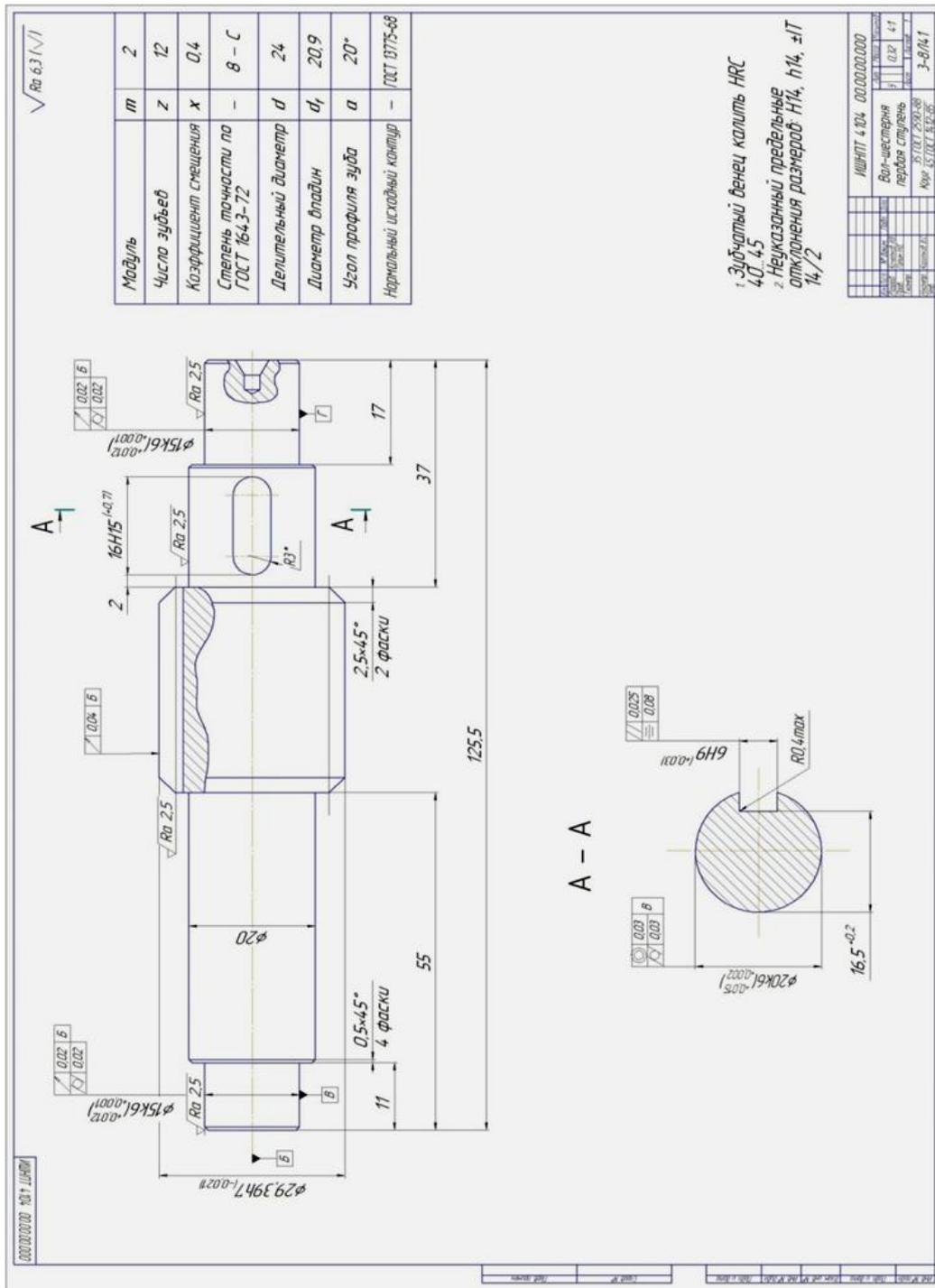


Рисунок 1.1–Вал–шестерня первая ступень

# 1 Технологическая часть

## 1.1 Исходные данные и назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание

Деталь Вал–шестерня первой ступени предназначена для передачи момента крутящего. Вал установленный в корпус редуктора, шейки вала используется в качестве опоры, на которые установлены подшипники. Шейки вала выполняются с высокой точностью. Крутящий момент передается посредством зубчатого зацепление.

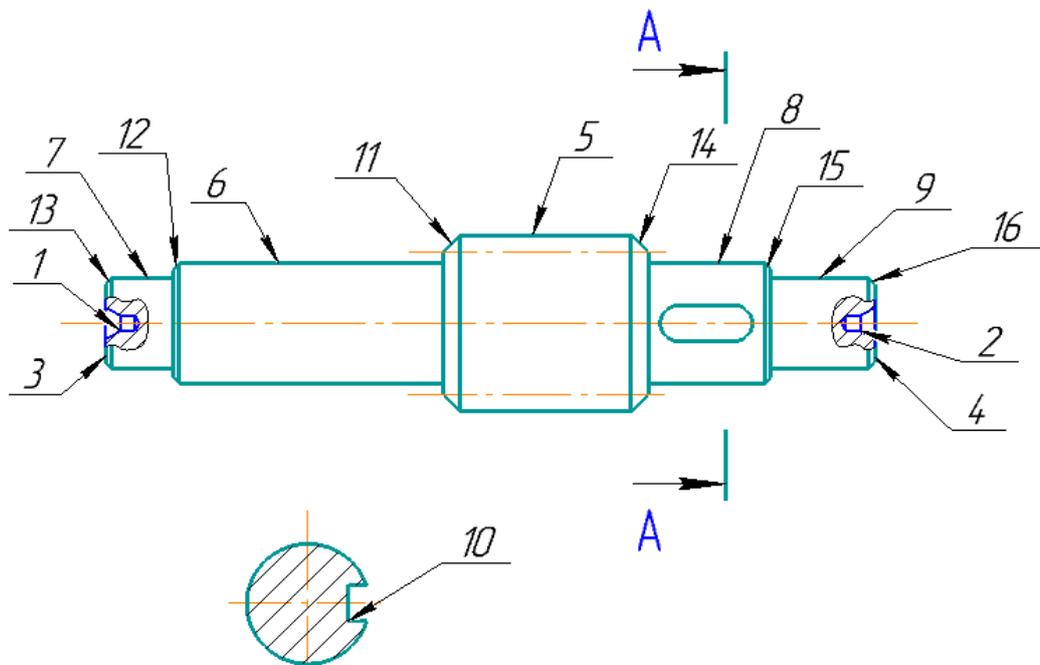


Рисунок 1.2 – Номера поверхностей предназначенные для обработки

Перечислим и пронумеруем обрабатываемые поверхности детали, представленные на рисунке 1:

- 1, 2 – Центровые отверстия формы а  $\varnothing 4$  ГОСТ 14034–74;
- 3, 4 –Торец детали  $\varnothing 15$ мм;
- 5 – Поверхность зубьев шестерни  $\varnothing 29,34$ мм;
- 6, 8 – Цилиндрическая поверхность  $\varnothing 20$ мм длиной 44мм, 20мм;
- 7, 9 – Цилиндрическая поверхность  $\varnothing 15$ мм длиной 11мм, 17мм;

- 10 – Шпоночный паз;
- 11, 14 – Фаски шестерни;
- 12, 13, 15, 16 – фаски;

Материал детали: сталь 45 конструкционная углеродистая качественная с пределом прочности  $\sigma=170\text{МПа}$ .

Наиболее точными поверхностями являются:

- две цапфы  $\varnothing 15k6$  имеющие шероховатость Ra 2,5 и требования на отклонение от размера в 0,02 мм относительно базы и цилиндричности в 0,02 мм;
- поверхность под посадку зубчатого колеса  $\varnothing 20k6$  с шероховатостью Ra 2,5, имеющая требования на соосность в 0,03мм и цилиндричности в 0,03 мм относительно базы, шпоночный паз 6H9x6H9x16H15 имеющий требование на параллельность в 0,025 мм и симметричность 0,08 мм относительно базы;
- зубчатый венец  $\varnothing 29,39h7$  с делительным диаметром  $\varnothing 24h8$  и диаметром впадин  $\varnothing 20,9h8$  выполненный по классу точности 8–С с шероховатостью Ra 2,5 и имеющий требование на отклонение от размера в 0,04 мм.

Марка материала: сталь 45 химический состав материала по ГОСТ 1412–85:

Таблица 1.1–Химический состав стали 45

Углерод С; %	Кремний Si; %	Марганец Mn; %	Сера S; %	Фосфор P; %
0,42–0,5	0,17–0,37	0,5–0,8	до 0,04	до 0,035

Вид термообработки на чертеже не указан; плотность  $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$ ; масса детали  $m=0,32\text{кг}$ .

На чертеже представлены все виды и разрезы, поясняющие конструкцию детали. Деталь не сложна по конструкции. Конструкция детали ясна. На чертеже имеются все размеры, необходимые для получения заготовки и обработки детали. Предельные отклонения соответствуют квалитетам и полям допусков ЕСПД. Шероховатость поверхностей указана. Допуски формы

расположения поверхностей указаны в соответствии с действующими стандартами.

## 1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

$$K_{з.о.} = \frac{t_в}{T_{ср}},$$

где  $t_в$  – такт выпуска детали, мин;

$T_{ср}$  – среднее штучное время, мин;

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_в = \frac{F_2}{N_2},$$

где  $F_2$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин

(при двухсменном режиме  $F_2 = 3500ч$ );

$N_2$  – годовая программа выпуска деталей.

Тогда:

$$t_в = \frac{3500 \cdot 60}{100} = 2100 \text{ мин.}$$

Среднее штучное–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum T_{ui}}{n},$$

где  $T_{ui}$  – штучное–калькуляционное время  $i$ -ой основной операции, мин;

$n$  – количество основных операций.

$$T_{ср} = \frac{27,7+2,0+3,7+3,1+3,5}{5} = 8,02.$$

Тогда коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о.} = \frac{t_в}{T_{ср}} = \frac{2100}{8,02} = 261,86.$$

Так как  $10 < K_{з.о.} < 20$ , то тип производства среднесерийное.

### 1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Качественный анализ:

Преимущества:

- деталь Вал–шестерня первой ступени изготавливается из стали марки 45 ГОСТ 1050–88, которая предназначена для изготовления валов–шестерен, коленчатых и распределительных валов и других подвергаемых поверхностной термообработке деталей, от которых требуется повышенная прочность;
- материал обрабатывается стандартными инструментами;
- обработка материала не вызывает особой трудности, а дефицитность материала не высока;
- способ получения заготовки – горячекатаный прокат. Все поверхности, доступны для механической обработки;
- наличие удобных технологических баз обеспечивает требуемую ориентацию и надежность закрепления, при этом соблюдается принцип постоянства и единства баз;
- удобное расположение обрабатываемых поверхностей относительно друг друга позволяет беспрепятственную обработку в несколько проходов с минимальной сменой технологических баз.

Недостатки:

- при обработке детали в центрах, центровые отверстия подвергаются сильному износу;
- высокая износостойкость зубчатого венца при высоких оборотах из–за малых размеров детали.

Количественный анализ:

Ø15k6–квалитет 6, Ø20h14–квалитет 14, Ø29,39h7–квалитет 7, Ø20k6–квалитет 6, 16H15–квалитет 15, 6H9–квалитет 9, 6H9–квалитет 9, Ø15k6–квалитет 6,

Ø24h8–квалитет 8, Ø20,9h8–квалитет 8, 125,5H14– квалитет 14, 55H14 – квалитет 14, 33,5H14–квалитет 14, 37H14–квалитет 14, 17H14–квалитет 14.

Формула количественного анализа :

$$A = \frac{\sum A_{n1}}{\sum n_1} ,$$

где  $\sum A_{n1}$ –сумма квалитетов, умноженная на их количество;

$\sum n_1$ – общая сумма квалитетов.

$$A_{cp} = \frac{6 \cdot 3 + 7 \cdot 1 + 8 \cdot 2 + 9 \cdot 2 + 14 \cdot 6 + 15 \cdot 1}{3 + 1 + 2 + 2 + 6 + 1} .$$

$A_{cp} = 10,53$  – средний квалитет точности.

Коэффициент точности поверхности [2]:

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{A_{cp}} ,$$

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{10,53} = 0,9 .$$

$K_{mч} \geq 0,8$  – деталь трудоемка в процессе изготовления.

Коэффициент технологичности поверхности[2]:

$$K_{mex} = 1 - \frac{1}{B_{cp}} ,$$

где  $B_{cp} = 16,3$  – средний коэффициент шероховатости.

$$K_{шо} = 1 - \frac{1}{9} = 0,94 .$$

$K_{шо} > 0,16$  – деталь трудоемка в процессе изготовления.

## 1.4 Выбор типового технологического процесса аналога единичного

Технологический процесс изготовления детали в себя включает ряд операций связанных с изменением свойств материала и размеров заготовки. Базовый технологический процесс состоит из 6 механических операций.

Общую принятую технологическую последовательность обработки логически следует считать целесообразной, так как при этом соблюдаются принципы постепенности формирования свойств и формы обрабатываемой детали. Свойства детали формируются поэтапно — от операции к операции, поскольку для каждого способа обработки существуют возможности исправления исходных погрешностей заготовки и получения требуемой точности, шероховатости и качества обрабатываемых поверхностей.

В технологическом процессе в основном применяется стандартный режущий инструмент, это ускоряет технологическую подготовку производства. Обработка детали ведётся с применением СОЖ, это позволяет производить обработку с более высокими скоростями резания и сохранением оптимальных периодов стойкости инструмента.

В конце технологического процесса деталь проходит окончательный контроль детали, что позволяет проконтролировать соблюдение всех требований, предъявляемых к детали. Применяются стандартные и специальные измерительные инструменты и контрольные приспособления и приборы.

Согласно требованиям по ГОСТ 17535–77, составим маршрут обработки поверхностей заготовки:

- 005 Ленточно–отрезная;
- 010 Токарная ;
- 015 Долбежная;
- 020 Вертикально–фрезерная;
- 025 Вертикально–сверлильная;
- 045 Моечная;
- 050 Контрольная.

## 1.5 Выбор исходной заготовки и методов ее получения

Ориентировочная стоимость заготовки:

$$S_{заг.пр.} = \left( M_{заг} \cdot \frac{S_{баз}}{1000} \right) - (M_{заг} - M_{дет}) \cdot \frac{C_{отх}}{1000},$$

где  $S_{баз}$  – базовая стоимость 1 тонны проката руб., для стали 45  $S_{баз}=39190$  руб.;

$M_{заг}$  – масса заготовки кг,  $M_{заг} = 0,99$  кг;

$M_{дет}$  – масса готовой детали,  $M_{дет} = 0,32$  кг;

$C_{отх}$  – цена отходов материала руб.,  $C_{отх} = 1500$ руб.

$$S_{заг.шт} = \frac{S_{баз} \cdot M_{заг}}{1000} \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_g \cdot K_M \cdot K_n - (M_{заг} - M_{дет}) \cdot \frac{C_{отх}}{1000},$$

где  $S_{баз}$  – базовая стоимость 1 т. штамповки руб., для стали 45  $S_{баз}=50000$  руб.;

$M_{заг}$  – масса заготовки кг,  $M_{заг} = 0,69$ кг;

$M_{дет}$  масса готовой детали кг,  $M_{дет} 0,32$  кг;

$C_{отх}$  – цена отходов материала руб.,  $C_{отх} = 1500$ руб;

$K_m, K_c, K_g, K_M, K_n$  – Коэффициенты зависящие от класса точности, степени сложности, массы, марки материала, объема производства,

$K_m = 1,05$  – для штампованных деталей класса точности  $T$ ;

$K_c = 0,84$ ;

$K_g = 1,85$ ;

$K_M = 1$ ;

$K_n = 1$ .

Горячекатаный прокат

$$S_{заг} = \left( 0,991 \cdot \frac{29190}{1000} \right) - (0,991 - 0,32) \cdot \frac{1500}{1000} = 42,49 \text{ руб.}$$

Штамповка

$$\begin{aligned} S_{заг} &= \frac{50000 \cdot 0,69}{1000} \cdot 1,05 \cdot 1,85 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 - (0,69 - 0,32) \cdot \frac{1500}{1000} \\ &= 83,88 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Коэффициент использования материала

$$\sigma_m = \frac{M_{дет}}{M_{заг}},$$

Горячекатаный прокат:

$$\sigma_m = \frac{0,32}{0,991} = 0,3.$$

Штамповка:

$$\sigma_m = \frac{0,32}{0,69} = 0,46.$$

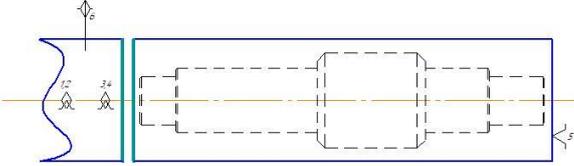
Горячекатаный сортовой прокат экономически выгодней.

## 1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали

### 1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержание технологических операций

Составим маршрутный техпроцесс изготовления детали «Вал–шестерня первой ступени», представленный в таблице 1.2.

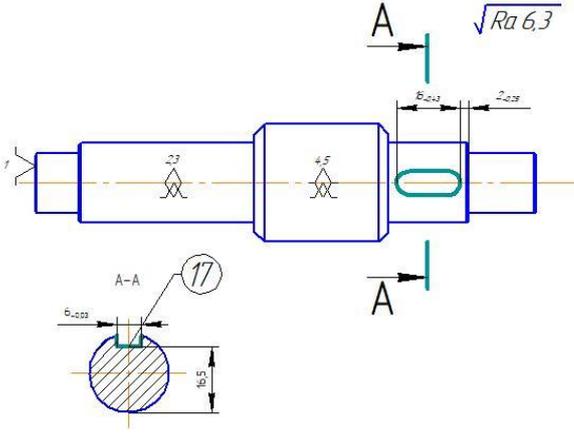
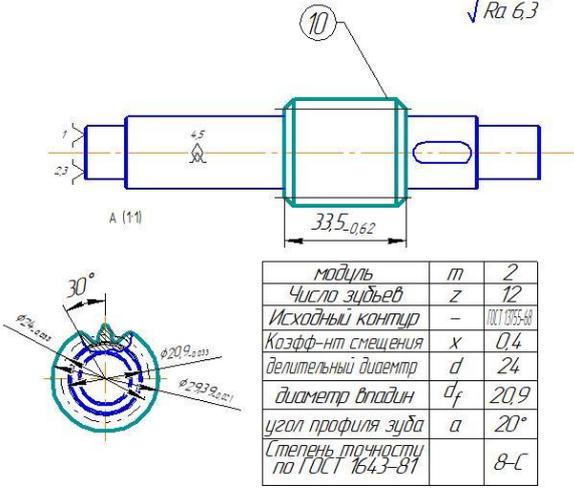
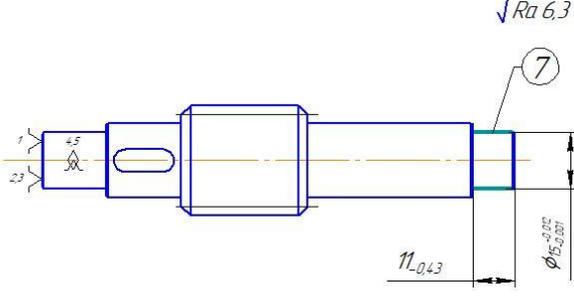
Таблица 1.2 – Маршрутный технологический процесс изготовления детали «Вал–шестерня первой ступени»

№ операции	Наименование операции	Операционный эскиз	Оборудование и технологическая оснастка
005	<u>Ленточно–отрезная</u> Отрезать заготовку, выдерживая размеры		Ленточно–отрезной станок 8Г662 Тиски

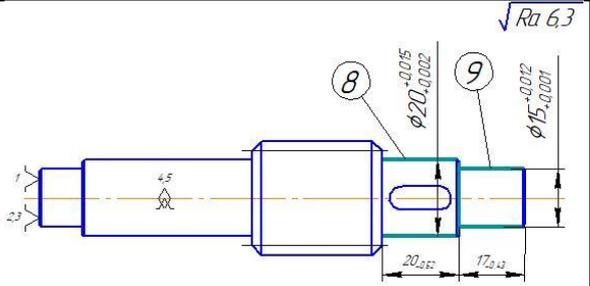
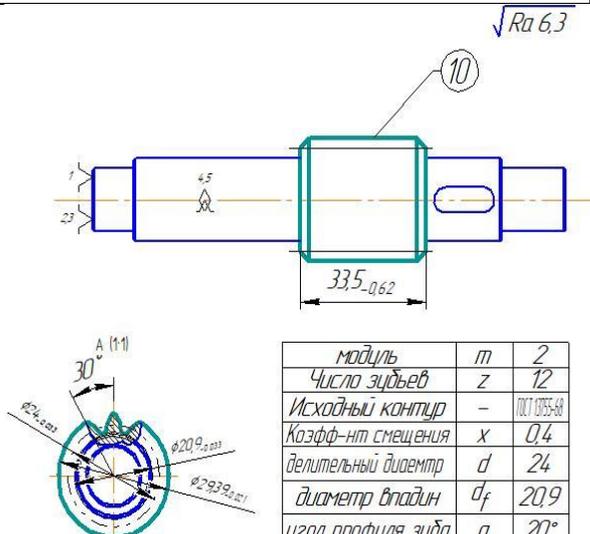
Продолжение таблицы 1.2

	<p><u>Токарная</u></p> <p>А. Установить и снять заготовку</p> <p>1. Точить торец 3 Окончательно</p> <p>2. Сверлить центровое отверстие 3</p> <p>3. Точить поверхности 5,6, 7 предварительно</p> <p>5. Точить поверхности 5,6,7 окончательно</p> <p>6.Точить фаски 11,12,13</p>		<p>Токарно– винторезный 16К20 Патрон трех– кулачковый</p>
<p>010</p>	<p>Б. Переустановить заготовку</p> <p>7. Точить торец 4 предварительно</p> <p>8. Точить торец 4 окончательно</p> <p>9. Сверлить центровое отверстие 2</p> <p>10. Точить поверхности 8,9 предварительно</p> <p>11. Точить поверхности 8,9 окончательно</p> <p>12. Точить фаски 14,15,16</p>		

Продолжение таблицы 1.2

<p>015</p>	<p><u>Фрезерная</u> А. Установить и снять заготовку 1. Долбить шпоночный паз, выдерживая размеры</p>		<p>Вертикально-фрезерный станок 6Р12 Приспособление специальное</p>																								
<p>020</p>	<p><u>Зубофрезерная</u> А. Установить и снять заготовку 1. Фрезеровать лыски 1 и 2, под углом 45°, на глубину 25 мм</p>	 <table border="1" data-bbox="943 920 1220 1151"> <tbody> <tr> <td>модуль</td> <td><i>m</i></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>число зубьев</td> <td><i>z</i></td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>исходный контур</td> <td>-</td> <td>ГОСТ 1355-68</td> </tr> <tr> <td>коэффициент смещения</td> <td><i>x</i></td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>делительный диаметр</td> <td><i>d</i></td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>диаметр впадин</td> <td><i>d<sub>f</sub></i></td> <td>20,9</td> </tr> <tr> <td>угол профиля зуба</td> <td><i>α</i></td> <td>20°</td> </tr> <tr> <td>степень точности по ГОСТ 1643-81</td> <td></td> <td>8-С</td> </tr> </tbody> </table>	модуль	<i>m</i>	2	число зубьев	<i>z</i>	12	исходный контур	-	ГОСТ 1355-68	коэффициент смещения	<i>x</i>	0,4	делительный диаметр	<i>d</i>	24	диаметр впадин	<i>d<sub>f</sub></i>	20,9	угол профиля зуба	<i>α</i>	20°	степень точности по ГОСТ 1643-81		8-С	<p>Зубофрезерный станок 5Е32 Тиски</p>
модуль	<i>m</i>	2																									
число зубьев	<i>z</i>	12																									
исходный контур	-	ГОСТ 1355-68																									
коэффициент смещения	<i>x</i>	0,4																									
делительный диаметр	<i>d</i>	24																									
диаметр впадин	<i>d<sub>f</sub></i>	20,9																									
угол профиля зуба	<i>α</i>	20°																									
степень точности по ГОСТ 1643-81		8-С																									
<p>025</p>	<p><u>Термическая</u> <u>Калить зубчатый венец 10 до HRC 40...45</u></p>		<p>Печь</p>																								
<p>030</p>	<p><u>Круглошлифовальная</u> А. Установить и снять заготовку 1. Шлифовать поверхность 7 окончательно</p>		<p>Круглошлифовальный станок 3Б12 Станочное приспособление</p>																								

Продолжение таблицы 1.2

30	<p>Б. Установить и снять заготовку</p> <p>2. Шлифовать поверхности 8,9 окончательно</p>																										
035	<p><u>Зубошлифовальная</u></p> <p>А. Установить и снять заготовку</p> <p>1. Шлифовать зубья 10 окончательно</p>	 <table border="1" data-bbox="965 1153 1252 1411"> <tbody> <tr> <td>модуль</td> <td><i>m</i></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Число зубьев</td> <td><i>z</i></td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Исходный контур</td> <td>—</td> <td>ГОСТ 13755-68</td> </tr> <tr> <td>Козф-нт смещения</td> <td><i>x</i></td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>делительный диаметр</td> <td><i>d</i></td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>диаметр впадин</td> <td><i>d<sub>f</sub></i></td> <td>20,9</td> </tr> <tr> <td>угол профиля зуба</td> <td><i>a</i></td> <td>20°</td> </tr> <tr> <td>Степень точности по ГОСТ 1643-81</td> <td></td> <td>8-С</td> </tr> </tbody> </table>	модуль	<i>m</i>	2	Число зубьев	<i>z</i>	12	Исходный контур	—	ГОСТ 13755-68	Козф-нт смещения	<i>x</i>	0,4	делительный диаметр	<i>d</i>	24	диаметр впадин	<i>d<sub>f</sub></i>	20,9	угол профиля зуба	<i>a</i>	20°	Степень точности по ГОСТ 1643-81		8-С	<p>Зубошлифовальный станок 5М841</p>
модуль	<i>m</i>	2																									
Число зубьев	<i>z</i>	12																									
Исходный контур	—	ГОСТ 13755-68																									
Козф-нт смещения	<i>x</i>	0,4																									
делительный диаметр	<i>d</i>	24																									
диаметр впадин	<i>d<sub>f</sub></i>	20,9																									
угол профиля зуба	<i>a</i>	20°																									
Степень точности по ГОСТ 1643-81		8-С																									
040	<u>Слесарная</u>																										
045	<u>Моечная</u>																										
050	<u>Контрольная</u>		Стол ОТК																								

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

Для проверки обеспечения точности конструкторских размеров необходимо построить размерную схему. 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. Размерная схема представлена на рисунке 1.3.

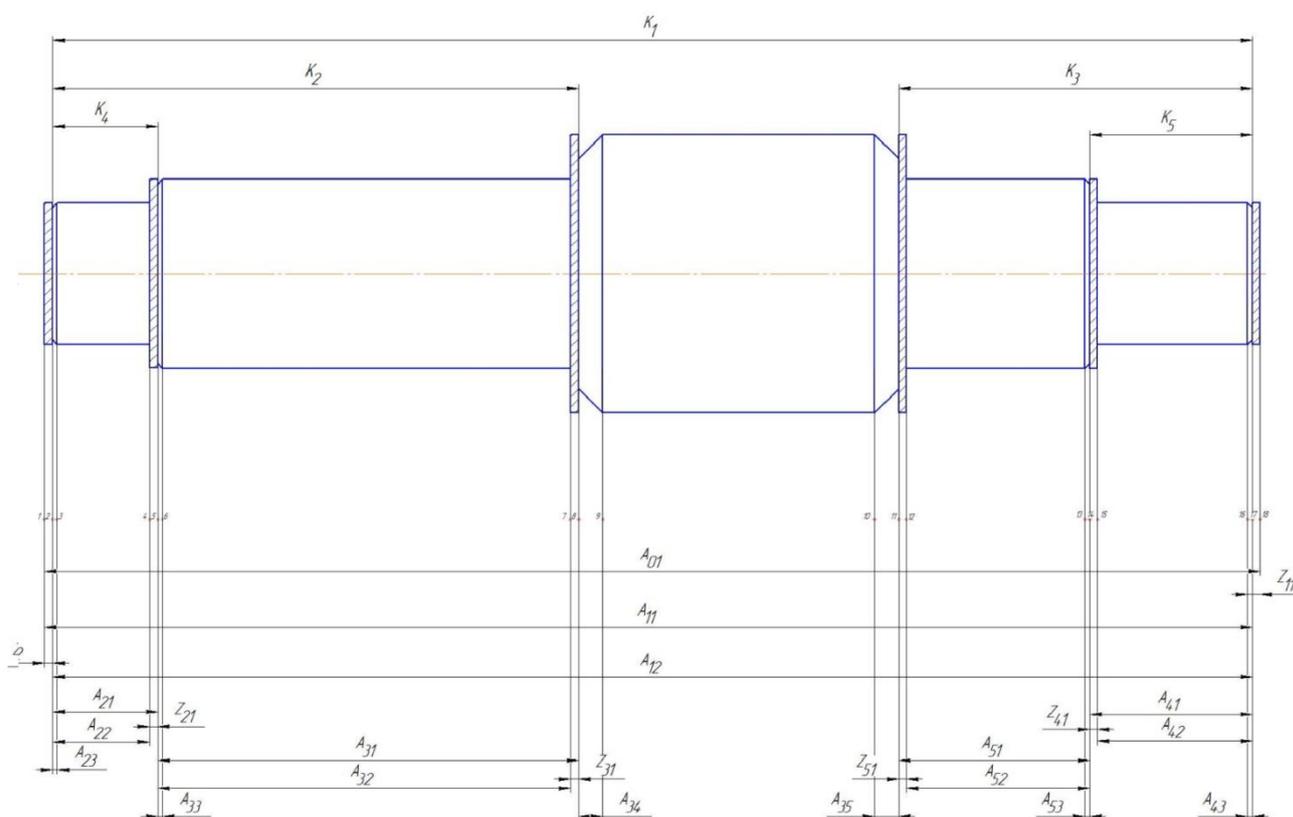


Рисунок 1.3–Размерная схема

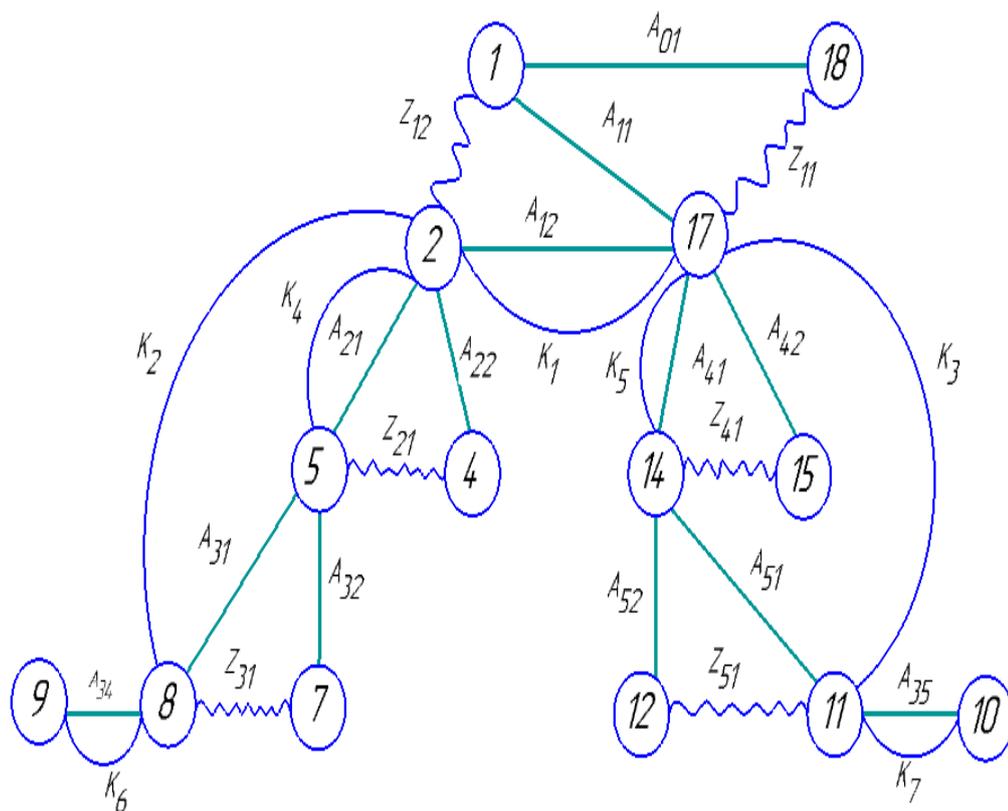
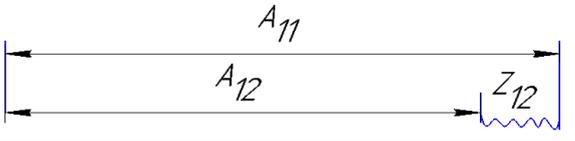
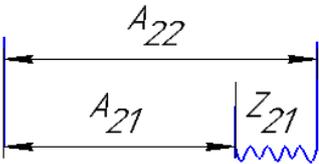
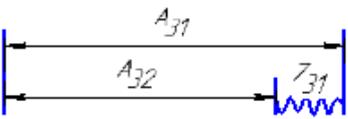
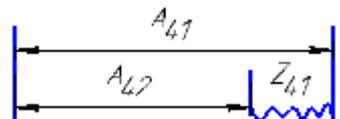
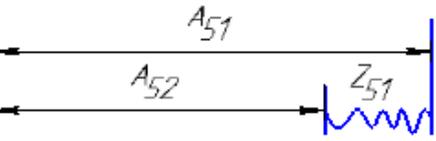
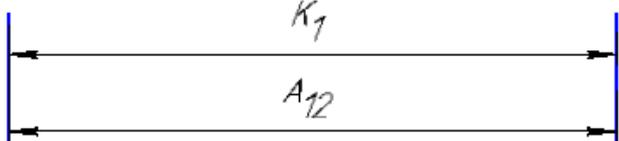


Рисунок 1.4 – Граф дерево

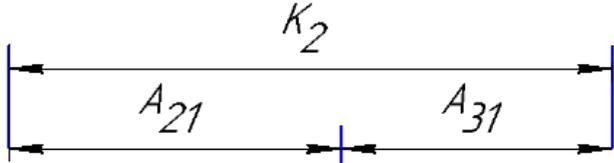
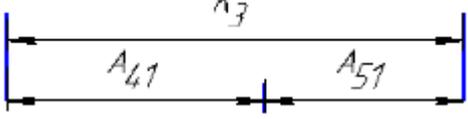
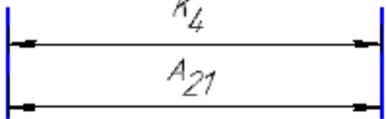
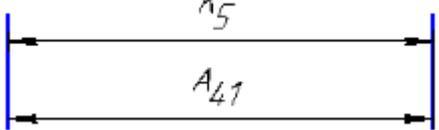
Таблица 1.3 – Расчет технологических размеров (продольное направление)

Проверяемые размеры	Схемы размерных цепей	Уравнения размерных цепей
$Z_{11}$		$Z_{11} = A_{01} - A_{11}$

Продолжение таблицы 1.3

$Z_{12}$		$Z_{12} = A_{11} - A_{12}$
$Z_{21}$		$Z_{21} = A_{22} - A_{21}$
$Z_{31}$		$Z_{31} = A_{31} - A_{32}$
$Z_{41}$		$Z_{41} = A_{41} - A_{42}$
$Z_{51}$		$Z_{51} = A_{51} - A_{52}$
$K_1$		$K_1 = A_{12}$

Продолжение таблицы 1.3

$K_2$		$K_2 = A_{21} + A_{31}$
$K_3$		$K_3 = A_{41} + A_{51}$
$K_4$		$K_4 = A_{21}$
$K_5$		$K_5 = A_{41}$

Расчетно аналитическим методом и по таблицам производится расчет припусков на механическую обработку детали. Расчет по таблицам припусков и их определение могут производиться только после выбора оптимального для данных условий способа получения заготовки и технологического маршрута.

Припуски на обработку рассчитываем  $\text{Ø}15_{k6}$  мм длина 11 мм. Расчет припусков на обработку сводим в таблицу 1.4, в которой последовательно записываем маршрут обработки поверхности и все значения элементов припуска.

Таблица 1.4 – Размеры припусков

№ поверхности	Наименование технического процесса	Допуск, мкм		Припуск $z_{bmin}$ , мкм		Максимальный припуск $z_{bmax}$ , мкм	Допуск на припуск, $T_z$ мкм	Наименьшие предельные размеры, мм		Наибольшие предельные размеры, мм
		по нормативу	принятый	расчетный	принятый			расчетный	принятый	
0	Заготовительная	600	600					15,95	16,5	16,6
1	Черновое точение	500	500	949	950	1600	100	15	15	15
2	Чистовое точение	150	120	13	12	500	488	–	15	15,012

1. Припуск при черновое точение

$$Z_{bmin} = 2 \cdot (R_{z_a} + h_a + P_a),$$

где  $R_{z_a}$  – высота микронеровностей;

$h_a$  – слой дефектного слоя;

$P_a$  – пространственное отклонение.

$$R_{z_a} + h_a = 100 \text{ мкм.}$$

$$P_a = 0,96 \cdot \Delta u \cdot l_u + 0,4 \cdot E_{ц},$$

$$P_a = 0,96 \cdot 132 + 0,4 \cdot 245 = 224,72 \text{ мкм.}$$

где  $\Delta u = E_B$  – погрешность базирования;

$lu$  – длина погрешности;

$E_c$  – принято по таблице [3, т.6.2];

$T_a$  – допуск,  $T_a = 600$  мкм;

$$Z_{b_{min}} = 600 \text{ мкм} + 310 + 0 = 910 \text{ мкм.}$$

## 2. Припуск на чистовое точение.

Погрешность установки на данном переходе  $E_b=0$  т.к. обработка ведётся на том же станке без переустановки детали.

$T_{a_1} = 680$  мкм – допуск поверхности;

$2\Delta a_1 = 2Ra_1$  – качество поверхности,  $2Ra_1 = 60$  мкм.

$$Ra_1 = 0,4 \cdot 443,5 = 174,4 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{b_{2min}} = 180 + 60 = 240 \text{ мкм.}$$

Определение предельных размеров начинают с окончательной обработки поверхности, которые заданы по чертежу детали.

Для конечного перехода в графу “принятый” записать наименьший допустимый размер детали по чертежу.

Наименьший предельный размер получаемый на выполняемом переходе:

$$B_{2min} = 8 - 0,215 = 7,785 \text{ мм.}$$

Наименьший предельный размер получаемый на смежном переходе:

$$A_{1min} = 7,785 + 0,240 = 8,231 \text{ мм.}$$

Размер  $A_{1min}$  заносится в графу “расчётный”. Этот размер нужно округлить до знака допуска и занести в графу “принятый”. На величину округления размера изменяется принятый минимальный припуск  $2Z_{b_{2max}}$ .

Наибольший предельный размер получаемый на выполняемом переходе:

$$2Z_{b_{2min}} = 8,10 - 7,785 = 0,315 \text{ мм.}$$

Наибольший предельный размер после чернового точения получаем путём прибавления допуска к принятому наименьшему предельному размеру.

Наибольший предельный размер получаемый на смежном переходе:

$$A_{1max} = 8,10 + 0,680 = 8,78 \text{ мм},$$

Наибольшее значение припуска на чистовое обтачивание:

$$2Zb_{2max} = A_{1max} - A_{2max} = 8,78 - 8 = 0,78 \text{ мм},$$

Проверка:

$$T_z = 2Zb_{2max} - 2Zb_{2min} = T_{a_1} - T_{a_2} - 780 - 315 = 680 - 215 = 465 \text{ мкм},$$

Наименьший расчетный предельный размер:

$$A_{0min} = A_{1min} + Z_{b_{1min}} = 8,10 + 1,480 = 9,58 \text{ мм},$$

Принятый минимальный припуск:

$$2Z^1b_{min} = 9,50 - 8,10 = 1,4 \text{ мм},$$

Наибольший предельный размер заготовки:

$$A_{0max} = 9,50 + 2,300 = 11,8 \text{ мм},$$

Максимальный припуск:

$$2Zb_{1max} = 11,8 - 8,78 = 3,02 \text{ мм},$$

Правильность расчетов проверяем, определяя  $T_z$ :

$$T_z = 3120 - 1500 = 2300 - 680 = 1620 \text{ мкм}.$$

Общие припуски и допуски на механическую обработку назначаем на оставшихся поверхностях опытно-статическим путем и сводим их в таблицу 1.5

Таблица 1.5 – Припуски опытно–статические

Размер, мм	Припуск, мм		Допуск, мм
	черновой	чистовой	
Ø20	1,7	0,75	+1
Ø29,39	1,7	0,75	+1
Ø15	1,7	0,75	+1

### 1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки

#### Отрезная операция 005

Выбираем отрезной станок 8725:

Таблица 1.6– Технические характеристики отрезной станок 8725

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки	250мм
Пределы скоростей вращения шпинделя	800 об/мин
Мощность станка	2,2 кВт
Габариты станка	1690 x 700 x 900

Выбираем специальное станочное приспособление.

#### Токарная операция 010

Выбираем токарно–винторезный станок 16К20Ф3:

Таблица 1.7– Технические характеристики токарно–винторезный станок 16К20Ф3

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки	400 мм
Пределы вращения шпинделя	1600 об/мин

### Продолжение таблицы 1.7

Мощность станка	11 кВт
Габариты станка	2795×1190×1500

В качестве оснастки выбираем патрон самоцентрирующий спиральный.

### Операция фрезерная 015

Выбираем станок фрезерный 6P12:

Таблица 1.8– Технические характеристики станок фрезерный 6P12

Размеры поверхности стола	1250 х 320мм
Пределы вращения шпинделя	2000 об/мин
Мощность станка	9,8 кВт
Габариты станка	2305 х 1950 х 2020

В качестве оснастки выбираем поворотный стол.

### Зубофрезерная операция 020

Выбираем настольный зубофрезерный станок 5E32:

Таблица 1.9– Технические характеристики зубофрезерный станок 5E32

Наибольший диаметр нарезаемых цилиндрических прямозубых колес (0°), мм	800 мм
Пределы вращения шпинделя	250 об/мин
Мощность станка	6.9 кВт
Габариты станка	2390 х 1340 х 2080

В качестве оснастки выбираем специальное приспособление.

## Круглошлифовальная операция 030

Выбираем настольный круглошлифовальный станок 3Б12:

Таблица 1.10– Технические характеристики круглошлифовальный станок 3Б12

Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм	200 мм
Пределы вращения шпинделя	2250 об/мин
Мощность станка	3 кВт
Габариты станка	2600 x 1750 x 1750

В качестве оснастки выбираем специальное приспособление.

## Зубошлифовальная операция 035

Выбираем настольный зубошлифовальный станок 5М841:

Таблица 1.11– Технические характеристики зубошлифовальный станок 5М841

Диаметр устанавливаемого изделия, мм	30..320 мм
Пределы вращения шпинделя	1920 об/мин
Мощность станка	6,6 кВт
Габариты станка	2850 x 2315 x 2085

Выбираем специальное станочное приспособление.

### 1.8 Расчет и назначение режимов обработки

Рассчитаем режимы резания предварительного и окончательного точения поверхности  $\varnothing 15k6$ .

Выбор режущего инструмента: материал режущей инструмента – твердый сплав Т5К12В.

Глубина резания:

$$t = 0,5 * D,$$

где D – диаметр инструмента.

$$t = 0,5 \cdot 11 \text{ мм} = 5,5 \text{ мм}.$$

Принимаем подачу на оборот:

$$S_0 = 0,15 \text{ мм/об},$$

Скорость резания при продольном наружном точении:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_y} * K_v,$$

$C_v$  – коэффициент табличный,  $C_v = 17,1$ ;

$K_v$  – коэффициент корректирующий скорости резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lu},$$

где  $K_{mv}$ ,  $K_{uv}$ ,  $K_{lu}$  – коэффициенты зависящие от материала от состава режущей инструмента от заготовки;

T – стойкость инструмента (мин).

$$K_{mv} = \left( \frac{190}{\sigma_B} \right)^{nv},$$

где  $\sigma_B = 200$  – предел прочности сталь 45.

Принимаем по [5, с.114]:

$$q=0,25, y=0,40, m=0,125, T=60 \text{ мин}, nv=0,9, K_{uv} = 1,0, K_{lu} = 1,0.$$

$$K_{mv} = \left( \frac{190}{200} \right)^{0,9} = 0,954,$$

$$K_v = 0,954 \cdot 1,0 * 1,0 = 0,954,$$

$$v = \frac{17,1 * 11^{0,25} * 0,954}{60^{0,125} * 0,15^{0,4}} = 28,84 \text{ м/мин}.$$

Принимаем 30 м/мин.

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 28,84}{3,14 \cdot 11} = 834 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка 800 об/мин ,

Определяем крутящий момент:

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

Принимаем по [5, с.114–120] коэффициенты:

$$C_m = 0,012, q = 2,2, y = 0,8, K_p = 0,954,$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,012 \cdot 11^{2,2} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,954 = 10,26 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Определяем силы резания:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где  $C_p$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;

$K_p$  – поправочный коэффициент. –0,89

$$C_p = 300;$$

$$t = 4;$$

$$x = 0,75;$$

$$s = 0,4;$$

$$y = 0,75;$$

$$V = 155;$$

$$n = -0,15;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 4^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 155^{-0,15} \cdot 0,89 = 2435 \text{ Н.}$$

Мощность резания, кВт :

$$N_c = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750},$$

$$N_c = \frac{10,26 \cdot 834}{9750} = 0,88 \text{ кВт.}$$

Определяем основное время [5, с.67.]:

$$T_0 = \frac{L_{px}}{s_0 \cdot n},$$

$$L_{рез} = L_{рез} + Y,$$

где  $L_{рез}$  – длина резания, применяется для необработанной поверхности в направлении подачи;

$Y$  – величина врезания и перебега инструмента.

Для черновой обработки длина врезания и перебега равна 4,5 мм.

$$L_{px} = 8 + 4,5 = 12,5 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{12,5}{0,31 \cdot 800} = 0,05 \text{ мин.}$$

По результатам расчетов можно сделать вывод, что станок 16K20M подходит для выполнения данной операции.

Режимы резания на обработку остальных поверхностей были назначены аналогичным образом и отображены на картах техпроцесса.

## 1.9 Нормирование технологического процесса

Нормирование труда устанавливает затраты необходимого времени на изготовление данного предмета труда на данном предприятии, т.е. норму труда – конкретное выражение меры труда.

Расчет штучно-калькуляционного времени для точения  $\varnothing 20$  мм на три перехода.

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт},$$

где  $T_{п-з}$  – мин-подготовительно заключительное время (мин.):

$n=100$  – количество деталей в партии;

$T_{шт}$  – штучное время обработки деталей.

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{вспом} + T_{осб} + T_{отд},$$

где  $T_{осн} = 0,46$  мин.– основное время обработки отверстий(мин);

$T_{вспом} = 3,1$  мин–вспомогательное времени;

$T_{осб}$ –время на обслуживание рабочего места.

$$T_{осб} = (T_{осн} + T_{вспом}) \frac{a_{осб}}{100},$$

где  $a_{осб}$ –время обслуживания рабочего места в процентах от оперативного (3% ).

$$T_{осб} = 3,56 \cdot \frac{3}{100} = 0,12.$$

Оперативное время:

$$T_{опер} = T_{осн} + T_{вспом},$$

где  $a_{отд}$ – время перерывов на отдых и на личные надобности (1%) от оперативного времени,

$$T_{отд} = 0,14.$$

Подготовительно–заключительное время состоит из:

- время на установку приспособления и наладку станка;
- время поворотов и перемещений рабочих органов станков;
- время на получение до начала и сдачи после окончания обработки инструментов и приспособлений.

Подготовительно–заключительное время для расточки отверстий составляет  $T_{п-з} = 9,15$  мин.

$$T_{шт-к} = 0,09 + 0,46 + 0,96 + 0,04 + 0,05 = 8,29 \text{ мин.}$$

Штучнокалькуляционное время на все остальные операции рассчитываем аналогичным образом и сводится в таблицу 1.12

Таблица 1.12 – Штучно калькуляционное время

Номер и наименование операции	$T_{ш-к}$ , мин
010 Токарная	27,7
015 Фрезерная	2,0
020 Зубофрезерная	3,7
025 Круглошлифовальная	3,1
035 Зубошлифовальная	3,5

### 1.10 Техничко–экономическое обоснование и показатели технологического процесса

Для того чтобы решить вопрос о целесообразности составленного технологического маршрута, проведем технико–экономическое сравнение двух вариантов технологического процесса.

В соответствии с положениями об оценке экономической эффективности новой техники наиболее выгодным, считается тот вариант у которого сумма текущих и приведенных капитальных затрат на единицу продукции будет минимальным.

1 вариант: сверление центровых отверстий  $\varnothing 3$ . Обработка ведется на горизонтально–винторезном станке 16К20М

$C=1400000 \cdot 1,1=1540000$  руб.–балансовая стоимость станка.

$F=1,1 \cdot 3,2=3,3$  м<sup>2</sup>–площадь станка в плане.

Суммарное штучное время обработки поверхности детали

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{вспом} + T_{об} + T_{от},$$

где  $T_{осн}$  – основное время обработки 2 –х отверстий,  $T_{осн}=1,2$  мин.;

$T_{вспом}$  – вспомогательное время,  $T_{вспом}=1,31$  мин.;

$T_{об}$  – время затрачиваемое на обслуживание рабочего места,  $T_{об}=0,79$  мин.;

$T_{от}$  – время перерывов и отдыха,  $T_{от}=0,07$  мин.

$T_{шт}=1,2+1,31+0,07+0,79=3,37$  мин.

Величина часовых приведенных затрат [2]:

$$C_{п.з.} = C_з + C_{ч.з} + E_H(K_C + K_з),$$

где  $E_H$  – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений,  $E_H=0,15$ ;

$C_з$  – основная и дополнительная заработная плата станочника;

$C_{ч.з}$  – практические часовые затраты по эксплуатации рабочего места;

$K_C$  – удельные капитальные часовые вложения в станок;

$K_з$  – удельные капитальные часовые вложения в здание.

$$C_з = C_T \cdot 2,66 \cdot K,$$

где  $C_T$  – часовая тарифная ставка станочника,  $C_T=58,85$  руб/ч;

$K$  – коэффициент учитывающий наладку станка,  $K=1$ .

$$C_з = 58,85 \cdot 2,66 \cdot 1 = 156,5 \text{ руб/ч.}$$

Практические часовые затраты по эксплуатации рабочего места

$$C_{ч.з} = C_{ч.з}^{б.м} \cdot K_M,$$

где  $C_{ч.з}^{б.м}$  – практические затраты на рабочем месте в часах,

$$C_{ч.з}^{б.м} = 166 \text{ руб/ч;}$$

$K_M$  – коэффициент, показывающий во сколько раз затраты связанные с

работой данного станка, больше чем затрат на базовом рабочем месте,  $K_M=0,9$ .  
 $C_{ч.з}=0,9 \cdot 166 \text{ руб/час} = 149 \text{ руб/час}$ .

Удельные капитальные часовые вложения в станок:

$$K_c = \frac{Ц}{\Phi_d \cdot \tau_3},$$

где  $\Phi_d$ —действительный годовой фонд времени работы станка,  $\Phi_d=3500 \text{ ч}$ ;

$\tau_3$ —коэффициент загрузки станка,  $\tau_3=0,5$ .

$$K_c = \frac{1540000}{3500 \cdot 0,5} = 880 \text{ руб/ч.}$$

Удельные капитальные часовые вложения в здание:

$$K_3 = \frac{F \cdot Ц_{зд}}{\Phi_d \cdot \tau_3},$$

где  $Ц_{зд}$ —средняя стоимость здания, приходящаяся на 1 м.кв.,  $Ц_{зд}=16000 \text{ руб}$ .

$$K_3 = \frac{17,6 \cdot 16000}{3500 \cdot 0,5} = 160 \text{ руб/ч.}$$

Вычисляем величину часовых затрат:

$$C_{п.з.} = 156,5 + 149 + 0,15 \cdot (880 + 160) = 462 \text{ руб/ч.}$$

Технологическая себестоимость операции:

$$C_0 = \frac{C_{п.з.} \cdot T_{шт.}}{60},$$

$$C_0 = \frac{462 \cdot 3,37}{60} = 26 \text{ руб.}$$

2 вариант: сверление центровых отверстий  $\emptyset 3$ . Обработка ведется на токарном станке

$$Ц = 8200000 \cdot 1,1 = 7456000 \text{ руб.}$$

$F=2,020 \cdot 3,320=6,7 \text{ м}^2$ —площадь станка в плане.

Суммарное штучное время обработки поверхности детали:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{вспом}} + T_{\text{об}} + T_{\text{от}},$$

где  $T_{\text{осн}}=0,26$  мин.;

$T_{\text{вспом}}=0,19$  мин.;

$T_{\text{об}}=0,22$  мин.;

$T_{\text{от}}=0,07$  мин.;

$T_{\text{шт}}=0,26+0,19+0,07+0,22=0,74$  мин.

Величина часовых приведенных затрат [2]:

$$C_{\text{п.з.}} = C_{\text{з}} + C_{\text{ч.з}} + E_{\text{н}}(K_{\text{с}} + K_{\text{з}}),$$

где  $C_{\text{т}}=58,85$ руб/ч.;

$K=1$ ;

$C_{\text{з}}=58,85 \cdot 2,66 \cdot 1=156,5$  руб/ч.

Практические часовые затраты по эксплуатации рабочего места [2]:

$$C_{\text{ч.з}} = C_{\text{ч.з}}^{\text{б.м}} * K_{\text{м}},$$

где  $C_{\text{ч.з}}^{\text{б.м}}=166$  руб/ч.;

$K_{\text{м}}=0,9$ .

$C_{\text{ч.з}}=0,9 \cdot 166$  руб/ч.=149 руб/ч.

Удельные капитальные часовые вложения в станок[2]:

$$K_{\text{с}} = \frac{Ц}{\Phi_{\text{д}} \cdot \tau_{\text{з}}},$$

где  $\Phi_{\text{д}}=3500$  ч.;

$$\tau_3=0,5.$$

$$K_c = \frac{13200000}{3500 \cdot 0,5} = 4261 \text{ руб/ч.}$$

Удельные капитальные часовые вложения в здание[2]:

$$K_3 = \frac{F \cdot \Pi_{зд}}{\Phi_d \cdot \tau_3},$$

$$\Pi_{зд}=16000 \text{ руб.}$$

$$K_3 = \frac{48 \cdot 16000}{3500 \cdot 0,5} = 61,3 \text{ руб/ч.}$$

Вычисляем величину часовых затрат:

$$C_{п.з.}=156,5+149+0,15 \cdot (4261+61,3)=954 \text{ руб/ч.}$$

Технологическая себестоимость операции:

$$C_0 = \frac{C_{п.з.} \cdot T_{шт.}}{60},$$

$$C_0 = \frac{954 \cdot 0,74}{60} = 12 \text{ руб.}$$

Величина приведенной годовой экономии от применения более экономического варианта обработки:

$$\mathcal{E}_r = (C_0^2 - C_0^1) \cdot N \text{ (руб.)},$$

$$\mathcal{E}_r = (26-12) \cdot 100 = 1400 \text{ руб.}$$

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана фрезерная операция.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Техническое задание для проектирования специального приспособления

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Зажимное устройство для фрезерования шпоночного паза вала на вертикально – фрезерном станке модели 6К12.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки вал шестерни.
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико–технические) требования	Тип производства – среднесерийный Программа выпуска – 100 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели 6К12.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

## 2.2 Описание работы и принцип зажимного устройства

Узлы и комплектующие к зажимному устройству взяты из источника [6, с.146], [7, с.51–54], [8, с.117].

Специальная плита устанавливается на рабочий стол. В специальной плите 1 имеются резьбовые отверстия, благодаря которым, имеется возможность установить на специальную плиту призматические упоры 3. На призматические упоры устанавливается заготовка 4. Заготовку прижимают передвижным прихватом 2, который крепится к специальной плите с помощью шпильки 10 и регулируемой опоры 11. Шпилька крепится к прихватом и плите с помощью самоконтрящихся гаек 5, которые не позволяют ослабить соединение и минимизируют отклонение прихвата. Установленная на шпильке пружина 9, между плитой и прихватом, обеспечивает поддержание прихвата во время раскручивания гаек, так же минимизирует вибрации, направленные на соединение гаек со шпильками, во время выполнения операции.

Приспособление универсально и подходит для многих типов вертикально-фрезерных станков. К достоинствам такого зажимного устройства относится, простота эксплуатации, небольшая стоимость, ремонтпригодность и простота конструкции.

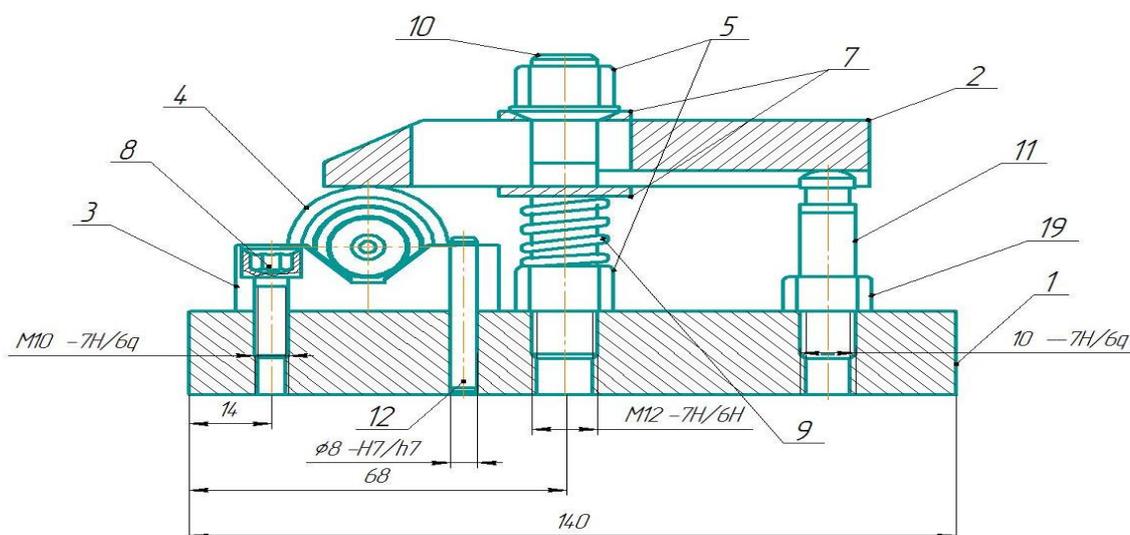


Рисунок 2.1 – Приспособления

### 2.3 Силовой расчет зажимного устройства

По схеме приспособления (рис.2.2) составим уравнение относительно оси X.

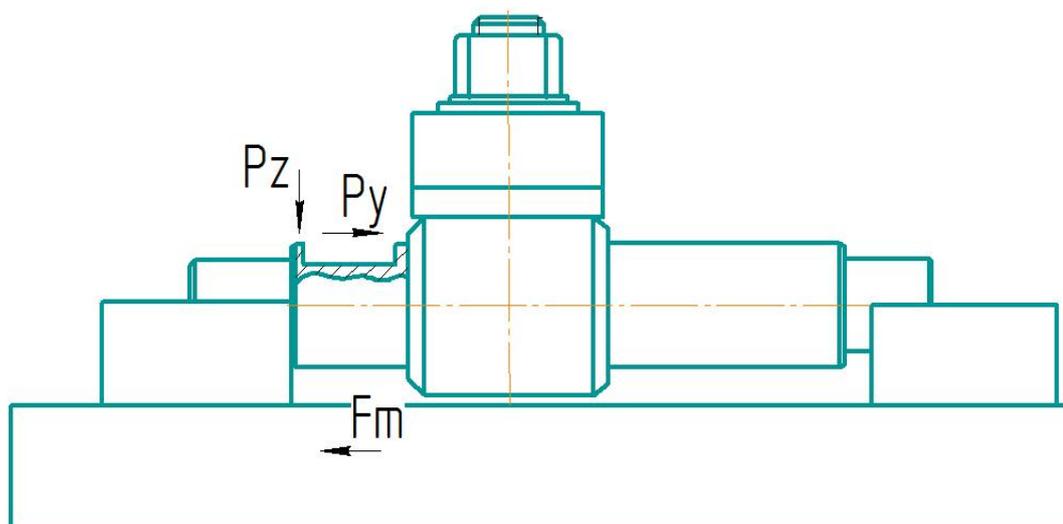


Рисунок 2.2 – Схема приспособления

$$\sum F_x = 0; \sum F_y = 0, \quad P_{zy} - F_{тр} = 0,$$

где  $P_{zy}$  – сила резания, при черновом фрезеровании плоскости,  $P_{zy} = 42\text{Н}$ ;

$F_{тр}$  – сила трения шайбы о заготовку,  $F_{тр} = Qk_{тр}$ .

где  $Q$  – сила действия шайбы на заготовку;

$k_{тр} = 0,16$  – коэффициент трения стали;

$93 = Q \cdot 0,16$ , отсюда  $Q = 582\text{ Н}$ .

Расчет силового привода.

В качестве силового привода в данном зажимном приспособлении используем болт, который должен развивать соответствующую силу.

Номинальный диаметр болта можно рассчитать по формуле:

$$d = C \cdot \sqrt{\frac{P_6}{\sigma}} = 1,2 \cdot 2,5 = 3 \text{ мм.}$$

где  $C$  – коэффициент для основной метрической резьбы,  $C=1,2$ ;

$P_6$  – сила болта, необходимая для закрепления заготовки, Н;

$\sigma$  – напряжение растяжения для винтов из стали 45 с учетом износа резьбы 100 МПа.

Принимаем болт М12.

Рассчитаем момент, который необходимо развить на гайке для получения заданной силы закрепления.

$$M = \tau_{\text{ср}} \cdot P_6 \cdot \text{tg}(\alpha + \beta) + M_{\text{тр}},$$

где  $\tau_{\text{ср}}$  – средний радиус резьбы  $\tau_{\text{ср}} = 0,45d = 0,45 \cdot 12 = 5,4$  мм;

$\alpha$  – угол подъема резьбы, для М12  $\alpha=4$ ;

$\beta$  – угол трения в резьбе,  $\beta = 10,30$ ;

$M_{\text{тр}}$  – момент трения на опорном торце гайки.

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} f P_6 \frac{D_{\text{н}}^3 - d_{\text{в}}^3}{D_{\text{н}}^2 - d_{\text{в}}^2},$$

где  $D_{\text{н}}$  – номинальный диаметр болта,  $D_{\text{н}} = 1,7d$ ;

$d_{\text{в}}$  – диаметр вершины резьбы,  $d_{\text{в}} = d$ ;

$f$  – коэффициент трения,  $f = 0,12$ .

После всех преобразований и подстановок формула для момента примет вид:

$$M = 0,2d \cdot P_6 = 0,02 \cdot 16 \cdot 582 = 186,24 \text{ Нм.}$$

## 2.4 Расчет зажимного приспособления на точность

Проведем расчет зажимного приспособления на точность. Чтобы определить точность приспособления для выдерживаемого на операции позиционного допуска, необходимо суммировать все погрешности, влияющие на точность. Распределение большинства погрешностей, составляющих суммарную, подчиняется закону нормального распределения и поэтому при расчетах можно воспользоваться уравнением:

$$E_{\text{пр}} = [T - K \cdot [(K_{T1} \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + \varepsilon_n^2 + (K_{T2} \cdot W)^2]^{0.5},$$

где  $T$ —допуск соосности,  $T=30$  мкм;

$K_T$  — коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения,  $K_T=1,2$ ;

$K_{T1}$ — коэффициент учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках,  $K_{T1}=0,6$ ;

$K_{T2}$ —коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, независимыми от приспособления,  $K_{T2}=0,7$ ;

$W$ —экономическая точность обработки;

$\varepsilon_6$ — погрешность базирования заготовки в приспособлении;

$\varepsilon_3$  — погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима;

$\varepsilon_y$ —погрешность установки приспособления на станке;

$\varepsilon_{\text{и}}$ — погрешность положения заготовки, возникающая в результате изнашивания элементов приспособления;

$\varepsilon_{\text{п}}$ — погрешность от прекося инструмента.

Погрешность базирования в данном случае возникает за счет установки

приспособления.

Наибольший зазор между пальцем и отверстием:

$$S_{max} = \delta_A + \delta_B + S_{min} ,$$

где  $\delta_A$ —допуск на отверстие,  $\delta_A=43$  мкм;

$\delta_B$ —допуск на диаметр пальца,  $\delta_B=21$  мкм;

$S_{min}$ —минимальный зазор,  $S_{min}=12$  мкм.

$$S_{max}=43+21+12=76 \text{ мкм.}$$

Погрешность базирования:

$$\varepsilon_6 = 30 \cdot \operatorname{tg}(S_{max}/L) = 0,076/444=51 \text{ мкм.}$$

Для рассматриваемого случая  $\varepsilon_6=6$  т.к. силы закрепления действуют перпендикулярно и вдоль оси у, установочной плоскости;

$$\varepsilon_{\Pi}=12 \text{ мкм.}$$

Экономическая точность  $W=30$  мкм

$$E_{\text{цр}} = [30 - 1,2 \cdot [(0,6 \cdot 51)^2 + 0,3^2 + (0,7 \cdot 30)^2]^{0.5} = 4 \text{ мкм.}$$

### **3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Целью выполнения данного раздела является расчет экономической целесообразности проектируемого технологического процесса детали типа «Вал-шестерня первой ступени».

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

Для поставленной цели необходимо определить следующие экономические показатели:

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

#### **3.1 Потенциальные потребители детали**

Потенциальным потребителем детали «Вал-шестерня первой ступени» является ООО «Сибирский Редукторный Завод» в г. Бердск. Основным направлением деятельности является производство и продажа редукторов, мотор - редукторов и электродвигателей, а также комплексные поставки преобразователей частоты и насосного оборудования.

Вал-шестерня – этот вал является важнейшим элементом, на котором есть зубчатая часть, передающая момент. Вал-шестерня применяются на редукторе 1Ч-160. Редуктор одноступенчатый универсальный 1Ч-160 является редуктором общего назначения и предназначен для изменения крутящего момента и частоты вращения. Данный редуктор находят или находят применение в отраслях промышленности – автомобилестроение.

### 3.2 Расчет себестоимости продукции

Себестоимость. Расчет проведен по данным и методике, принятой в ОА «Кемеровский завод химического машиностроения» ремонтно–механический цех представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе производства продукции:

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

#### 3.2.1 Материальные затраты

В качестве заготовки применяется прокат - круг калиброванный горячекатаный (исходные данные по ГОСТ1412-85).

Для расчета потребуются следующие данные:

Материал заготовки: сталь 45;

Масса 1м прутка:  $m_0 = 6$  кг;

Площадь поперечного сечения:  $7,5$  см<sup>2</sup>;

Длина заготовки:  $L = 127$  мм;

Масса заготовки:  $m_{заг} = 0,32$  кг;

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

Базовая стоимость 1 т заготовок:  $C_3 = 39190$ руб.;

Цена 1 т отходов:  $C_{отх} = 1500$  руб.;

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

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

где  $Q_I$  – годовая программа запуска изделий, шт.;

$m$  – количество деталей на изделие, шт.;

$\beta$  – необходимое количество запасных частей = 20%

$$Q = 100 \cdot 1 \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 120 \text{ шт./год.}$$

Расчет стоимости материала:

Потребность в основных материалах на годовую программу  $C_M$ , руб.

рассчитывается по формуле:

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

где  $m_3$  – вес заготовки, кг;

$C_3$  – цена заготовки, руб.;

$N$  – количество деталей, шт.;

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

$m_{отх}$  – вес отходов, кг;

$C_{отх}$  – цена отходов, руб./кг.

$$C_M = (0,32 \cdot 39 - 0,3 \cdot 1,5) \cdot 1,03 = 12 \text{ руб./шт.}$$

В отходы включается не только разность между массой заготовки и детали (стружка), но и остаток прутка, образующийся из-за не кратности длины заготовки длине прутка. Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ1412-85 поставляется в прутках длиной 2 - 6 м.

### 3.2.2 Затраты на электроэнергию

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

Затраты на силовую энергию считаются по формуле:

$$Z_э = \frac{M_{эi} \cdot t_{ум-к} \cdot K_э \cdot K_м \cdot K_{нс} \cdot C_э}{60\eta},$$

где  $M_{эi}$  – установленная мощность электродвигателей оборудования, кВт;

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

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

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

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

$K_{нс} = 1,04 - 1,08$ ;

$\eta$  – средний коэффициент полезного действия электродвигателей

оборудования,  $\eta = (75 - 90)$ ;

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

Расчеты представлены в таблице 3.1 - Расход электроэнергии.

Таблица 3.1 – Расход электроэнергии

№	Модель станка	Мощность, кВт	Времяштучно - калькуляционное $t_{ум-к}$ , мин	Затраты на электроэнергию, руб./шт
1	отрезной станок 8725	2,2	1,5	0,1
2	токарно-винторезный станок 16К20Ф3	11	27,7	7
3	фрезерный 6Р12	7,6	2	0,4
4	зубофрезерный станок 5Е32	5,9	3,1	0,4
5	круглошлифовальный станок 3Б12	3	3,1	0,2
6	зубошлифовальный станок 5М841	6,6	3,5	0,5
Итого		36,3	40,9	8,6

### 3.2.3 Расходы на оплату труда основных рабочих

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

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

Тарифная заработная плата по операции определяется по формуле:

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

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

Часовые тарифные ставки по разрядам работ принимаем по данным базового предприятия представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет тарифной заработной платы

Номер операции	Время штучно - калькуляционное $t_{um-к}$ , мин.	Разряд работы	Часовая тарифная ставка $C_{mч}$ , руб./ч	Тарифная заработная плата $Z_m$ , руб./шт
005	1,5	3	92,4	2,3
010	27,7	4	106,1	49
020	2	3	92,4	3
025	3,1	4	106,1	5,5
030	3,1	4	106,1	5,5
040	3,5	3	92,4	5,4
Итого:	40,9			70,7

Основная заработная плата рассчитана по следующей формуле:

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

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

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

$k_d$  - коэффициент доплат и надбавок ( $k_d = 1,14$ );

$$Z_{осн} = 70,7 \cdot 1,4 \cdot 1,14 = 113 \text{ руб./шт}$$

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

$$Z_{полн} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

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

$$Z_{полн} = Z_{осн} \cdot 1,12 = 113 \cdot 1,12 = 126 \text{ руб./шт}$$

### 3.2.4 Отчисления в страховые фонды

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

$$C_{соц} = Z_{полн} \cdot K_{соц}$$

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

$$C_{соц} = 126 \cdot 31,5\% = 39 \text{ руб./шт.}$$

### 3.2.5 Накладные расходы

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

$$H_p = C_{np} + C_{о.х.}$$

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

$$C_{np} = Z_{осн} \cdot 300\%$$

Общехозяйственные расходы ( $C_{ох}$ ) составляют 200% от основной зарплаты:

$$C_{ох} = Z_{осн} \cdot 200\%$$

$$H_p = Z_{осн} \cdot 5 = 565 \text{ руб./шт.}$$

Расчеты сметы себестоимости представлены в таблице 3.3

Таблица 3.3 – Смета себестоимости

Наименование статей расходов	Руб./шт.	Ставка, %
Затраты на материалы	12	1,6
Затраты на электроэнергию	9	1,4
Расходы на оплату труда основных рабочих	126	17
Отчисления в страховые фонды	39	5
Накладные расходы	565	75
Итого	751	100

### 3.3 Определение цены продукта и прибыли от реализации

$$П = \frac{P}{100} \cdot C,$$

где  $C$  – себестоимость, руб./шт.

$P$  – рентабельность предприятия, 35 %

$$P = \frac{35}{100} \cdot 751 = 262 \text{ руб./шт.}$$

Годовая прибыль составит:

$$P_{\Gamma} = P \cdot Q_{\text{вып}},$$

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

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

$$P_{\Gamma} = 262 \cdot 100 = 26,2 \text{ т. руб./год.}$$

Оптовая цена предприятия включает полную себестоимость и прибыль:

$$C = C + P = 751 + 262 = 1013 \text{ руб./шт.}$$

### **3.4 Анализ потенциальных рисков и разработка мер по управлению ими**

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

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

- маркетинговый риск,
- риск несоблюдения графика проекта,
- риск превышения бюджета проекта, а также

- общеэкономические риски.

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

Таблица 3.4 Виды рисков и меры по ограничению последствий рисков

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

В ходе выполнения данного раздела выпускной квалификационной работы был определен расчет экономической целесообразности проектируемого технологического процесса детали типа «Вал-шестерня первой ступени». Расчет проведен по данным и методике, принятой в ОА «Кемеровский завод химического машиностроения» ремонтно – механический цех г. Кемерово.

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

## **4 Социальная ответственность**

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся в оборудовании (ПК).

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”.

2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".

4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.

8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.  
ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности.

11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха.

12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры.

15. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение".

16. Статья 211. Государственные нормативные требования охраны труда.

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

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

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

20 .Статья 230.1. Порядок регистрации и учета несчастных случаев на производстве.

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

## **4.2 Производственная безопасность**

Производственная безопасность — система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

К производственной безопасности относятся организационные мероприятия и технические средства защиты от поражения электрическим током, защита от механических травм движущимися механизмами.

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

В таблице 4.1 изложены опасные и вредные производственные факторы.

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

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ					Нормативные документы
	Разрабо тка	Изготов ление	Эксплу тация			
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+			ГОСТ 12.1.005-88. Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений
2. Опасность и вредность воздействия газовых компонентов (включая пары), загрязняющих чистый природный воздух примесей		+	+			
3. Превышение уровня шума		+	+			Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002.
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+			Нормы освещенности по СНиП 23-05-95 для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки ОТК.
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека		+	+			
6.Движущиеся машины и механизмы		+	+			ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. ГОСТ 12.4.026-76.

#### **4.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды**

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы в наличие:

- а) не комфортных метеоусловий;
- б) вредных веществ;
- в) производственного шума;
- г) недостаточной освещенности;
- д) электромагнитного излучения;

##### **4.2.1.1 Отклонение параметров микроклимата**

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

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

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается.

При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается.

Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

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

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

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 4.2.

Таблица 4.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Пб• (233 - 290)	17 - 19	60 - 40	0.2
Теплый	Пб (233 - 290)	19 - 21	60 - 40	0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых

поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

#### 4.2.1.2 Повышенный уровень шума

Источником возникновения шума на территории цеха №8 являются технологическое оборудование в основных производственных цехах, металлообрабатывающие станки основного и вспомогательного производств.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

Согласно ему, допустимые уровни звукового давления следует принимать, как в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Допустимые уровни звукового давления

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

В цехе уровень шума составляет 75 дБ.

Для защиты от шума согласно «СП 51.13330.2011. Защита от шума» применяются строительно-акустические меры: звукоизоляция ограждающих конструкций; звукопоглощающие конструкции и экраны; глушители шума; правильная планировка и застройка. К шумопоглощающим относятся экраны,

панели которых заполнены звукопоглощающим материалом: базальтовой ватой. Со стороны источника шума шумопоглощающие экраны покрыты перфорированным металлическим листом для улучшения вхождения звука в панель и последующего поглощения его кинетической энергии.

В качестве средств индивидуальной защиты (СИЗ) применяются: противозумные вкладыши, наушники, шлемы и каски, специальные костюмы.

#### **4.2.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

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

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Нормы освещенности производственных помещений приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Нормы освещенности для производственных помещений

Характеристики зрительной работы	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Искусственное освещение		Естественное освещение		Совмещенное освещение			
			Освещенность, лк		КЕО• $e_{п}$ , %					
			при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении		
Средней точности	IV	б•	500	200	4	1.5	2.4	0.9		

#### 4.2.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений

В бюро используются электроприборы, которые создают электромагнитные поля.

Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей на организм человека.

Основным источником неблагоприятных воздействий на организм является видео дисплейный терминал (ВДТ), который также называют дисплеем или монитором.

Для предотвращения неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ необходимо руководствоваться Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы", разработанными в соответствии с Федеральным законом "О санитарно-эпидемиологическом

благополучия населения” и ”Положением о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании”.

Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электронно-лучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч).

Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4 - 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

Конструкция ВДТ должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

#### **4.2.1.5 Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами**

##### **СКЗ**

- уменьшение излучения от источника;
- экранирование источника излучения и рабочего места;
- установка санитарно-защитной зоны;
- поглощение или уменьшение образования зарядов статического электричества;
- устранение зарядов статического электричества;
- применение средств индивидуальной защиты.

##### **СИЗ**

Поглощение электромагнитных излучений осуществляется поглотительным материалом путем превращения энергии электромагнитного

поля в тепловую. В качестве такого материала применяют каучук, поролон, пенополистирол, ферромагнитный порошок со связывающим диэлектриком, волосяные маты, пропитанные графитом.

Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”.

Экраны из металлической сетки и металлических прутков в виде навесов, козырьков применяют для защиты от излучений промышленной частоты. Они должны быть заземлены. Допустимая величина защитного сопротивления заземления экранирующих устройств не должна быть более 10 Ом.

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

Методы защиты работников от влияния вредных и опасных факторов в силу их большого разнообразия также многочисленны. Несмотря на это, методы защиты работников могут быть классифицированы по определенным принципам, и один и тот же метод может служить для защиты работников одновременно от нескольких вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса.

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

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

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

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

Средствами защиты вредных веществ могут служить:

- автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами
- рациональная вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха.
- механическая вентиляция помещения;
- герметизация оборудования;
- СИЗ (респираторы, спецодежда, перчатки, защитные очки и др.)

При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение. Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется применять общее и местное освещение.

Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II – 4 – 95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте.

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

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

Основные способы и средства *электрозащиты*:

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- использование малых напряжений;
- электрическое разделение сетей;

- защитное заземление;
- выравнивание потенциалов;
- зануление;
- защитное отключение;
- средства индивидуальной электрозащиты.
- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- использование малых напряжений;

К основным средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

К средствам защиты от воздействия механических факторов относятся - устройства:

- оградительные;
- автоматического контроля и сигнализации;
- предохранительные;
- дистанционного управления;
- тормозные; знаки безопасности.

### **4.3 Экологическая безопасность**

Экологическая безопасность имеет огромное влияние на процесс производства и эксплуатации оборудования.

Отходами объекта исследования, являются загрязнённое машинное масло, а также сам объект, после прихода установки в негодность. Следовательно, можно говорить только о влиянии на гидросферу и литосферу.

Защита гидросферы. Источником загрязнения являются места хранения и транспортирования промышленной продукции и отходов производства. Основные загрязнители – масло и примесные элементы. Согласно

ГН 2.1.5.1315-03 ПДК 0,3 мг/л. Отработанное масло нельзя слить на простую свалку, масло через грунт попадает в подземные воды и загрязняет их. Существуют специальные компании и полигоны, которые специализированно занимаются процессом утилизации, термическим, химическим или другими путями. Также существуют способы очистки масла от примесных элементов и его повторное использование. Очистка вод осуществляется при помощи специальных фильтров, либо через процесс перекачивания с помощью насосов способствует дополнительному диспергированию частиц масла и образованию более тонкой и устойчивой эмульсии.

Защита литосферы. Промышленные отходы 5-го класса. Основные загрязнители – компоненты объекта исследования. Сбор отходов предусматривается в специальных местах по приёму металлических объектов. Отходы рекомендуются перерабатывать. Допускается хранение отходов в отведенных для этого местах. На машиностроительных и металлургических предприятиях при обработке и прокатке металла применяются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), которые являются эмульсиями масла в воде.

Масляные эмульсии — это коллоидные двухфазные системы, в которых одна жидкость (масло) диспергирована в виде капелек в другой жидкости (воде). Разрушению эмульсий, т.е. расслоению системы, препятствует упругая оболочка эмульгатора (органической кислоты), молекулы которого ориентированы углеводородным радикалом в сторону частицы масла, а карбоксильной группой в сторону воды.

Для разрушения эмульсий применяют следующие методы: центрифугирование; реагентную коагуляцию; термический метод; а также их комбинацию.

При производстве отдельных элементов будет использоваться СОЖ, которая может причинить ущерб гидросфере, следует применять переработку или утилизацию СОЖ на предприятии. Твёрдые отходы производства имеют строго однородный характер, в виде металлической стружки, поэтому следует подобные отходы отправлять переплавку и повторное использование.

Переработка стружки трудоемкий процесс, подразумевающий под собой брикетирование или прессование стружки в компактный брикет (пакет) для наименьшего угара стружки при переплавке в сталеплавильных печах. В зависимости от стружки и ее засора используют центрифугу для отжима масла, дробилку для дробления стружки на мелкие фракции, а также брикетировочные или пакетировочные прессы для придания дробленой стружке компактного пакета (брикета) в целях удобства перевозки и плавки в печах. Помимо этого, переработанная и подготовленная для переплавки стружка на порядок дороже, чем выюнообразная или замасленная.

При образовании производства следует обеспечить безотходность производства. Мероприятия по защите окружающей среды обусловлены необходимостью полной утилизацией и переработки отходов производства и использования объекта исследования, для снижения воздействия человека на окружающую среду.

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

С развитием техносферы возникли техногенные бедствия, источниками которых являются аварии и техногенные катастрофы.

Причиной большинства техногенных аварий и катастроф является человеческий фактор. При работе с объектом исследования, наиболее вероятны ЧС, не связанные с ним, например – применение источника энергии для питания гидромолота в здании при пожаре. В таком случае возможно обрушение здания. Полное или частичное внезапное обрушение здания – это чрезвычайная ситуация, возникающая по причине ошибок, допущенных при проектировании здания, отступлении от проекта при ведении строительных работ, нарушении правил монтажа, при вводе в эксплуатацию здания или отдельных его частей с крупными недоделками, при нарушении правил эксплуатации здания, а также вследствие природной или техногенной чрезвычайной ситуации.

При обнаружении, что здание теряет устойчивость необходимо в незамедлительно покинуть здание.

Спускаться по зданию необходимо по лестнице, а не на лифте. Оказавшись на улице следует отойти на безопасное расстояние от здания, желательно перейти на открытое пространство. При отсутствии возможности покинуть здание, следует занять наиболее безопасное место – дверные проёмы, балки каркаса, углы. Необходимо обезопасить себя от падения обломков, накрывшись крепкими вещами, такими как чугунные ванны или столы с прочными ножками.

Рекомендуется отключить воду, электричество и газ.

Заранее обеспечить пути ухода, открыв двери и окна, после открытия окон от них следует отойти, чтобы если они разобьются, не зацепило осколками. Двигаться в полуразрушенном здании крайне опасно, поэтому следует ожидать помощи и привлекать к себе внимание криками.

Во время исследования, человек работает с ПЭВМ. Наиболее вероятная ЧС, которая может возникнуть при работе с ПЭВМ – пожар, так как в современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем, в непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода и кабели, при протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, при этом возможно оплавление изоляции и возникновение возгорания.

Возникновение других видов ЧС маловероятно. При пожаре весь персонал необходимо эвакуировать в самый краткий срок. В помещении должен располагаться план эвакуации. Для тушения в здании должны находиться углекислотные и порошковые огнетушители, воду можно использовать только во вспомогательных обесточенных помещениях. Помещение должно быть оборудовано пожарными извещателями, которые позволят оповестить дежурный персонал о пожаре, а также оповестят службу пожарной охраны.

Необходимость обеспечения мер безопасности обусловлено необходимостью обеспечения безопасности рабочего персонала.

#### **4.5 Вывод**

В ходе разработки, проектирования и исследования особое внимание уделяется экологическим аспектам процессов производства и эксплуатации разрабатываемому объекту, чтобы определить их степень влияния на природу и человека, а также уменьшить их насколько это возможно.

Следует учитывать государственные стандарты эксплуатации тех или иных устройств и механизмов. Разработка должна быть безопасной в использовании, надёжной и не должна быть источником ЧС. В разделе социальной ответственности были рассмотрены основные вредные и опасные факторы при эксплуатации и исследовании автономного мехатронного источника гидравлической энергии, представлены необходимые предельные значения этих факторов, а также средства защиты от них. Определены элементы загрязнения окружающей среды и предложены пути снижения степени загрязнения отходами или вовсе их избегания.

Представлены рекомендации по действию в вероятных ЧС при применении и изучении объекта исследования, а также описаны правовые нормы исследователям объекта и рекомендации по компоновке рабочей зоны.

## Заключение

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован и разработан технологический процесс механической обработки детали «Вал-шестерня первой ступени» в условиях среднесерийного производства.

Был выбран способ получения заготовки, разработан маршрутный технологический процесс изготовления детали. Было подобрано оборудование, режущий и измерительный инструмент, рассчитаны припуски на механическую обработку и режимы резания.

Рассчитанные режимы резания позволили мне не только установить оптимальные параметры процесса резания, но и определить основное время на каждую операцию.

Спроектирована оснастка для фрезерование шпоночного паз.

Таким образом можно подвести итог, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Вал-шестерня первой ступени» полностью работоспособен и отвечает всем требованиям современного производства.

## Список использованных источников

1. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Данилевский, В.В. Технология машиностроения / В.В. Данилевский. – М.: Высш. Школа, 1977. – 479 с.
3. Скворцов, В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф Скворцов. – Томск: изд. ТПУ 2006. – 100 с.
4. Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.2 / А.Г. Косилова, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
5. Безъязычный, В.Ф. Расчет режимов резания: учебное пособие / В.Ф Безъязычный, И.Н. Аверьянов, А.В. Кордюков, – Рыбинск: РГАТА, 2009 – 185 с.
6. Султан-заде, Н.М. Технология машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров / Н.М. Султан-заде, А.Г. Схиртладзе. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 288 с.
7. Анализ технологичности детали [Электронный ресурс] – URL: [https://studwood.ru/1601758/tovarovedenie/analiz\\_tehnologichnosti\\_detali](https://studwood.ru/1601758/tovarovedenie/analiz_tehnologichnosti_detali) (дата обращения 12.03.2019).
8. Блюмберг, В.А., Справочник фрезеровщика / В.А. Блюмберг, Е. И. Зазерский – Ленинград: Машиностроение, 1984. – 288 с.
9. Видяев, И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
10. Назаренко, О.Б. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / О.Б. Назаренко, Ю.А. Амелькович; Томский политехнический университет. – 3-

е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 178 с.

11. Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. – 5-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2009. – 335 с.

12. Аврамов, Ю.С. Защита человека от электромагнитных воздействий / Ю. С. Аврамов, Н. Н. Грачев, А. Д. Шляпин. – Москва: Изд-во МГИУ, 2002. – 232 с.

13. Пряников, В.И. Техника безопасности в химической промышленности: учебное пособие / В. И. Пряников. – Москва: Химия, 1989. – 288 с.

14. Корнилович, О.П. Техника безопасности при работе с инструментами и приспособлениями / О. П. Корнилович. – Москва: Энергоатомиздат, 1992. – 93 с.

15. Максименко, Г.Т. Техника безопасности при применении пожароопасных, взрывоопасных и токсичных материалов / Г. Т. Максименко, В. М. Покровский. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев, 1987. – 150 с.

16. Коробкин, В. И. Экология: учебник / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – 19-е изд., доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. – 603 с.

17. Жуков, В.И. Защита и безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / В. И. Жуков, Л. Н. Горбунова; Сибирский федеральный университет (СФУ). – Москва; Красноярск: Инфра-М Изд-во СФУ, 2014. – 392 с.



# Приложение Б

(обязательное)

## Линейная размерная схема

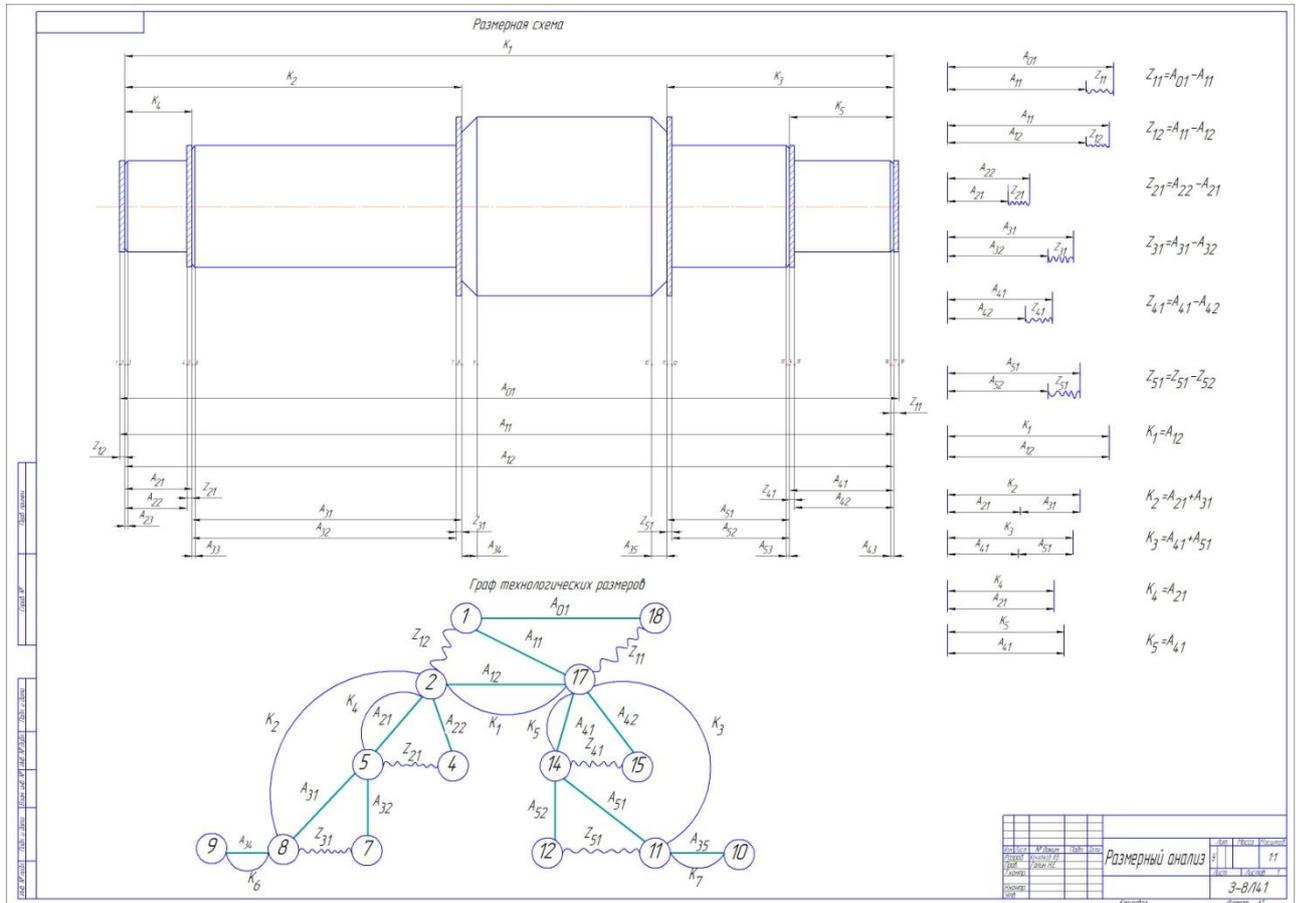


Рисунок Б.1 – Линейная размерная схема

# Приложение В

(обязательное)

## Карта технологического процесса

					Национальный исследовательский Томский политехнический университет		Кафедра ТАМП																		
					Карта технологического процесса																				
Материал		Код и вид вспыльчивы	Масса де- талей, кг	Заготовка			Профиль	Размеры	Масса, кг																
Изменения марки				Код и вид	Профиль	Размеры				Масса, кг															
Сталь 45			0,32					0,99																	
См. чертеж детали																									
№ перехода	№ операции	Наименование операции и содержание перехода	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособление	Инструмент Режущий	Измерит.	Наличие обработ. отбой, факелов	Диаметр (шаровой, отбой, факелов)	Расчетная длина, мм	Число рабочих ходов	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени										
													Поддача	Скорость резания м/мин	Т	А	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
005	А.	Заготовительная 1. Установить и снять заготовку 1. Отрезать заготовку в размер		Ленточно-отрезной станок 8725	Тиски призматические Лин. датчик Сенсоры 2034-012	Штангенциркуль ШЦ-125-110Т 16-69			500																
010	А.	Токарная с ЧПУ 1. Установить и снять заготовку 2. Точить торец 3 предварительно 3. Точить торец 3 окончательно 4. Сверлить центральное отв. 1 5. Точить поверхности 5, 6, 7 предварительно 6. Точить поверхности 5, 6, 7 окончательно 7. Точить фаски 11, 12, 13		Токарно-фрезерный станок 16А20Ф3	Центр фрезерный А-3-Н ГОСТ 8142-75 Центр упорный 7032-0025 ГОСТ 1324-79 Сверло центральное ГОСТ 14952-75 Резец 222-0003 ТК66 ГОСТ 18880-73 Штангенциркуль ШЦ-125-005 ГОСТ 166-69 / Линейка, Инструменты размерный ГОСТ 244-72-80			500	φ15 50 1 1,5 50 0,5 100 11 1,04 φ3 7,5 1 0,75 75 0,15 500 55 0,7 φ4 125,5 1 7,5 13 0,05 250 2,0 0,58 φ20 55 1 2,0 50 0,5 100 9,0 2,51 φ15 11 1 4,0 50 0,5 100 6,0 1,15 φ4 125,5 1 2,5 50 0,5 100 5,0 0,22 φ20 55 1 0,8 75 0,15 500 4,6 1,7 φ4 125,5 1 0,7 75 0,15 500 3,1 0,73 φ20 55 1 0,6 75 0,15 500 2,4 0,15 φ15 11 1 1,5 50 0,5 100 13,0 1,04																
	Б.	Переустановить заготовку 7. Точить торец 4 предварительно 8. Точить торец 4 окончательно 9. Сверлить центральное отв. 2 10. Точить поверхности 8, 9 предварительно 11. Точить поверхности 8, 9 окончательно 12. Точить фаски 14, 15, 16		Токарно-фрезерный станок 6Р12	Универсальное станочное приспособление Фреза 2234-0205 ГОСТ 16463-80 Глубиномер ГИ-100 ГОСТ 74-70-92			500	φ15 15 1 0,75 75 0,15 500 115 0,7 φ3 7,5 1 7,5 13 0,05 250 2,0 0,58 φ20 37 1 4,0 50 0,5 100 6,0 0,74 φ15 17 1 2,5 50 0,5 100 5,0 0,34 φ20 37 1 0,7 75 0,15 500 3,1 0,5 φ15 17 1 0,6 75 0,15 500 2,4 0,24																
015	А.	Фрезерная 1. Установить и снять заготовку 1. Фрезеровать шпоночный паз 17 в размер		Вертикально-фрезерный станок 6Р12	Универсальное станочное приспособление Фреза 2234-0205 ГОСТ 16463-80 Глубиномер ГИ-100 ГОСТ 74-70-92			500	6	10	1	3,5	16,0	0,16	1000	2,0	0,08	173							

Рисунок В.1 – Карта технологического процесса

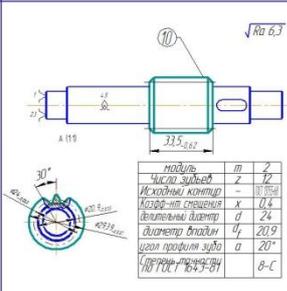
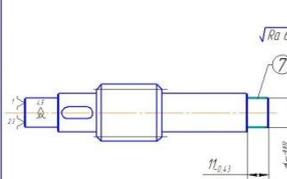
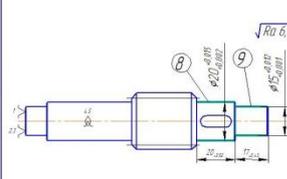
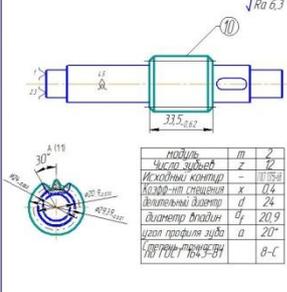
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22																										
020	А. Установить и снять заготовку 1. Фрезеровать зубья 10 согласно таблице зубчатого венца	Зубофрезерная	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>модуль</th> <th>m</th> <th>z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Число зубьев</td> <td>z</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Исходный контур</td> <td>-</td> <td>11 (12)</td> </tr> <tr> <td>Клиновид ступени</td> <td>x</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>Диаметр деляной окружности</td> <td>d</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Диаметр впадин</td> <td>d<sub>f</sub></td> <td>20,9</td> </tr> <tr> <td>Угол профиля зуба</td> <td>α</td> <td>20°</td> </tr> <tr> <td>Степень точности</td> <td></td> <td>8-С</td> </tr> </tbody> </table>	модуль	m	z	Число зубьев	z	12	Исходный контур	-	11 (12)	Клиновид ступени	x	0,4	Диаметр деляной окружности	d	24	Диаметр впадин	d <sub>f</sub>	20,9	Угол профиля зуба	α	20°	Степень точности		8-С	Зубофрезерный станок 5Б32 Станочное приспособление Фреза 2510-4,213 ГОСТ 9324-80 Штангенциркуль ШН-18 ГОСТ 1643-81	500	4294	33,5	1	4,3	462,5	3,7	125	26	1,6	1,8	10,5	3,55	3,7					
модуль	m	z																																													
Число зубьев	z	12																																													
Исходный контур	-	11 (12)																																													
Клиновид ступени	x	0,4																																													
Диаметр деляной окружности	d	24																																													
Диаметр впадин	d <sub>f</sub>	20,9																																													
Угол профиля зуба	α	20°																																													
Степень точности		8-С																																													
025	Термическая Калить зубчатый венец 10 до HRC 40...45																																														
030	А. Установить и снять заготовку 1. Шлифовать поверхность 7 окончательно	Круглошлифовальная		Круглошлифовальный станок 3Б12 Центр шлифовальный А-1-5-Н ГОСТ 8124-75 Центр трапециевый Т032-0025 ГОСТ 13214-79 Круг 100х10х20 25А F80 V 30 м/с 2ка ГОСТ 52781-2007 Штангенциркуль ШЦ-И-125-0,05 ГОСТ 166-89	500	φ15	11	1	0,25	-	30	2250	20	0,14	1,48	11,3	3,03	3,08																													
	Б. Переустановить заготовку 1. Шлифовать поверхности 8, 9 окончательно					φ20	20	1	0,25	-	30	2250	20	0,25		0,68	11,3	3,08	3,1																												
						φ15	17	1	0,25	-	30	2250	20	0,21																																	
035	А. Установить и снять заготовку 1. Шлифовать зубья 10 согласно параметрам зубчатого венца	Зубошлифовальная	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>модуль</th> <th>m</th> <th>z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Число зубьев</td> <td>z</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Исходный контур</td> <td>-</td> <td>11 (12)</td> </tr> <tr> <td>Клиновид ступени</td> <td>x</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>Диаметр деляной окружности</td> <td>d</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Диаметр впадин</td> <td>d<sub>f</sub></td> <td>20,9</td> </tr> <tr> <td>Угол профиля зуба</td> <td>α</td> <td>20°</td> </tr> <tr> <td>Степень точности</td> <td></td> <td>8-С</td> </tr> </tbody> </table>	модуль	m	z	Число зубьев	z	12	Исходный контур	-	11 (12)	Клиновид ступени	x	0,4	Диаметр деляной окружности	d	24	Диаметр впадин	d <sub>f</sub>	20,9	Угол профиля зуба	α	20°	Степень точности		8-С	Зубошлифовальный станок 5М84.1 Станочное приспособление Круг шлифовальный ГОСТ 2424-83 Штангенциркуль ШН-18 ГОСТ 1643-81	500	4294	33,5	1	0,25	80	0,2	400	27	1,4	2,1	15	3,3	3,5					
модуль	m	z																																													
Число зубьев	z	12																																													
Исходный контур	-	11 (12)																																													
Клиновид ступени	x	0,4																																													
Диаметр деляной окружности	d	24																																													
Диаметр впадин	d <sub>f</sub>	20,9																																													
Угол профиля зуба	α	20°																																													
Степень точности		8-С																																													
040	Слесарная																																														
045	Маячная																																														
050	Контрольная																																														

Рисунок В.2 – Карта технологического процесса

**Приложение Г**  
**(обязательное)**  
**Технологическая оснастка**

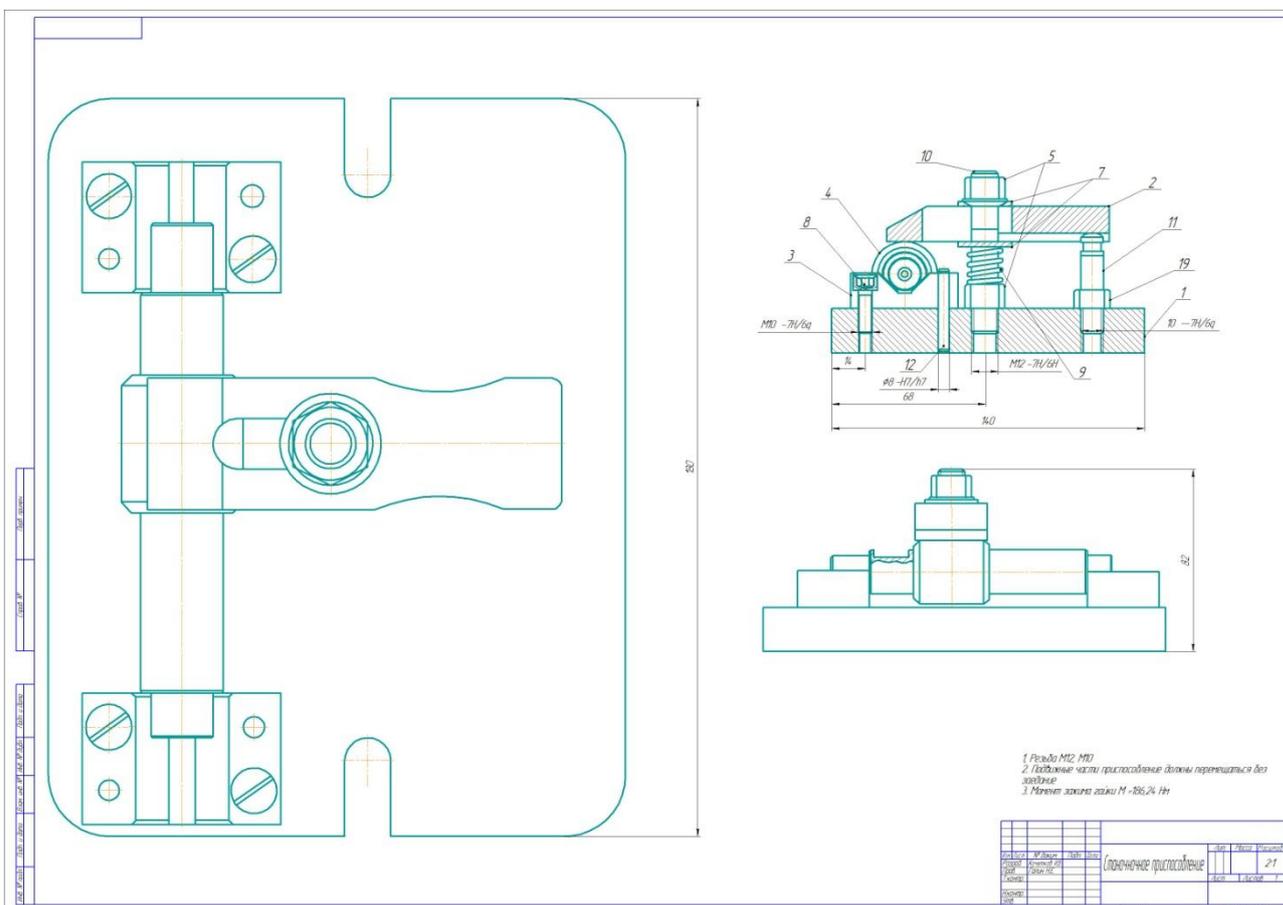


Рисунок Г.1 – Технологическая оснастка



