

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт физики высоких технологий
Направление: 15.03.01 «Машиностроение»
Профиль подготовки: «Машины и технология высокоэффективных процессов
обработки материалов»
Кафедра физики высоких технологий в машиностроении

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства изготовления детали «Прижим» на станках с ЧПУ

УДК 621.9.06-529:621.81-783.621

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А31	Чукарев Богдан Андреевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Анисимова М.А.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Раденков Т.А.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФВТМ	Псахье С.Г.	д.ф-м.н., профессор		

Томск-2017 г.

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

Институт физики высоких технологий
Направление 15.03.01 «Машиностроение»
Профиль подготовки: «Машины и технология высокоэффективных процессов
обработки материалов»
Кафедра Физика высоких технологий в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой, д.ф-м.н., профессор
_____ С.Г. Псахье
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4А31	Чукареву Богдану Андреевичу

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали «Прижим» на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом ректора (дата, номер)	17.03.2016 №2110/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж; Тип производства
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ технологичности детали. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного станочного приспособления.
Перечень графического материала	Чертеж изделия; Технологические карты; Карты наладки
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Техническая часть	М.А. Анисимова
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	К.А. Баннова
Социальная ответственность	Т.А. Раденков
Дата выдачи задания на выполнение выпускной	

квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	М.А. Анисимова			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4А31	Чукарев Богдан Андреевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Технологическая подготовка производства изготовления детали «Прижим» на станках с ЧПУ» содержит 89 страниц текстового документа, 19 таблиц, 8 рисунков, 13 использованных источников, 4 листа графического материала и приложение.

Ключевые слова: прижим, технологический процесс, инструмент, станок, ЧПУ, режимы резания.

Объект выпускной квалификационной работы: деталь типа «Прижим»

Цель выпускной квалификационной работы: проектирование технологической подготовки производства детали «Прижим».

В результате технологической подготовки производства был проведен конструкторский анализ детали, разработан технологический процесс, выбрано оборудование для производства детали, составлены управляющие программы для станков с ЧПУ и карты наладки к ним, рассчитаны режимы резания и нормы времени для производства детали.

Проведены расчеты экономической эффективности производства данной детали. Предложены пути решения вопроса об экологической безопасности. Также, решен вопрос о безопасности сотрудников на рабочих местах.

Степень внедрения: полученные результаты исследования могут применяться в мелкосерийном производстве.

Область применения: машиностроение.

Оглавление

Введение	7
1 Технологическая подготовка производства. Основные положения.....	9
1.1 Этапы технологической подготовки детали «Прижим»	9
2 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	12
2.1 Анализ технологичности конструкции детали	12
2.2. Обеспечение эксплуатационных свойств детали	13
2.3 Выбор исходной заготовки	14
2.4 Проектирование технологического маршрута.....	16
2.5 Назначение допусков на технологические детали.....	19
2.6 Расчет минимальных припусков на технологические размеры	22
2.7 Расчет технологических размеров	25
2.8 Расчет режимов резания.....	28
2.9 Средства технологического оснащения.....	35
2.10 Расчет норм времени технологического процесса	37
2.11 Разработка управляющей программы.....	45
3. Социальная ответственность	51
3.1 Производственная безопасность.....	51
3.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали	51
3.1.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.	56
3.2 Экологическая безопасность	57
3.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	58
3.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	60
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	63
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	63
4.1.1 Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Прижим»	63
4.1.2 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по ...	65

разработке технологического процесса изготовления детали «Прижим» посредством SWOT-анализа	65
4.2. Планирование научно-исследовательской работы	69
4.2.1 Структура работы в рамках научного исследования	69
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	70
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	74
4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	76
4.2.5 Расчет материальных затрат НТИ	77
4.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы	78
4.2.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	80
4.2.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	81
4.2.9 Формирование бюджета затрат научно- исследовательского проекта	82
4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	83
Заключение	86
Список литературы	87
Приложение А. Комплект документов	88

Введение

Машиностроение – это ветвь промышленности, занимающаяся производством разнообразных машин и оборудований, важная для становления любого государства. В недавнем времени увеличились запросы к качеству и численности выпускаемой машиностроительной продукции. Это стало вполне вероятно с применением и использованием наиболее новых технологий и способов механической, электромагнитной, термической, сверхзвуковой и т.д., обработки используемых материалов. Для того чтобы гарантировать необходимую точность и эффективность изготовления деталей, следует увеличивать долю автоматизированного оснащения с числовым программным управлением (ЧПУ), а кроме того заменять ручную деятельность механизированной, что в данный период времени и совершается. С целью успешного управления и применения подобного оснащения необходимы высококвалифицированные инженеры – операторы.

В каждом государстве уровень новизны оборудования и оснастки, необходимый для работы на предприятие, различный. Что касается нашей страны, значительная часть оборудования, имеет весьма старый год выпуска, которое не может гарантировать соблюдение необходимых требований. Для решения этой проблемы, необходимо проводить замену старого оборудования новым автоматическим оборудованием с ЧПУ.

Существуют различные методы обработки материалов, они весьма разнообразны, некоторые из них являются весьма дорогостоящими, некоторые малопродуктивны, существуют и такие методы, которые только развиваются и не распространены. Более известный способ обработки материалов является механическая обработка, по этой причине конструкторам и технологам нужна наиболее полная практическая и теоретическая база именно в данной области, однако кроме того немаловажно понимание и представление наиболее современных и новых методов обработки.

Также очень значимо для машиностроительных предприятий использовать не только распространенные и ежедневно используемые методы

обработки материалов, но и необходимо наблюдать за современными тенденциями и по возможности внедрять их в свое производство.

ТПП является также неотделимой и важной составляющей машиностроения. Технологическая подготовка производства рассматривает, при помощи каких технологических методов и средств, способов организации производства должно изготавливаться данное изделие, окончательно определяется его себестоимость и эффективность производства, а также другие весьма значимые вопросы при производстве.

Следовательно, целью данной работы является проектирование технологической подготовки производства детали типа «Прижим».

1 Технологическая подготовка производства. Основные положения

Технологическая подготовка производства – совокупность событий, нацеленных на производство продукции с необходимыми критериями и условиями, произведенной в кратчайшие сроки, в необходимом количестве и при наименьших расходах.

Главная задача подготовки производства является формирование и организация выпуска новых конкурентоспособных изделий. С целью ее решения следует четко сочетать все многообразные процессы подготовки производства, а также рационально соединять личные и вещественные элементы создания новой техники[1].

Цель подготовки производства состоит в создании технических, организационных и экономических условий, полностью гарантирующих перевод производственного процесса на более высокий технический и социально-экономический уровень на основе достижений науки и техники, использования различных инноваций для обеспечения эффективной работы предприятия[1].

Техническая подготовка содержит в себе конструкторскую, технологическую, организационную подготовку производства, а также освоение серийного выпуска новых изделий. Одним из этапов технической подготовки является технологический процесс.

Технологические процессы состоят из технологических (рабочих) операций, которые в свою очередь, складываются из технологических переходов.

1.1 Этапы технологической подготовки детали «Прижим»

Для технологической подготовки детали «Прижим» необходимо выполнить следующие этапы:

- анализ технологичности детали;
- разработка технологического маршрута изготовления детали;

- подборка и выбор станков, необходимых для обработки;
- подборка и выбор режущих инструментов, необходимых для обработки;
- выбор технологической оснастки;
- написание программы для токарного станка с ЧПУ;
- оформление технологической документации[2].

Деталь «Прижим» относится к машиностроению и может быть применена для прижима деталей сложной формы из различных материалов. Деталь крепится по внутреннему отверстию и является телом вращения, диаметр заготовки 88 мм, максимальная длина 93 мм. В качестве материала для изготовления детали используется инструментальная легированная Сталь 35 ГОСТ 1050-88. Наибольший диаметр центрального отверстия 50 мм, наименьший диаметр отверстия 30 мм.

Вид заготовки – прокат сортовой стальной горячекатаный, так как наиболее дешевый. Все поверхности доступны для механической обработки.

Технологический процесс детали «Прижим» включает в себя следующие операции: заготовительная, токарная с ЧПУ, фрезерная, внутришлифовальная, плоскошлифовальная, слесарная, промывочная, гальваническая, консервация.

Чтобы выполнить любую операцию, необходимо подобрать определенный для этой операции станок. Станок должен выдерживать необходимые режимы резания, обладать требуемой жесткостью системы СПИД (Станок – Приспособление – Инструмент – Деталь), обеспечивать полноценный доступ инструмента к детали. Для токарной операции необходим станок с числовым программным управлением (ЧПУ), так как получаемые, в ходе обработки поверхности, сложной формы и требуют определенной заданной высокой точности обработки. Инструмент необходимо подобрать из условий соблюдения необходимых размеров, с определенной точностью допусков, а также работоспособности при определенных условиях[3].

Деталь «Прижим» имеет весьма небольшую массу и в особых критериях транспортировки не нуждается. Между рабочими местами транспортировки можно произвести вручную, либо при помощи небольшой тележки.

Так как токарный станок с ЧПУ, то в этом случае необходимо написание управляющей программы в САD-программах.

Всю технологическую документацию необходимо оформить в соответствии с актуальными нормативными документами и стандартами.

2 Проектирование технологического процесса изготовления детали

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Ключевые цели, возникающие при анализе технологичности конструкции детали являются повышение производительности труда и качества изделия при максимальном снижении затрат времени и средств на изготовление, а также поиск недостатков в чертежах и усовершенствование технологичности конструкции.

Деталь – «Прижим», изготавливается из конструкционной легированной стали «Сталь 40Х ГОСТ 1050-88».

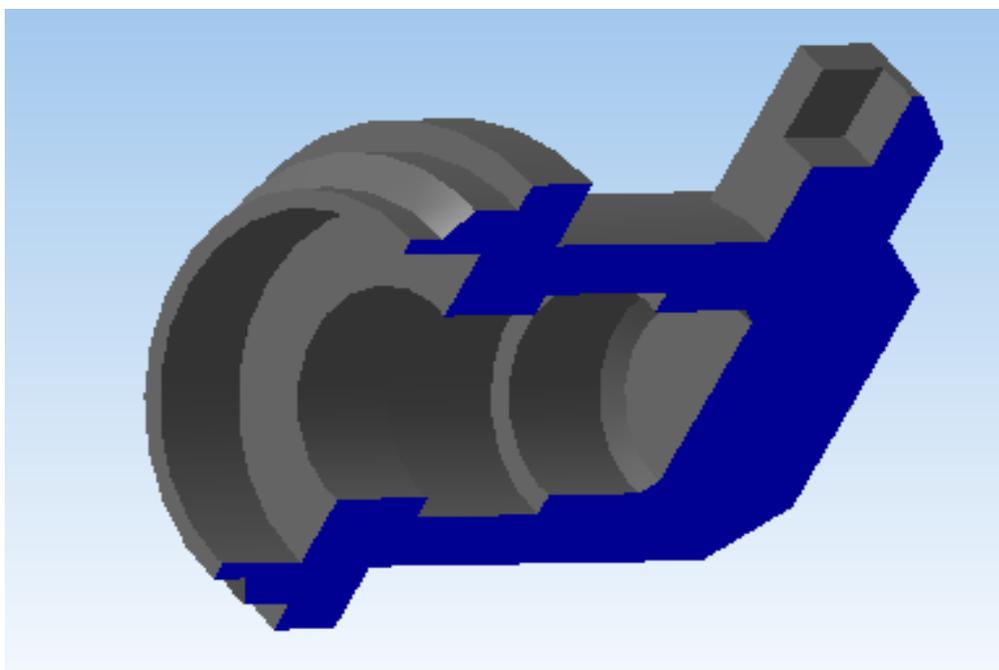


Рисунок 1 – Твёрдотельная модель детали «Прижим»

Данная деталь может быть применена для прижима деталей сложной формы из различных материалов. Деталь крепится по внутреннему отверстию и является телом вращения, диаметр заготовки 112 мм, максимальная длина 93,6 мм. Наибольший диаметр центрального отверстия 50 мм, наименьший диаметр отверстия 30 мм.

Поскольку основной базовой поверхностью является внутреннее отверстие, она обладает самой высокой точностью (выполняется по 7

квалитету). На чертеже также указаны предельные отклонения радиального биения на внутренних диаметрах.

Деталь также обладает двумя поверхностями с шероховатостью Ra0,8. Необходимую шероховатость можно получить благодаря внутришлифовальным операциям.

Таким образом, выполнив анализ технологичности детали, можно сделать следующие выводы:

- 1) все размеры и точности, необходимые для выполнения детали, выполняются возможностями станков;
- 2) обработка детали выполняется, в большинстве случаев, по 12 квалитету;
- 3) требуемая шероховатость достигается на внутришлифовальном станке;
- 4) сталь, выбранная для изготовления, легко поддается механической обработке;
- 5) упрощает изготовление, отсутствие резьбовых соединений.

Изделие имеет весьма небольшую массу и в особых критериях транспортировки не нуждается. Между рабочими местами транспортировки можно произвести вручную, либо при помощи небольшой тележки.

2.2. Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Эксплуатационные свойства детали, как правило, определяются качеством их рабочих поверхностей, формируемых при изготовлении или восстановлении. Надежность и долговечность изделий в значительной мере зависит от эксплуатационных свойств деталей и их соединений, которые могут быть определены с использованием методов математической статистики и теории вероятностей.

Все эти свойства деталей (надежность, долговечность, работоспособность), являются весьма значимым в нынешнее время и могут быть абстрактно показаны с помощью CAE – системы.

На рисунке2 наблюдаем, что наибольшее напряжение возникает у основания лапки, помимо этого напряжения на остальных частях детали невелики.

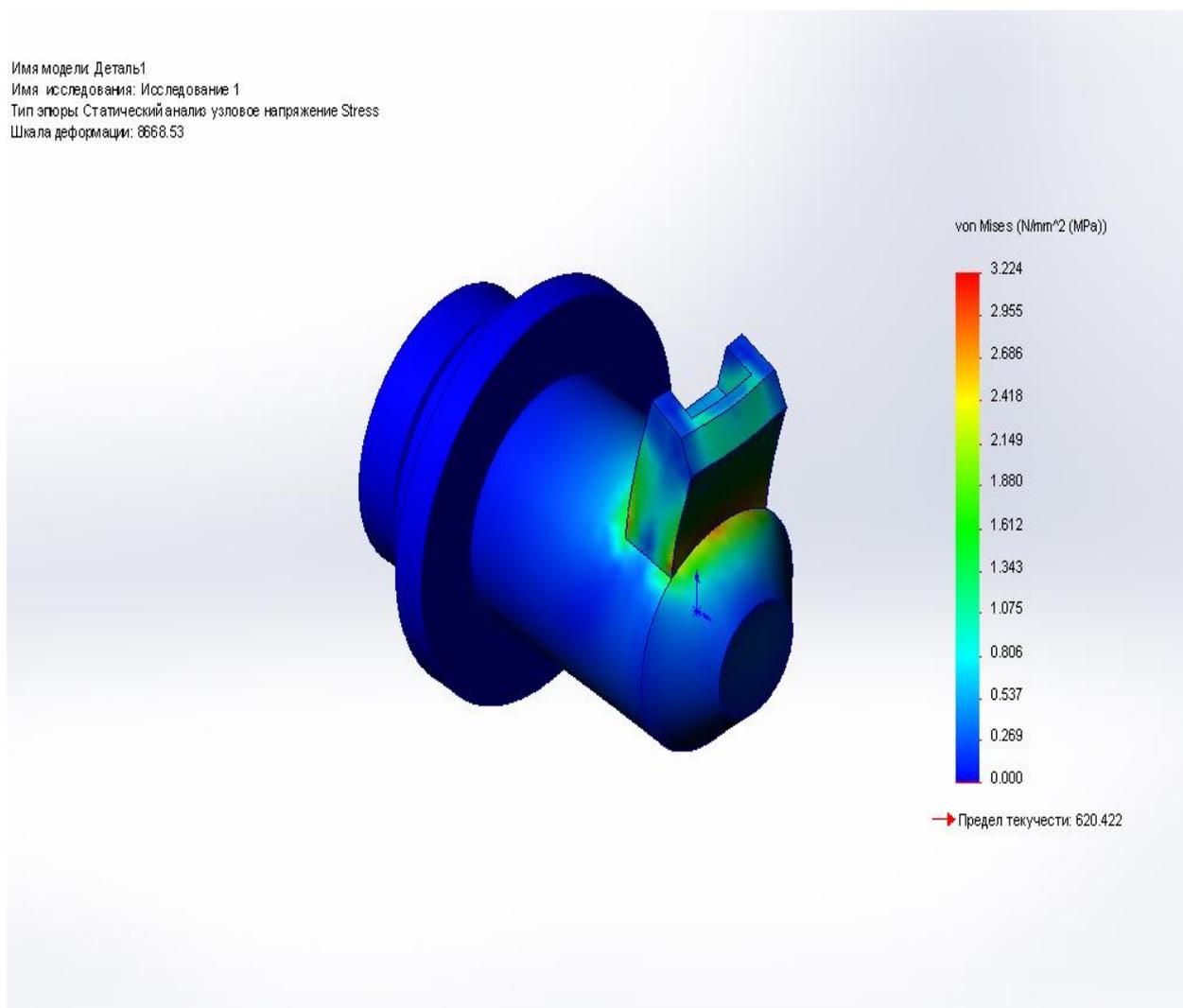


Рисунок 2- Напряженное состояние детали «Прижим»

2.3 Выбор исходной заготовки

Для получения необходимой заготовки выбирают разнообразные методы изготовления, в зависимости от материала, назначения детали, требуемой точности ее изготовления и многого другого. Существуют различные способы: отливка, обработка давлением, изготовление методом порошковой металлургии и т.д.

Для данной детали подходяще выбрать следующие способы:

- получение из прутка.
- получение из поковки.

Коэффициент использования материала (КИМ) определяется отношением массы детали (m_d) к массе израсходованного материала (m_p).

При расчете КИМ находится коэффициент выхода гонного материала ($K_{ВГ}$) в процессе изготовления:

КИМ определяется по формуле:

$$K = \frac{q}{Q},$$

где Q —масса заготовки, кг;

q —масса готовой детали, кг.

Массу готовой детали определяем по данным САПР Компас:

$$q \approx 2,100 \text{ кг}$$

для прутка имеем: $Q = 4,800$ кг, $q = 2,100$ кг, тогда

$$K = \frac{2,100}{4,800} = 0,438.$$

для поковки: $Q = 3,900$ кг, $q = 2,100$ кг, тогда

$$K = \frac{2,100}{3,900} = 0,538.$$

По данным полученными выше, следует что разница расхода материала, незначительная, но при получении заготовки из поковки, существует необходимости в обдирке заготовки, а также требуется изготовление форм и присутствие необходимого оборудования либо его закупка. Отсюда следует вывод, что более целесообразно будет выбрать для заготовки детали прутки.

В качестве заготовки для данной детали выбираем прокат сортовой,

круглый, горячекатаный. Условное обозначение: Пруток-105-В1 ГОСТ 2590-2006.

Такой прокат поставляется длиной от 2 до 6 м, согласно ГОСТ 2590-2006. В нашем случае прокат будет поставляться длиной по 3 метра.

2.4 Проектирование технологического маршрута

Проектирование операций осуществляется по методу концентрации или дифференциации входящих в их структуру технологических переходов. Технологическая операция в механической обработке связана с удалением слоя материала.

Процесс проектирования маршрута обработки заготовки содержит взаимосвязанные и выполняемые в определенной последовательности этапы.

В токарной операции с ЧПУ 005 (рисунок 3) подрезаем торец 1, поверхность которого является базовой. Далее точится поверхности 2, 3, 4, 5 и фаска 6. Затем точится поверхность 7, после этого точится фаска 8 и 9. Затем центруется и сверлится отверстие, в дальнейшем растачивается поверхность 10 и фаска. Следом растачиваются поверхность 11 и 12, после растачивания отрезается и образуется поверхность 13. Все поверхности будут обработаны по шероховатости Ra 6,3.

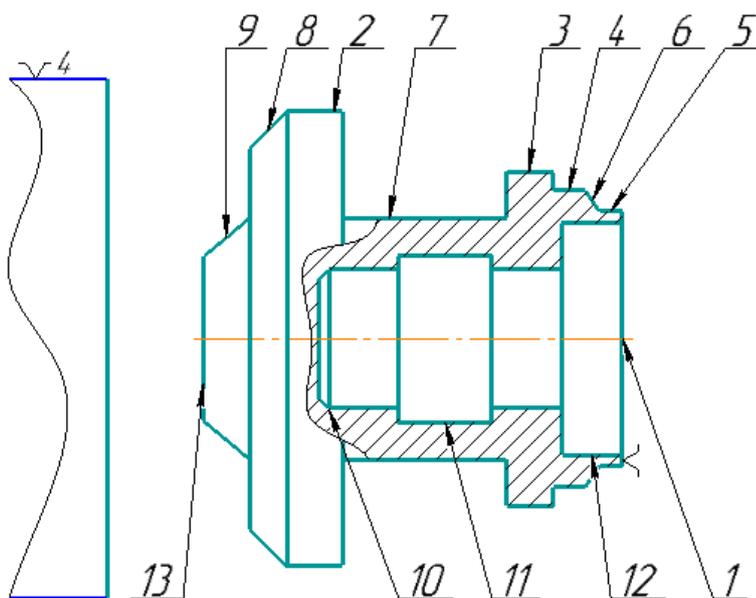


Рисунок 3 – Эскиз токарной операции с ЧПУ 005

В фрезерной операции с ЧПУ 015, в установе А (рисунок 4) базирующей поверхностью является внутренней поверхности, полученный на предыдущей операции. Фрезерует торец 14, поверхность которого также является базовой, после чего фрезеруем выступ 15. Все поверхности будут обработаны по шероховатости Ra 3,2.

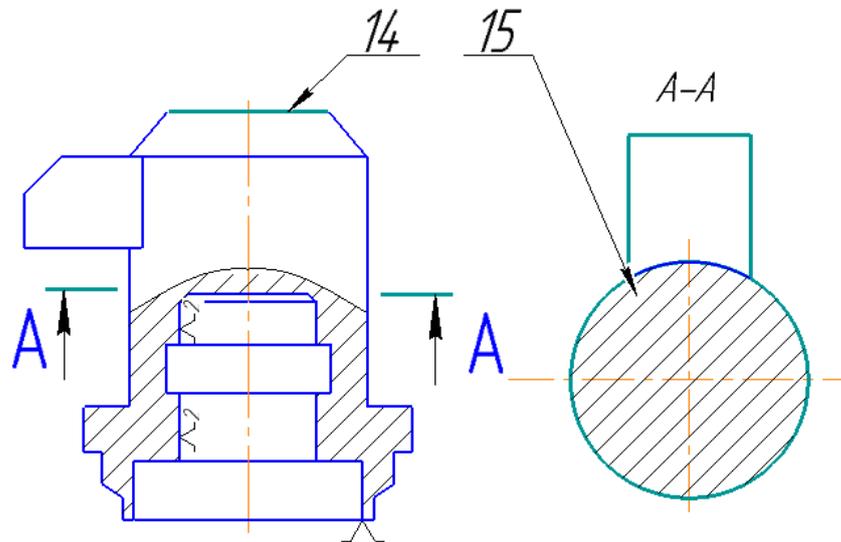


Рисунок 4 – Эскиз фрезерной операции с ЧПУ 015, установ А

В фрезерной операции с ЧПУ 015, в установе Б (рисунок 5) базирующей поверхностью является внутренняя поверхность и выступ, полученный на предыдущей операции. Фрезеруем паз 16. Все поверхности будут обработаны по шероховатости Ra 3,2.

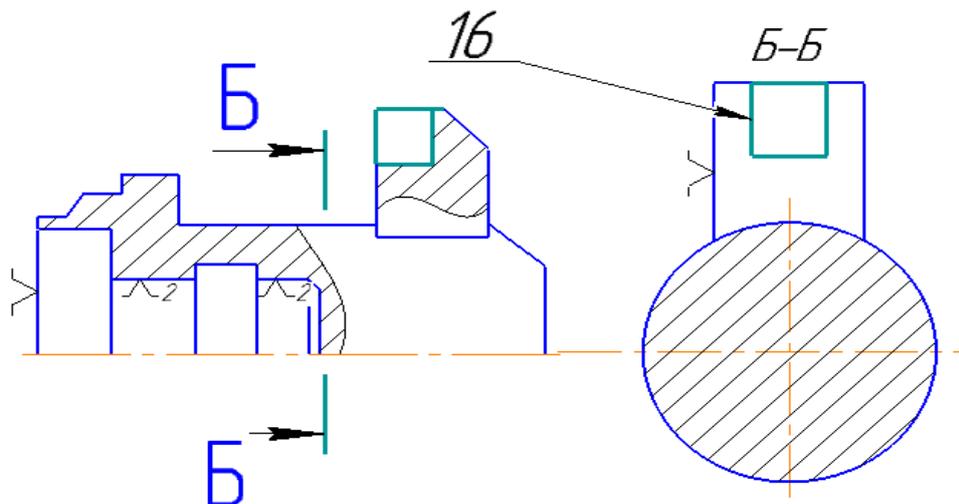


Рисунок 5 – Эскиз фрезерной операции с ЧПУ 015, установ Б

Во внутришлифовальной операции 030, (рисунок 6), шлифуется поверхности 17 и 18 относительно конструкторской базы А должны быть выдержаны предельные отклонения радиального биения. Данные поверхности будут обработаны по шероховатости Ra 0,8.

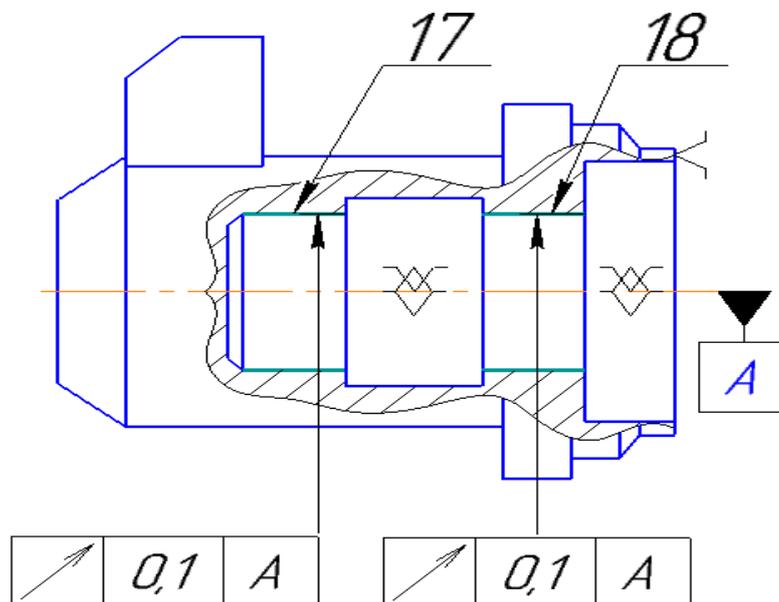


Рисунок 6 – Эскиз внутришлифовальной операции

2.5 Назначение допусков на технологические детали

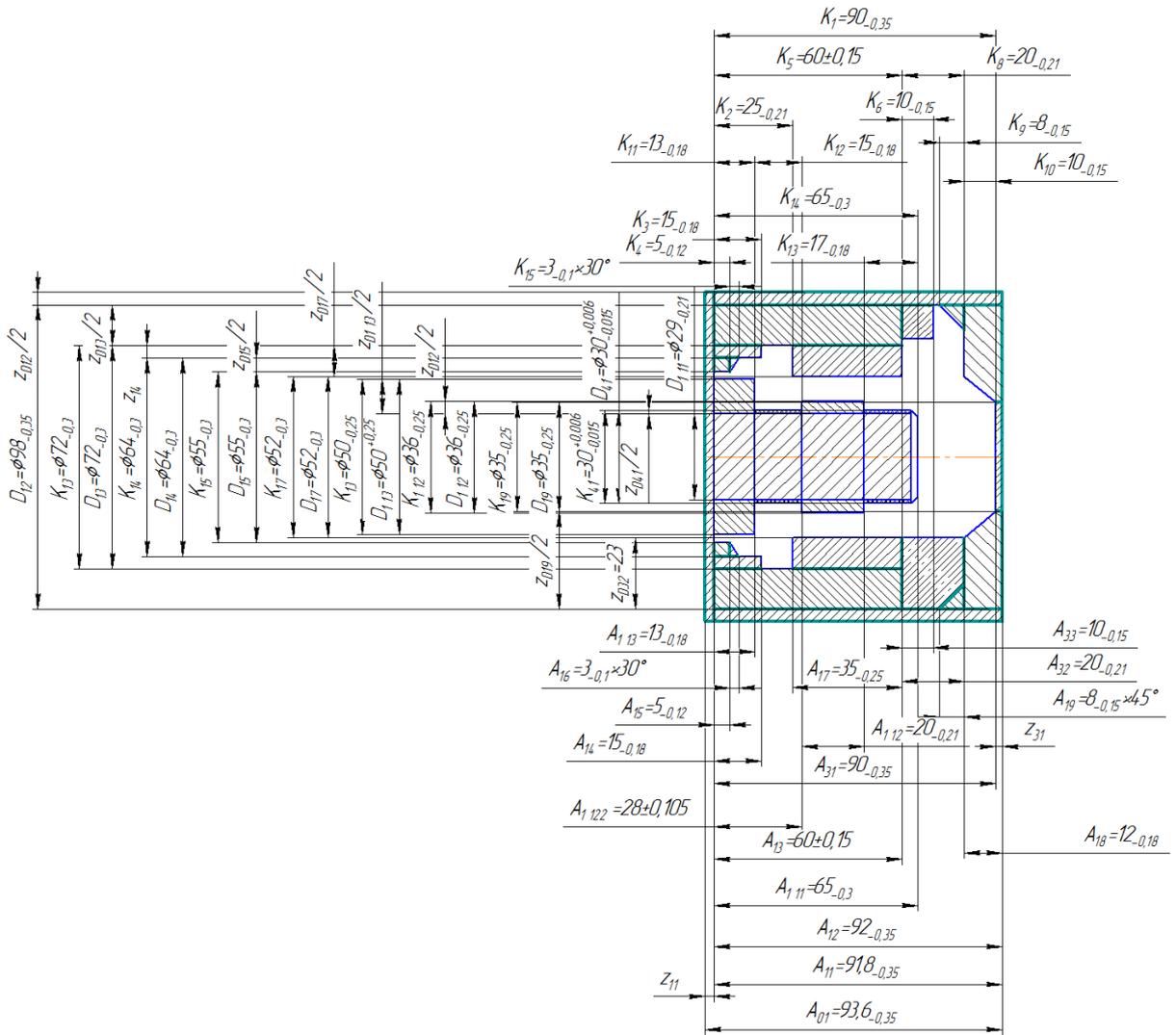


Рисунок 7 - Размерная цепь детали «Прижим»

Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности [3].

Назначение допусков на диаметральные размеры:

- 1) допуск на размер D_{12}

$$TD_{12} = \omega_c + p_0 = 0,2 + 0,25 = 0,45 \text{ мм},$$

где ω_c - статистическая погрешность обработки детали на станке;

p_0 - погрешность формы заготовки.

2) допуск на размер D_{13}

$$TD_{13} = TK_{13} = \omega_c = 0,2\text{мм},$$

3) допуск на размер D_{14}

$$TD_{14} = TK_{14} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

4) допуск на размер D_{15}

$$TD_{15} = TK_{15} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

5) допуск на размер D_{17}

$$TD_{17} = TK_{17} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

6) допуск на размер D_{111}

$$TD_{111} = \omega_c + p_0 = 0,2 + 0,25 = 0,45\text{мм}$$

7) допуск на размер D_{112}

$$TD_{112} = TK_{112} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

8) допуск на размер D_{41}

$$TD_{41} = TK_{41} = \omega_c = 0,17\text{мм}$$

Назначение допусков на осевые размеры:

1) допуск на размер A_{01}

$$TA_{01} = \omega_c + 2p_0 = 0,2 + 0,5 = 0,7\text{мм}$$

2) допуск на размер A_{11}

$$TA_{11} = \omega_c + p_0 = 0,2 + 0,25 = 0,45\text{мм}$$

3) допуск на размер A_{12}

$$TA_{12} = TK_{12} = 0,45\text{мм}$$

- 4) допуск на размер A_{13}

$$TA_{13} = TK_{13} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

- 5) допуск на размер A_{14}

$$TA_{14} = TK_{14} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

- 6) допуск на размер A_{15}

$$TA_{15} = TK_{15} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

- 7) допуск на размер A_{16}

$$TA_{16} = TK_{16} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

- 8) допуск на размер A_{17}

$$TA_{17} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

- 9) допуск на размер A_{18}

$$TA_{18} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

- 10) допуск на размер A_{19}

$$TA_{19} = TK_{19} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

- 11) допуск на размер A_{111}

$$TA_{111} = TK_{111} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

- 12) допуск на размер A_{112}

$$TA_{112} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

- 13) допуск на размер A_{113}

$$TA_{113} = TK_{113} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

14) допуск на размер A_{31}

$$TA_{31} = TK_{31} = \omega_c + p_0 = 0,2 + 0,25 = 0,45 \text{ мм}$$

15) допуск на размер A_{32}

$$TA_{32} = TK_{32} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

16) допуск на размер A_{33}

$$TA_{33} = TK_{33} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

2.6 Расчет минимальных припусков на технологические размеры

При нормативном методе значения $z_{i\min}$ находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных. Этот метод благодаря своей простоте нашел широкое распространение в машиностроении. Основной недостаток нормативного метода – неполный учет особенностей выполнения конкретной операции (перехода). Значения припусков, определенные нормативным методом, обычно оказываются завышенными.

При расчетно – аналитическом методе $z_{i\min}$ находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.[3]

Расчет минимальных припусков на осевые размеры:

1) припуск на подрезку торца $z_{11\min}$:

$$z_{11\min} = R_{z_0} + h_0 + \rho_0 = 115 + 125 + 188 = 428 \text{ мкм},$$

где R_{z_0} – шероховатость поверхности, получаемая на предыдущей операции;

h_0 – толщина дефектного слоя, получаемая на предыдущей операции;

ρ_0 – точность геометрической формы.

2) припуск на подрезку торца $z_{31\min}$:

$$z_{31\min} = R_{z_0} + h_0 + \rho_0 = 200 + 125 + 188 = 513 \text{ мкм}$$

Расчет минимальных припусков на диаметральные размеры:

1) припуск на точение $z_{D12\min}$:

$$z_{D12\min} = 2(R_{z_0} + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_y^2}) = 2(115 + 125 + \sqrt{180^2 + 420^2}) = 1400 \text{ мкм},$$

где R_{z_0} – шероховатость, получаемая на предыдущей операции;

h_0 – толщина дефектного слоя, получаемая на предыдущей операции;

ε_1 – погрешность установки.

2) припуск на точение $z_{D17\min}$:

$$z_{D17\min} = 2(R_{z_0} + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_y^2}) = 2(115 + 125 + \sqrt{180^2 + 420^2}) = 1400 \text{ мкм},$$

3) припуск на расточку $z_{D113\min}$:

$$z_{D113\min} = 2(R_{z_0} + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_y^2}) = 2(115 + 75 + \sqrt{180^2 + 45^2}) = 750 \text{ мкм}$$

4) припуск на внутришлифовальную операцию $z_{D41\min}$:

$$z_{D41\min} = 2(R_{z_0} + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_y^2}) = 2(115 + 75 + \sqrt{180^2 + 80^2}) = 780 \text{ мкм}$$

Таблица 1 - Припуски на осевые размеры

Технологические переходы обработки	Элементы припуска				Расчетный припуск	Расчетный размер	Допуск	Предельные размеры, мм	
	Rz	h	ρ	ε				z_{min} мкм	D_p мм
Подрезка торцов									
Торец прутка	115	125	188	-	428	118,5	870	117,63	118,5
После отрезания	200	125	188	-	513	116,7	870	115,83	116,7
Внутришлифовальная операция	115	75	188	-	378	47	100	47,1	47,2

Таблица 2 - Припуски на диаметральные размеры

Технологические переходы обработки	Элементы припуска				Расчетный припуск	Расчетный размер	Допуск	Предельные размеры, мм	
	Rz	h	ρ	ε				z_{min} мкм	D_p мм
Наружное черновое точение	115	125	180	420	1400	72	740	71,26	72
Сверление		0					1000	160	161
Расточка	115	75	180	45	750	46	620	46	46,62
Наружное точение	115	125	180	420	1400	66	740	65,26	66

Продолжение таблицы 2

Внутреннее шлифование									
После сверления	115	75	180	80	780	42	40	42	42,04
После расточки	60	75	180	45	670	47	62	47	47,062

2.7 Расчет технологических размеров

Расчет осевых технологических размеров:

1) размер A_{11} :

Среднее значение размера A_{01} :

$$A_{01CP} = 93,45 \text{ мм.}$$

Среднее значение припуска z_{11CP} :

$$z_{11CP} = z_{11min} + \frac{TA_{11} + TA_{01}}{2} = 0,428 + \frac{0,45 + 0,7}{2} = 1 \text{ мм}$$

Среднее значение размера A_{11CP} :

$$A_{11CP} = A_{01CP} - z_{11CP} = 93,45 - 1,003 = 92,45 \text{ мм}$$

Округляем значение размера $A_{11} : 92_{-0,45} \text{ мм}$

Значение припуска z_{11} :

$$z_{11} = A_{01} - A_{11} = 93,6_{-0,7} - 92_{-0,45} = 1,6_{-0,7}^{+0,45} \text{ мм}$$

2) размер A_{12} :

$$A_{12} = A_{11} = 92_{-0,45} \text{ мм.}$$

3) размер A_{13} :

$$A_{13} = K_5 = 60 \pm 0,15 \text{ мм.}$$

4) размер A_{14} :

$$A_{14} = K_3 = 15_{-0,18} \text{ мм.}$$

5) размер A_{15} :

$$A_{15} = K_4 = 5_{-0,12} \text{ мм.}$$

6) размер A_{16} :

$$A_{16} = K_{15} = 3_{-0,1} \times 30^\circ \text{ мм.}$$

7) размер A_{111} :

$$A_{111} = K_{14} = 65_{-0,3} \text{ мм.}$$

8) размер A_{113} :

$$A_{113} = K_{11} = 13_{-0,18} \text{ мм.}$$

9) размер A_{32} :

$$A_{32} = K_8 = 20_{-0,21} \text{ мм.}$$

10) размер A_{33} :

$$A_{33} = K_6 = 10_{-0,15} \text{ мм.}$$

11) размер A_{19} :

$$A_{19} = K_9 = 8_{-0,15} \text{ мм.}$$

12) размер A_{41} :

Среднее значение размера A_{112CP} :

$$A_{112CP} = K_{2CP} - A_{61CP} + A_{31CP} = 92,065 - 115,651 + 46,399 = 20,1 \text{ мм}$$

Округляем значение размера $A_{112} : 20_{-0,45} \text{ мм}$

13) размер A_{32} :

Среднее значение припуска Z_{62CP} :

$$z_{62CP} = z_{62min} + \frac{TA_{32} + TA_{21} + TA_{62} + TA_{61}}{2} = 0,378 + \frac{0,17 + 0,2 + 0,2 + 0,17}{2} = 0,75 \text{ мм}$$

Расчет диаметральных технологических размеров:

1) размер D_{13} :

$$D_{13} = K_{13} = \varnothing 72_{-0,3} \text{ мм.}$$

2) размер D_{14} :

$$D_{14} = K_{14} = \varnothing 64_{-0,3} \text{ мм.}$$

3) размер D_{15} :

$$D_{15} = K_{15} = \varnothing 55_{-0,3} \text{ мм.}$$

4) размер D_{17} :

$$D_{17} = K_{17} = \varnothing 52_{-0,3} \text{ мм.}$$

5) размер D_{113} :

$$D_{113} = K_{113} = \varnothing 50_{-0,3} \text{ мм.}$$

6) размер D_{112} :

$$D_{112} = K_{112} = \varnothing 36_{-0,25} \text{ мм.}$$

7) размер D_{19} :

$$D_{19} = K_{19} = \varnothing 35_{-0,25} \text{ мм.}$$

8) размер D_{41} :

$$D_{41} = K_{41} = \varnothing 30_{0,015}^{0,006} \text{ мм.}$$

9) размер D_{12} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{12CP}^D

$$z_{12CP}^D = z_{12min}^D + \frac{TD_{01} + TD_{12}}{2} = 1,4 + \frac{0,7 + 0,45}{2} = 1,975 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{12} :

$$D_{12CP} = D_{01CP} - z_{12CP}^D = 93,45 - 1,975 = 91,475 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $D_{12} = 91_{-0,35} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска z_{12CP}^D :

$$z_{12}^D = D_{01} - D_{12} = 102_{-0,35} - 98_{-0,35} = 4_{-0,35}^{0,35} \text{ мм.}$$

10) размер D_{111} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{111CP}^D

$$z_{111CP}^D = z_{111\min}^D + \frac{TD_{111} + TD_{41}}{2} = 0,67 + \frac{0,17 + 0,45}{2} = 0,98 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{111} :

$$D_{111CP} = D_{41CP} - z_{41CP}^D = 29,012 - 0,98 = 28,032 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $D_{111} = 28_{-0,21} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска z_{111CP}^D :

$$z_{111}^D = D_{41} - D_{111} = 30_{-0,015}^{+0,006} - 29_{-0,21} = 1_{-0,015}^{+0,216} \text{ мм.}$$

2.8 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания для токарной операции 005:

Для точения:

- 1) назначаем подачу : $s = 0,1 \text{ мм / об.}$
- 2) назначаем глубину резания: $t = 1,4 \text{ мм.}$
- 3) рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot s^y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,1^{0,45} \cdot 1,4^{0,15}} \cdot 0,69 \approx 170 \text{ м / мин,}$$

где $C_v = 280$ – коэффициент,

$m = 0,2, x = 0,15, y = 0,45$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6;

$T = 60 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,69$ – поправочный коэффициент;

4) рассчитываем силу резания:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,4^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 170^{-0,15} \cdot 1,39 = 2,7 \text{ кН},$$

где $C_p = 300$ – коэффициент,

$n = -0,15, x = 1, y = 0,75$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6;

$t = 1,4 \text{ мм}$ – глубина резания;

$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1,2 \cdot 1,1,25 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,39$ – поправочный коэффициент;

5) находим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2,7 \cdot 170}{1020 \cdot 60} \approx 0,75 \text{ кВт},$$

Выбираем токарный станок с ЧПУ (Turret LM type) DMC DL 10TH (N=11 кВт)

Выбираем резец токарный проходной отогнутый 2102-0032 с пластиной из твердого сплава Т15К6 по ГОСТ 18877-73.

Для расточки:

1) назначаем подачу : $s = 0,1 \text{ мм / об.}$

2) назначаем глубину резания: $t = 2 \text{ мм.}$

3) рассчитываем скорость резания: $V_p = 0,9V = 0,9 \cdot 170 = 153 \text{ м / мин},$

4) рассчитываем силу резания:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 153^{-0,15} \cdot 1,46 = 1,1 \text{ кН},$$

где $C_p = 300$ – коэффициент,

$n = -0,15, x = 1, y = 0,75$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6;

$t = 2\text{мм}$ – глубина резания;

$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{r p} = 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 0,71 = 1,46$ – поправочный коэффициент;

5) находим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1,1 \cdot 153}{1020 \cdot 60} \approx 1,1 \text{ кВт},$$

Выбираем резец токарный расточной 2140-0281 с пластиной из твердого сплава Т15К6 по ГОСТ 26612-85.

Для сверления:

1) назначаем подачу : $s = 0,52\text{мм} / \text{об}$.

2) назначаем глубину резания: $t = 115\text{мм}$.

3) рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 29^{0,4}}{70^{0,2} \cdot 0,52^{0,5}} \cdot 1,2 \approx 119 \text{ м} / \text{мин},$$

где $C_v = 9,8$ – коэффициент,

$m = 0,2, y = 0,5, q = 0,4$ – показатели степени для сверл из материала быстрорежущей стали Р6М5 ;

$T = 70\text{мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{lv} = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2$ – поправочный коэффициент;

$D = 29\text{мм}$ – диаметр отверстия;

4) рассчитываем силу резания и крутящий момент:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 29^1 \cdot 0,52^{0,7} \cdot 1,2 = 21,4 \text{ кН},$$

где $C_p = 68$ – коэффициент,

$q = 1, y = 0,7$ – показатели степени для сверл из материала быстрорежущей стали Р6М5;

$D = 29\text{мм}$ – диаметр отверстия;

$K_p = 1,2$ – поправочный коэффициент;

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 29^2 \cdot 0,52^{0,8} \cdot 1,2 = 3,9 \text{ Нм},$$

5) находим мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{1000 \cdot M_{кр} \cdot V}{9750 \cdot \pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 3,9 \cdot 119}{9750 \cdot 3,14 \cdot 29} \approx 0,61 \text{ кВт},$$

Выбираем сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком из быстрорежущей стали Р6М5 по ГОСТ 886-77.

Для отреза заготовки:

- 1) назначаем подачу: $s = 0,2 \text{ мм}$.
- 2) назначаем глубину резания: $t = D / 2 = 17,5 \text{ мм}$
- 3) рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot s^y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 17,5^0} \cdot 0,69 \approx 98 \text{ м / мин},$$

где $C_v = 47$ – коэффициент,

$m = 0,2$, $x = 0$, $y = 0,8$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6;

$T = 60 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,69$ – поправочный коэффициент;

- 4) рассчитываем силу резания:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 408 \cdot 8^{0,72} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 98^0 \cdot 1,5 = 3,9 \text{ кН},$$

где $C_p = 408$ – коэффициент,

$n = 0$, $x = 0,72$, $y = 0,8$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6;

$t = 8 \text{ мм}$ – ширина лезвия отрезного резца;

$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,5$ – поправочный коэффициент;

Выбираем резец токарный отрезной 2130-0259 ВК6 ГОСТ 18884-73.

Расчет режимов резания для фрезерной операции 015:

Для отрезки детали:

- 1) назначаем подачу на зуб: $s_z = 0,08 \text{ мм}$
- 2) назначаем глубину резания: $t = 1,4 \text{ мм}$.

3) Рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s_z^y \cdot t^x \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{234 \cdot 30^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 0,08^{0,26} \cdot 1,4^{0,24} \cdot 4^{0,13} \cdot 20^{0,1}} \cdot 0,69 \approx 27 \text{ м / мин},$$

где $C_v = 280$ – коэффициент,

$m = 0,37$, $x = 0,24$, $y = 0,26$, $p = 0,13$ – показатели степени для фрез с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6;

$B = 20 \text{ мм}$ – ширина срезаемого слоя;

$T = 80 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

$z = 4$ – число зубьев фрезы;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,69$ – поправочный коэффициент;

4) рассчитываем силу резания и крутящий момент:

$$P = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 1,4^{0,85} \cdot 0,08^{0,75} \cdot 20 \cdot 4}{30^{0,73} \cdot 1486^{-0,13}} \cdot 1,2 = 1,44 \text{ кН},$$

где $C_p = 12,5$ – коэффициент,

$q = 0,73$, $x = 0,85$, $y = 0,75$, $w = -0,13$ – показатели степени для фрез с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6;

$t = 1,4 \text{ мм}$ – глубина резания;

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 27}{3,14 \cdot 30} = 286,62 \text{ об / мин} \text{ – частота вращения;}$$

$K_{mp} = 1,2$ – поправочный коэффициент;

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{200} = \frac{286,62 \cdot 30}{200} = 43 \text{ Нм},$$

5) находим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{286,62 \cdot 27}{1020 \cdot 60} \approx 0,13 \text{ кВт},$$

Выбираем станок вертикальный консольно - фрезерный 6Т10 (N=3кВт)

Для паза:

1) назначаем подачу : $s = 0,06 \text{ мм / об}$.

2) назначаем глубину резания: $t = 1,4 \text{ м}$.

3) рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s_z^y \cdot t^x \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{234 \cdot 4^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 0,08^{0,26} \cdot 1,4^{0,24} \cdot 4^{0,13} \cdot 10^{0,1}} \cdot 0,69 \approx 21 \text{ м / мин},$$

где $C_v = 280$ – коэффициент,

$m = 0,37$, $x = 0,24$, $y = 0,26$, $p = 0,13$ – показатели степени для фрез с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6;

$B = 10 \text{ мм}$ – ширина срезаемого слоя;

$T = 80 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

$z = 4$ – число зубьев фрезы;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,69$ – поправочный коэффициент;

4) рассчитываем силу резания и крутящий момент:

$$P = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 1,4^{0,85} \cdot 0,08^{0,75} \cdot 10 \cdot 4}{4,5^{0,73} \cdot 1486^{-0,13}} \cdot 1,2 = 1,44 \text{ кН},$$

где $C_p = 12,5$ – коэффициент,

$q = 0,73$, $x = 0,85$, $y = 0,75$, $w = -0,13$ – показатели степени для фрез с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6;

$t = 1,4 \text{ мм}$ – глубина резания;

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 21}{3,14 \cdot 4,5} = 1486,1 \text{ об / мин} \text{ – частота вращения;}$$

$K_{mp} = 1,2$ – поправочный коэффициент;

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{200} = \frac{1440 \cdot 4,5}{200} = 32,4 \text{ Нм},$$

5) находим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1,4 \cdot 21}{1020 \cdot 60} \approx 0,48 \text{ кВт},$$

Расчет режимов резания для внутришлифовальной операции 025:

1) назначаем подачу: $s = 0,3 \text{ мм}$

2) назначаем глубину резания: $t = 0,005 \text{ мм}$.

3) рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 12000}{60000} \approx 17 \text{ м / мин},$$

где $D = 20 \text{ мм}$ – диаметр шлифовального круга,

$n = 12000 \text{ об / мин}$ – частота вращения шлифовального круга, об/мин;

4) рассчитываем силу резания и крутящий момент:

$$P = C_p \cdot V^{0,7} \cdot s^{0,7} \cdot t^{0,6} = 2,1 \cdot 17^{0,7} \cdot 0,3^{0,7} \cdot 0,005^{0,6} = 0,3 \text{ кН},$$

где $C_p = 2,1$ – коэффициент,

$V = 17 \text{ м / мин}$ – скорость резания;

$t = 0,005 \text{ мм}$ – глубина резания;

5) находим мощность резания:

$$N = C_N \cdot V^r \cdot t^x \cdot b^z = 0,27 \cdot 17^{0,5} \cdot 0,005 \cdot 46,8 \approx 0,27 \text{ кВт},$$

Выбираем 3К228А станок внутришлифовальный универсальный ($N=7,5 \text{ кВт}$)

2.9 Средства технологического оснащения

После расчетов режимов резания , выбираем технологическое оснащение для проведенных операций:

Таблица 3 – Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ (Turret LM type) DMC DL 10TH (10 - позиционный инструментальный револьвер)	Резец токарный проходной отогнутый 2102-0031 с пластиной из твердого сплава T15K6 по ГОСТ 18877-73. Резец канавочный 2120-0515 ГОСТ 18874-73. Резец токарный отрезной 2130-0259 BK6 ГОСТ 18884-73. Сверло центровочное Ø5 мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75 P6M5 Сверло Ø28 ОСТ 2И 20-2-80 ГОСТ 2034-80. Резец расточной 2141-0005 ГОСТ 18883-73 -T15K6.	Трехкулачковый патрон 7100-0011 ГОСТ 2675-80. Резцовый блок
015 Фрезерная с ЧПУ (Установ А)	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр HaasVF-1	Фреза торцевая твердосплавная Ø20 2223-5641ГОСТ 28709-90 Фреза торцевая твердосплавная Ø40 2234-0204 ГОСТ 15086-69	Оправка 7112-1506-III ГОСТ 31.1066.02-88

Продолжение таблицы 3

015 Фрезерная с ЧПУ (Установ Б)	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр HaasVF-1	Фреза концевая твердосплавная Ø4 2220-0185 ГОСТ 18372-73	Оправка 7112-1506-III ГОСТ 31.1066.02-88
025 Слесарная	Стол слесарный	Надфиль плоск.остр. 2826-0048 ГОСТ 1513-77	Тиски слесарные 7827-0259 ГОСТ 4045-75
030 Внутрیشлифовальная	Внутрیشлифовальный универсальный станок 3К228А	Шлифовальный круг ПП 25×16×8 25А 10-П С2 7 К4 А 1кл 35м/с ГОСТ 2424-83	Трехкулачковый самоцентрирующийся патрон 7100-0011 ГОСТ 2675-80.
040 Промывочная	Моечная машина ПТ12Х10Х10 ОМО5429	Моющий раствор МЛ -51 ТУ 84-228-76	
045 Консервация		Материалы по ТТП 60270-00001, вар.6	

Таблица 4 – Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Токарная с ЧПУ	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1-1 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Фасочный шаблон INSIZE 1267-6 Нутрометр НИ 18-50-1 ГОСТ 868-82. Глубиномер индикаторный ГИ-105 0,01 ГОСТ 7661-67. Микрометр МК Ц25 ГОСТ 6507-90.
015 Фрезерная с ЧПУ (Установ А)	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75. Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 4

015 Фрезерная с ЧПУ (Установ Б)	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75. Штангенциркуль ШЦЦ-I-125- 0,01 ГОСТ 166-89
030 Внутришлифовальная	Инструментальный визуальный	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Глубиномер индикаторный ГИ- 105 0,01 ГОСТ 7661-67 Микрометр МК Ц50 ГОСТ 6507-90.

2.10 Расчет норм времени технологического процесса

Для машиностроительного производства штучное время определяется так:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_{в} + T_{обс} + T_{п},$$

где $T_{оп}$ - операционное время — время, затрачиваемое непосредственно на изменение размеров, формы и свойств;

$T_{в}$ - вспомогательное время — время, затрачиваемое на выполнение приемов, которые необходимы для последующего изменения состояния предмета труда (установ, крепление, снятие, подвод-отвод инструмента, измерение, управление механизмами и др.);

$T_{обс}$ - время обслуживания рабочего места — время, затрачиваемое исполнителем на поддержание СТО в работоспособном состоянии, а также на уход за ними и рабочим местом.

$$T_{обс} = T_{т} + T_{орг},$$

где $T_{т}$ - время технического обслуживания — смена затупившегося инструмента, его настройка и наладка.

$T_{орг}$ — подготовка рабочего места, его уборка, смазка механизмов при необходимости.

$T_{п}$ - время на личные потребности — время на дополнительный отдых.

Операционное время определяется по формуле:

$$T_{оп} = \frac{L \cdot i}{S_M};$$

где $L = l + l_{BP} + l_{CX}$ – длина обработки;

i – число рабочих ходов;

S_M – минутная подача инструмента.

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп}.$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = T_T + T_{орг};$$

Время технического обслуживания T_T равно 6% от $T_{оп}$;

Время организационного обслуживания $T_{орг}$ равно 0,6 - 8 % от $T_{оп}$.

Время на личные потребности $T_{л}$ равно 2,5% от $T_{оп}$.

Расчет норм времени для токарной операции 005

Для точения:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{CX} + l_{BP} = 91,8 + 1 + 1 + 1 = 94,8 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = 55 \text{ м / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=6$.

4. тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{94,8 \cdot 6}{55} = 10,34 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 10,34 = 1,551 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 11,89 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{OBS} = 0,06T_O + 0,08T_O = 1,66 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{П} = 0,025T_{OП} = 0,26 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_{в} + T_{обс} + T_{п} = 10,34 + 1,55 + 1,66 + 0,26 = 13,81 \text{ мин}$$

Для подрезки торца:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{ПОД} + l_{СХ} + l_{ВР} = 1,8 + 1 + 1 + 1 = 4,8 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,5 \cdot 1200 = 600 \text{ м / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{OП} = \frac{4,8 \cdot 1}{600} = 0,008 \text{ мин;}$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{OП} = 0,15 \cdot 0,008 = 0,0012 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{OП} + T_B = 0,0092 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{OBS} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,0012 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{П} = 0,025T_{OП} = 0,0002 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_{в} + T_{обс} + T_{п} = 0,008 + 0,0012 + 0,0012 + 0,0002 = 0,01 \text{ мин}$$

Для центровки:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{ПОД} + l_{СХ} + l_{ВР} = 7,5 + 1 + 1 = 9,5 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,52 \cdot 1200 = 624 \text{ м / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{9,5 \cdot 1}{624} = 0,02 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,19 = 0,003 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 0,023 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,003 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{л} = 0,025T_{оп} = 0,0005 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_B + T_{обс} + T_{л} = 0,02 + 0,003 + 0,003 + 0,005 = 0,031 \text{ мин}$$

Для сверления:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 65 + 1 + 3 + 1 = 71 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,52 \cdot 1200 = 624 \text{ м / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{71 \cdot 1}{624} = 0,114 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,19 = 0,017 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{ОП} + T_B = 0,13 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{ОБС} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,018 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{П} = 0,025T_{ОП} = 0,003 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_B + T_{обс} + T_{п} = 0,114 + 0,017 + 0,018 + 0,003 = 0,15 \text{ мин}$$

Для расточки:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{ПОД} + l_{СХ} + l_{ВР} = 48 + 1 + 1 = 50 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,1 \cdot 1486 = 148,6 \text{ м / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{ОП} = \frac{50 \cdot 1}{148,6} = 0,34 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{ОП} = 0,15 \cdot 0,34 = 0,051 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{ОП} + T_B = 0,391 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{ОБС} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,054 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{П} = 0,025T_{ОП} = 0,0085 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_B + T_{обс} + T_{п} = 0,34 + 0,051 + 0,054 + 0,0085 = 0,4535 \text{ мин}$$

Расчет норм времени для фрезерной операции 015.

Для фрезерования:

- 1) определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{ВР}} + l_{\text{СХ}} = 2(2 \cdot 25 \cdot \arcsin \frac{20}{2 \cdot 25}) = \\ = 83,4 + 6 + 1 + 5 = 95,4 \text{ мм.}$$

- 2) определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,3 \cdot 7200 = 2160 \text{ мм / мин}$$

- 3) число рабочих ходов $i=1$.

- 4) тогда основное время:

$$T_{\text{оп}} = \frac{95,4 \cdot 1}{2160} = 0,044 \text{ мин;}$$

- 5) вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{\text{оп}} = 0,15 \cdot 0,19 = 0,007 \text{ мин}$$

- 6) оперативное время:

$$T_O = T_{\text{оп}} + T_B = 0,051 \text{ мин}$$

- 7) время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обс}} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,007 \text{ мин}$$

- 8) время на личные потребности:

$$T_{\text{л}} = 0,025T_{\text{оп}} = 0,001 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_B + T_{\text{обс}} + T_{\text{л}} = 0,044 + 0,007 + 0,007 + 0,001 = 0,059 \text{ мин}$$

Для паза:

- 1) определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{СХ}} + l_{\text{ВР}} = 14,9 + 1 + 1 = 16,9 \text{ мм.}$$

- 2) определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,06 \cdot 1200 = 72 \text{ м / мин}$$

3) число рабочих ходов $i=1$.

4) тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{16,9 \cdot 1}{72} = 0,23 \text{ мин};$$

5) вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,25 = 0,035 \text{ мин}$$

6) оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 0,265 \text{ мин}$$

7) время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,037 \text{ мин}$$

8) время на личные потребности:

$$T_{л} = 0,025T_{оп} = 0,0058 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_B + T_{обс} + T_{л} = 0,23 + 0,035 + 0,037 + 0,0058 = 0,43 \text{ мин}$$

Расчет норм времени для внутришлифовальных операций 030

1) определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{вр} + l_{сх} = 30 + 1 + 1 + 5 = 37 \text{ мм.}$$

2) определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,3 \cdot 6500 = 1950 \text{ мм / мин}$$

3) число рабочих ходов $i=1$.

4) тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{37 \cdot 1}{1950} = 0,019 \text{ мин};$$

5) вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,019 = 0,0029 \text{ мин}$$

6) оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 0,022 \text{ мин}$$

7) время обслуживания рабочего места:

$$T_{OBC} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,003 \text{ мин}$$

8) время на личные потребности:

$$T_{\Pi} = 0,025T_{OП} = 0,0048 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{шт} = T_{OП} + T_v + T_{OBC} + T_{\Pi} = 0,019 + 0,0029 + 0,003 + 0,0048 = 0,029 \text{ мин}$$

Таблица 5 – Расчет норм времени технологического процесса

Операция		Основное время $T_{OП}$	Вспомогательное время T_v	Оперативное время T_O	Время обслуживания рабочего места T_{OBC}	Время на личные потребности T_{Π}	Штучно - калькуляционное время $T_{шт}$
005 Токарная с ЧПУ	Подрезка торцов	0,008	0,0012	0,0092	0,0012	0,0002	0,01
	Точение	10,34	1,55	11,89	1,66	0,26	13,81
	Отрезание	0,21	0,032	0,24	0,034	0,005	0,28
	Цетровка	0,02	0,003	0,023	0,003	0,0005	0,031
	Сверление	0,114	0,017	0,13	0,018	0,003	0,15
	Расточка	0,34	0,051	0,391	0,054	0,0085	0,454
015 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерование	0,44	0,007	0,051	0,007	0,001	0,059
	Паз	0,23	0,035	0,265	0,037	0,0058	0,43
030 Плоскошлифовальная	Шлифование	0,019	0,0029	0,022	0,003	0,0048	0,029

2.11 Разработка управляющей программы

Чтобы обработать деталь на станках с ЧПУ, необходимо разработать соответствующую управляющую программу для каждой технологической операции. В управляющую программу включены все необходимые параметры для обработки: скорость вращения шпинделя, подача инструмента, траектория движения инструмента, направление вращения шпинделя и т.д.

Для обработки детали «Прижим» разработана УП, приведенная ниже.

Для токарной операции:

N10 T1/01/ M6	N130 G1 X2.4291 Z-3.7362 F0.0394
N15 S1000 M4 ' SETRPMTO 1000	N135 G1 X2.7106 Z-3.7362 F0.0394
N20 G0 X3.1658 Z-0.0669	N140 G1 X2.7385 Z-3.7223 F0.0394
N25 M8	N145 G0 X2.7385 Z-0.0315
N30 G1 X-0.0625 Z-0.0669 F0.0394	N150 G1 X2.4291 Z-0.0315 F0.0394
N35 G1 X-0.0625 Z0. F0.0394	N155 G1 X2.3706 Z-3.7362 F0.0394
N40 G1 X-0.0347 Z0.0139 F0.0394	N160 G1 X2.4291 Z-3.7362 F0.0394
N45 G0 X-0.0347 Z0.1181	N165 G1 X2.457 Z-3.7223 F0.0394
N50 G0 X3.1658 Z0.1181 T1	N170 G0 X3.2283 Z-3.7223
N55 S1000 M4 'SET RPM TO 1000	N175 G0 X9.8425 Z4.9213 T2/02/
N60 G0 X3.2283 Z0.0869	N180 S178 M4 ' SET RPM TO 178
N65 G0 X2.8425 Z0.0869	N185 G0 X0. Z0.1181
N70 G1 X2.8425 Z-4.6966 F0.0394	N190 G1 X0. Z-1.5748 F0.0242
N75 G1 X2.9921 Z-4.6966 F0.0394	N195 G0 X0. Z0.1181
N80 G1 X3.02 Z-4.6827 F0.0394	N200 G0 X0. Z-1.4567
N85 G0 X3.2283 Z-4.6827	N205 G1 X0. Z-3.1496 F0.0242
N90 G0 X3.2283 Z0.1178 T1	N210 G0 X0. Z0.1181
N95 S1000 M4 'SET RPM TO 1000	N215 G0 X0. Z-3.0315
N100 G0 X2.7106 Z0.1178	N220 G1 X0. Z-4.7244 F0.0242
N105 G1 X2.7106 Z-3.7362 F0.0394	N225 G0 X0. Z0.1181
N110 G1 X2.9921 Z-3.7362 F0.0394	N230 G0 X0. Z-4.6063
N115 G1 X3.02 Z-3.7223 F0.0394	N235 G1 X0. Z-5.3432 F0.0242
N120 G0 X3.02 Z0.1178	N240 G0 X0. Z0.1181
N125 G1 X2.4291 Z0.1178 F0.0394	N245 G0 X9.8425 Z4.9213 T3/03/

N250 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
N255 G0 X1.9606 Z0.1181
N260 G1 X1.9606 Z-1.7677 F0.0083
N265 G1 X1.5748 Z-1.7677 F0.0083
N270 G1 X1.547 Z-1.7538 F0.0083
N275 G0 X1.3386 Z-1.7538
N280 G0 X1.3386 Z0.1181
N285 G0 X9.8425 Z4.9213 T1/01/
N290 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
N295 G0 X3.1658 Z-0.063
N300 M8
N305 G1 X-0.0625 Z-0.063 F0.0394
N310 G1 X-0.0625 Z-0.0472 F0.0394
N315 G1 X-0.0347 Z-0.0333 F0.0394
N320 G0 X-0.0347 Z0.1181
N325 G0 X3.1658 Z0.1181 T1
N330 S1000 M4 'SET RPM TO 1000
N335 G0 X3.2283 Z0.1181
N340 G0 X2.6811 Z0.1181
N345 G1 X2.6811 Z-0.5866 F0.0394
N350 G1 X2.9921 Z-0.5866 F0.0394
N355 G1 X3.02 Z-0.5727 F0.0394
N360 G0 X3.02 Z0.1181
N365 G1 X2.3701 Z0.1181 F0.0394
N370 G1 X2.3701 Z-0.5866 F0.0394
N375 G1 X2.6811 Z-0.5866 F0.0394
N380 G1 X2.7089 Z-0.5727 F0.0394
N385 G0 X3.2283 Z-0.5727
N390 G0 X9.8425 Z4.9213 T3

N395 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
N400 G0 X0.3921 Z0.1181
N405 G1 X0.3921 Z-1.9646 F0.0083
N410 G1 X0. Z-1.9646 F0.0083
N415 G1 X-0.0278 Z-1.9506 F0.0083
N420 G0 X-0.0278 Z0.1181
N425 G1 X0.7843 Z0.1181 F0.0083
N430 G1 X0.7843 Z-1.9646 F0.0083
N435 G1 X0.3921 Z-1.9646 F0.0083
N440 G1 X0.3643 Z-1.9506 F0.0083
N445 G0 X0.3643 Z0.1181
N450 G1 X1.1764 Z0.1181 F0.0083
N455 G1 X1.1764 Z-1.9646 F0.0083
N460 G1 X0.7843 Z-1.9646 F0.0083
N465 G1 X0.7564 Z-1.9506 F0.0083
N470 G0 X0.7564 Z0.1181
N475 G1 X1.5685 Z0.1181 F0.0083
N480 G1 X1.5685 Z-1.9646 F0.0083
N485 G1 X1.1764 Z-1.9646 F0.0083
N490 G1 X1.1485 Z-1.9506 F0.0083
N495 G0 X1.1485 Z0.1181
N500 G1 X1.9606 Z0.1181 F0.0083
N505 G1 X1.9606 Z-1.9646 F0.0083
N510 G1 X1.5685 Z-1.9646 F0.0083
N515 G1 X1.5407 Z-1.9506 F0.0083
N520 G0 X1.3386 Z-1.9506
N525 G0 X1.3386 Z0.1181
N530 G0 X9.8425 Z4.9213
N535 M02

Для фрезерной операции:

N0060 G54
N0065 T1 M6
N0070 S2000 F500
N0075 G0 X55.0 Y-30.333
N0080 Z2.5
N0085 G01 Z-0.5
N0090 X-55.0
N0095 Y-5.667
N0100 X55.0
N0105 Y19.0
N0110 X-55.0
N0115 Z25.0
N0120 X25.355 Y74.56
N0125 Z2.5
N0130 G01 Z-1.5 F150.
N0135 X35.417 Y54.996 F300.
N0140 G02 X54.996 Y35.417 I-35.417 J-54.996
N0145 G01 X74.56 Y25.355
N0150 Y-25.355
N0155 X54.996 Y-35.417
N0160 G02 X35.417 Y-54.996 I-54.996 J35.417
N0165 G01 X25.355 Y-74.56
N0170 X-25.355
N0175 X-35.417 Y-54.996
N0180 G02 X-54.996 Y-35.417 I35.417 J54.996
N0185 G01 X-74.56 Y-25.355
N0190 Y25.355
N0195 X-54.996 Y35.417
N0200 G02 X-35.417 Y54.996 I54.996 J-35.417
N0205 G01 X-25.355 Y74.56
N0210 X0.644 Y52.089 I26.329 J4.187
N0215 G02 X0.644 Y52.089 I-0.644 J-52.089
N0220 Z25.0
N0225 X25.355 Y74.56
N0230 Z2.5
N0235 G01 Z-2.5 F150.
N0240 X35.417 Y54.996 F300.
N0245 G02 X54.996 Y35.417 I-35.417 J-54.996
N0250 G01 X74.56 Y25.355
N0255 Y-25.355
N0260 X54.996 Y-35.417
N0265 G02 X35.417 Y-54.996 I-54.996 J35.417
N0270 G01 X25.355 Y-74.56
N0275 X-25.355
N0280 X-35.417 Y-54.996
N0285 G02 X-54.996 Y-35.417 I35.417 J54.996
N0290 G01 X-74.56 Y-25.355
N0295 Y25.355
N0300 X-54.996 Y35.417
N0305 G02 X-35.417 Y54.996 I54.996 J-35.417
N0310 G01 X-25.355 Y74.56
N0315 X0.644 Y52.089 I26.329 J4.187
N0320 G02 X0.644 Y52.089 I-0.644 J-52.089
N0325 Z25.0
N0330 Z5.
N0365 T2 M6
N0370 S2000 F150
N0375 X-36.093 Y0.
N0380 Z2.5
N0385 G01 Z-0.47
N0390 X-39.422 Y7.274 Z-0.813
N0395 X-36.093 Y0. Z-1.157
N0400 X-39.422 Y7.274 Z-1.5
N0405 X-36.093 Y0. F300.
N0410 X-35.177 Y0.762
N0415 X-34.792 Y1.89 I-1.812 J1.248 F150.
N0420 G02 X-34.792 Y1.89 I34.792 J-1.89 F339.
N0425 G02 X-34.444 Y5.26 I34.792 J-1.89
N0430 X-34.59 Y6.443 I-2.175 J0.332 F150.
N0435 G01 X-35.331 Y7.376 F300.
N0440 Z25.0
N0445 X-36.093 Y0.

N0450 Z2.5
N0455 X-0.011 Y0.006 F450.
N0460 M9 M5

N0465 G0 Z5.
N0470 T0M6
N0475M30.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А31	Чукареву Богдану Андреевичу

Институт	ИФВТ	Кафедра	ЛИСТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

*В качестве объекта исследования выступает технологическое бюро
В технологическом бюро проводится технологическая подготовка производства детали «Прижим». При разработке в основном используется компьютерная техника, которая неблагоприятно влияет на здоровье и несет за собой ряд опасных факторов.*

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

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

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

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

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты).

При изучении объекта были выявлены такие вредные факторы как:

1.1 Вредные факторы.

1. Отклонение показателей микроклимата в помещении. Автоматическая система кондиционирования поддерживает параметры микроклимата на оптимальном уровне.

2. Повышенный уровень шума на рабочем месте. Снижение уровня шума обеспечивается звукоизоляционными материалами и правильным расположением оборудования.

3. Недостаточная освещенность рабочей зоны. При недостаточной освещенности используется искусственное освещение рабочего места.

4. Нервно-психические перегрузки. Соблюдение режимов работы и отдыха.

1.2 Опасные факторы.

1. Опасность поражения электрическим током. На всех токопроводящих элементах должна быть установлена изоляция. Должна соблюдаться техника безопасности, запрещается использовать неисправные приборы.

2. Пожароопасность. Соблюдение правил пожарной безопасности, соблюдение инструкций по эксплуатации оборудования.

<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p><i>Отходы такие как люминесцентные лампы и микросхемы необходимо правильно утилизировать так как они загрязняют окружающую среду.</i></p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p><i>Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией для учебного корпуса является пожар. В целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием.</i></p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p><i>Рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам. Должны соблюдаться режимы труда и отдыха.</i></p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры	Раденков Т.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А31	Чукарев Б.А.		

3. Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «Прижима», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали.

В процессе обработки детали возможны действия следующих вредных и опасных факторов, если станок не оснащён необходимыми средствами безопасности. Станочник подвергается опасности травмирования сливной стружкой, обрабатываемым изделием, режущим инструментом, поражение электрическим током. В течении вспомогательного времени происходит основное физическое напряжение рабочего, вызываемое многочисленными повторяющимися ручными операциями, особенно при работе на универсальном оборудовании. К вредным факторам возникающим в цеху можно отнести: превышенный уровень шума, недостаточную освещённость рабочей зоны, загрязнённый воздух, негативное воздействие СОЖ, отклонение показателей микроклимата.

Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья.

3.1 Производственная безопасность

3.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали

При производстве детали «Прижим» на участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, фрезерный станок с ЧПУ, внутришлифовальный станок. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Прижим» приведены в таблице 6, на примере токарного центра с ЧПУ GOODWEYGLS-150Y(по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ).

Таблица 6 – Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Прижим»

Оборуд.	Вредные и опасные факторы	Меры защиты
Механическая обработка	1. Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования	1 Ограждение зоны обработки
	2. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека	2. $U=380В$, $J=10А$, $f=50Гц$ Применение контурного заземления $R_3 \leq 4Ом$
	3. Повышенный уровень шума на рабочем месте $УЗД=97дБА$ $ПДУ=80дБА$	3. Использование звукопоглощающих покрытий $\alpha \geq 0,5$, защитных кожухов, перфорированных экранов
	4. Повышенный уровень вибрации $f=18Гц$ $ПДУ=92дБ$	4. Упругая подвеска, амортизация, индивидуальные средства защиты (антивибрационные пояса, спец. одежда, поглощающая обувь, коврик)
	5. Стружкообразование материала стали 40Х	5. Индивидуальные средства защиты: очки, использование стружколомов, использование автоматической уборки стружки

Продолжение таблицы 6

	6. Недостаточная освещенность рабочей зоны	6. Применение комбинированной системы освещения с использованием люминесцентных ламп типа ЛБ и ЛД
	7. Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	7. Использование принудительной вытяжной вентиляции, СИЗ
	8. Недопустимые метеорологические условия для помещения рабочей зоны	8. Использование приточно-вытяжной вентиляции, системы воздушного отопления

С точки зрения санитарно-гигиенических норм можно выделить следующие вредные факторы, связанные с работой на станках данного технологического процесса.

1) загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью обрабатываемого материала. Следствием этого может быть травма глаз и легочные заболевания, вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания

2) монотонный шум, вызванный работой станков. При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует ГОСТ 12.1.003-83. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму. Источником вибраций в основном

является сборочное оборудование, а причиной возникновения вибрации при работе станков являются неуравновешенные силовые воздействия.

3) плохая освещенность. Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Работает менее продуктивно, возникает потенциальная опасность несчастных случаев и, кроме того, длительное, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (близорукость и др.). Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков.

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

5) активную роль на безопасность работы оказывает вентиляция и отопление. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в (таблице 7).

Таблица 7- Допустимые и оптимальные нормы температуры.

Категория работы	Период года	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость воздуха, м/с	
		оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.
		Средней тяжести, Па	Холодный	18-20	17-23	40-60	не более 75
Тёплый	21-23		18-27	40-60	не более 55 при 28°С 60 при 27°С 65 при 26°С 70 при 25°С 75 при 24°С	не более 0,3	0,2-0,4

3.1.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

В качестве мероприятий по снижению опасных и вредных факторов при производстве детали «Прижим» предлагается использовать:

1) ограждение опасных зон: движущихся частей станков и механизмов, режущих инструментов, обрабатываемого материала, токоведущих частей электрооборудования, зоны выделения стружки;

2) применение предохранительных устройств: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока;

3) использование системы дистанционного управления: управление станком осуществляется с помощью стойки ЧПУ, которая включает в себя клавиатуру для ввода команд и дисплей. Стойка ЧПУ расположена вне опасной зоны станка;

Использование сигнализации безопасности: цветовой и знаковой. Отключающие устройства станка, в том числе аварийные, окрашены в красный сигнальный цвет согласно. При нарушении технологического процесса на станке предусмотрены сигнальные лампы, окрашенные в красный цвет. Открытые и не полностью закрытые движущиеся части оборудования окрашены в желтый цвет. На шкафах с электрооборудованием станка нанесен знак «Осторожно! Электрическое напряжение».

4) применение расстояния и габаритных размеров безопасности: габаритные размеры рабочих мест, безопасные расстояния между станками и элементами производственного помещения, габаритные размеры, габаритные размеры подвеса электрических проводов;

5) использование средств индивидуальной защиты: очки, спец.одежда, головные уборы, специальная обувь);

б) применение профилактических испытаний станка и его узлов: на механическую прочность, на электрическую проводимость, на надёжность срабатывания предохранительных устройств-блокировок;

7) использование и применение специальных средств обеспечения безопасности: защитное контурное заземление $R_3 \leq 4$ Ом, средства дробления сливной стружки в процессе резания, искусственное освещение станков, ограничители шума УЗД=97дБА, ПДУ=80дБА и вибрации $f=18$ Гц, ПДУ=92дБ, манипуляторы с программным управлением;

8) 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. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение.

3.2 Экологическая безопасность

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений.

При обработке деталей на металлорежущих станках от 15 до 20% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Обрабатываемая деталь «Прижим» изготовлена из стали, стружка после обработки идет на переработку.

Также огромное значение имеет очистка вентиляционных выбросов от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами.

Очистку и обезвреживание газовых составляющих выбросов производства осуществляют конденсационным методом, заключающимся в охлаждении паровоздушной смеси ниже точки росы в специальных теплообменниках – конденсаторах.

Защита от тончайшей пыли и металлообразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами, воздухоборниками, отсосами. Воздух, проходя через многочисленные фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы.

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. Такая чистка производится на специальном месте оборудованном стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла, кислоты.

На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлако-накопителях, нефте- и маслотовушках. Очищенные воды в большинстве случаев используются в системах оборотного водоснабжения. При этом вода основного источника или из других циклов водопользования идёт на компенсацию потерь оборотной воды.

3.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным ситуациям техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием. Поэтому следует:

В качестве профилактических мероприятий на участке используются:

- правильная эксплуатация машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;
- запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;
- своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.

- применение автоматических средств обнаружения пожаров;
- повышение огнестойкости зданий и сооружений путём облицовки или оштукатуривания металлических конструкций.

- в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.

- обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации.

-система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения используется система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м² площади, ящики с песком 1-ин на 500м² площади). Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма (дымовые люки и т. п.)

3.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Так как данный вид работ подразумевает возможное наличие угроз жизни (таких как работа в запылённом помещении, работа с горячим металлом, работа с подвижными частями механизмов), следует обеспечить работника всеми необходимыми мерами защиты – рабочими перчатками, для уменьшения травм от острых краёв металла; очками, для исключения попадания инородных тел в глаза и область глаз; спец.одеждой, как мерой индивидуальной защиты работника, а также другими средствами защиты в зависимости от выполняемой сотрудником работы. Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики работы – если это сборочное место, то оно должно быть оснащено всем необходимым для сборки инструментом, должно быть удобным, а также освещённым в зависимости от размера собираемой детали; если это место работника-токаря, то рядом должны находиться инструментальные шкафы со всем необходимым инструментом, перед станком должна быть ровная и удобная поверхность, уровень света также должен быть достаточен для работы, чтобы сотруднику не приходилось подключать другие источники света.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А31	Чукареву Богдану Андреевичу

Институт	ИФВТ	Кафедра	ТПМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение/ «Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов».

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Научно-техническое исследование проводится в лаборатории физической мезомеханики и неразрушающих методов контроля ИФПМ СО РАН. В работе над проектом задействованы 3 человека: руководитель, ассистент, студент – дипломник</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Система налогообложения, принятая для образовательных учреждений (30,2% отчисления на социальные нужды).</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>1. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования. 2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований. 3. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научно-исследовательских работ</i>	<i>1. Расчет основной заработной платы исполнителей темы. 2. Расчет отчислений на социальные нужды. 3. Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 2. <i>Матрица SWOT</i> 3. <i>Календарный график проведения НИ</i> 4. <i>Бюджет проект</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А31	Чукарев Богдан Андреевич		

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

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

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Прижим»

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

Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбрана отрасль «машиностроение», выпускаемая продукция – прижим, используемый тип производства – мелкосерийное производство.

На основании этих критериев сформирована карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Прижим» представленная на рисунке 8.

Тип серийного производства в машиностроение	Услуги по разработке технологического процесса изготовления детали «Прижим»
Мелкосерийные	

Рисунок 8 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Прижим»:



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

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

4.1.2 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «Прижим» посредством SWOT-анализа

С целью исследования внешней и внутренней среды проекта применен SWOT–анализ. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 8.

Таблица 8- SWOT- анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса. С2. Низкая металлоемкость. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами. С4. Высокая производительность труда. С5. Конкурентоспособность проекта</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:Сл1. Узкоспециализированное назначение разработки. Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей. Сл3. Проект ориентирован на использование современного оборудования. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.</p>
--	---	---

Продолжение таблицы 8

<p>Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В2. Финансовая поддержка 41 государством отдельных потенциальных потребителей. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью. В4. При совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия дополнительных ниш. В5. Повышение стоимости конкурентных разработок</p>		
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Ограничения на экспорт технологии. У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны. У5. Наличие барьеров для входа на рынок.</p>		

Результаты второго этапа SWOT-анализа приведены в таблице 9.

Таблица 9– Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	1	+	+	0	+	-
	2	+	0	+	-	+
	3	+	+	+	0	-
	4	+	0	+	0	+
	5	+	0	+	-	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	1	+	0	+	-	-
	2	+	+	+	-	0
	3	+	+	0	-	0
	4	+	+	+	-	0
	5	0	+	+	-	0
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	1	+	+	+	0	-
	2	-	+	+	0	+
	3	-	-	+	0	+
	4	+	-	+	-	0
	5	+	+	+	0	+
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	1	+	+	+	-	0
	2	+	+	+	-	0
	3	0	-	-	-	0
	4	+	+	+	-	0
	5	+	+	0	+	-

Результаты третьего этапа SWOT-анализа приведены в таблице 10.

Таблица 10 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса. С2. Низкая металлоемкость. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами. С4. Высокая производительность труда. С5. Конкурентоспособность проекта.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:Сл1. Узкоспециализированное назначение разработки. Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей. Сл3. Проект ориентирован на использование современного оборудования. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей</p>
<p>Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В2. Финансовая поддержка государством отдельных потенциальных потребителей. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью. В4. При совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия дополнительных ниш. В5. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>Использование инновационной инфраструктуры ТПУ , приведет в повышению прибыли , так как разработка конкурентоспособна и цена на конкурентные разработки высока.</p>	<p>С течением определенного времени круг потенциальных потребителей значительно расширится за счет того, что произойдет усовершенствования технологических показателей разработки.</p>

Продолжение таблицы 10

Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Ограничения на экспорт технологии. У4. Сложная финансовая ситуация в экономике страны. У5. Наличие барьеров для входа на рынок.	Не исключен случай появления новых, весьма конкурентных разработок, которые зачастую могут вытеснить данную разработку.	В технологии производства может произойти спад спроса, связанный с допустимыми ошибками .
--	---	---

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

4.2. Планирование научно-исследовательской работы

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

4.2.1 Структура работы в рамках научного исследования

Реализация научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «Прижим» состоит из 9 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 11.

Таблица 11- Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания, выбор направления исследований	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)
	3	Проведение патентных исследований	Инженер (дипломник)
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, Инженер (дипломник)
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)
	6	Построение модели распределителя и проведение исследования	Инженер (дипломник)
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Научный руководитель, Инженер (дипломник)
Оформления отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Научный руководитель, Инженер (дипломник)

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценена экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож}$ использована следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5}$$

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

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

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

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

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

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

$$t_{\text{ож2}} = \frac{3 * 10 + 2 * 15}{5} = 12 \text{ чел. - дн}$$

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

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы составило:

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

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

$$t_{ож5} = \frac{3 * 30 + 2 * 40}{5} = 34 \text{ чел. -дн}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}$$

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

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

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

Продолжительность 1-й работы:

$$T_{pi} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ раб.дн}$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{pi} = \frac{12}{1} = 12 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 3-й работы:

$$T_{pi} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 4-й работы:

$$T_{pi} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{pi} = \frac{34}{1} = 34 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{pi} = \frac{24}{1} = 24 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{pi} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 8-й работы:

$$T_{pi} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{ раб. дн}$$

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

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

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

где $T_{\text{кал}} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 53$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 53 - 14} = 1,22$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляем до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблице 12.

Таблица 12- Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работы			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , Чел-дни	t_{max} , Чел-дни	$t_{ож}$, Чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	2	3	3	Научный руководитель	3	4
Подбор и изучение материалов по теме	10	15	12	Инженер (дипломник)	12	18
Проведение патентных исследований	1	2	1,4	Инженер (дипломник)	0,7	1
Календарное планирование работ по теме	1	2	1,4	Научный руководитель, Инженер (дипломник)	1,4	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	30	40	34	Инженер (дипломник)	34	50
Оформление чертежей	20	30	24	Инженер (дипломник)	24	36
Оценка результатов исследования	1	2	1,4	Научный руководитель, Инженер (дипломник)	1,4	2
Составление пояснительной записки	2	3	2,4	Научный руководитель, Инженер (дипломник)	2,4	4

На основе таблицы 12 строим план график, представленный в таблице

13

Таблица 13 - Календарный план график проведения НИР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дни	Продолжительность выполнения работ												
				Фев.		Март			Апрель			Май				
				1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	
1	Составление и утверждение технического задания	Руков.		■												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	8		□	□	□									
3	Проведение патентных исследований	Инженер					□									
4	Календарное планирование работ по теме	Руков. испол.						□								
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер.	1 5						□	□						
6	Оформление чертежей	Инженер	2								□	□	□			
7	Оценка результатов исследования	Руков. испол.													□	
8	Составление пояснитель-ной записки	Руков. испол.														□



- Научный руководитель



-Инженер (дипломник)

4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ учтены следующие виды расходов:

- материальные затраты НИИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.2.5 Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{рас\ i}$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «прижим», представлены в таблице 14.

Таблица 14– Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «Прижим»

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z_m), руб.

Продолжение таблицы 14

Ручка	шт.	2	25,0	50,0
Карандаш	шт.	2	10,0	20,0
Ластик	шт.	2	5,0	10,0
Бумага офисная	л.	500	0,4	200,0
Итого				280,0

4.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

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

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

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

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{68976 \cdot 10,4}{224} = 3202 \text{ руб}$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб.дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб.дн.

Таблица 15 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель проекта	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
- выходные	53	53
- праздничные	26	26
Потери рабочего времени:		
- отпуск	48	72
- невыходы по болезни	14	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	224	200

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_p = 33162 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 68976 \text{ руб,}$$

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

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{тс}$);

$k_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 - 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{тс}$);

$k_{р}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата $Z_{тс}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{сi} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетной организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии.

Таблица 16 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, тыс. руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, тыс. руб.	$Z_{дн}$, тыс. руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, тыс. руб.
Руководитель проекта	33162	0,3	0,3	1,3	68976	3202	11	35222
Исполнитель	1742	0,3	0,3	1,3	33623	168	51	8578
Итого:								43801

4.2.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы произведен по следующей формуле:

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 35222 = 4226 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 8578 = 1029 \text{ руб},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

4.2.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

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

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

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1

ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 17 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб	Дополнительная заработная плата, тыс. руб
	Исп. 1	
Руководитель проекта	35222	4226
Исполнитель	8578	1029
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
Итого		
Исполнение 1	14814,6	

4.2.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 18.

Таблица 18- Затраты на научно- исследовательский проект

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	43801
2. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	5255
3. Отчисления во внебюджетные фонды	14814,6

Продолжение таблицы 18

4. Материальные затраты	280
5. Накладные расходы	11883,1
6. Бюджет затрат НИИ	10119
Итого	86152,74

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Таблица 19 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Индикатор блокировки линий	Заготовка из круглого прутка	Другая заготовка
1.Безопасность	0,15	5	3	4
2.Экономичность производства	0,15	5	4	2
3.Срок службы	0,1	4	5	3
4. Простота монтажа	0,20	3	2	4
5. Надежность	0,25	4	4	3
6. Материалоемкость	0,15	4	2	4
ИТОГО	1	4,1	2,85	3,35

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

В ходе работы были разобраны такие вопросы как: оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, включающий в себя весьма значимые темы: определение ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования; оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований; определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Также рассмотрели планирование и формирование бюджета научно-исследовательских работ, то есть расчет основной заработной платы исполнительской темы; расчет отчислений на социальные нужды; формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Итоговый бюджет составил: итого 86152 рубля.

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

Заключение

В ходе работы был разработан технологический процесс детали «Прижим». Рассмотрены этапы технологической подготовки детали. Проведен анализ технологичности конструкции детали и особенности технологического процесса изготовления детали. Определили, что эксплуатационные свойства детали обеспечиваются. Выбрали тип заготовки – горячекатаный круглый пруток. Спроектировали технологический маршрут изготовления детали. Назначили и рассчитали все необходимые допуски на размеры и минимальные припуски. Рассчитали режимы резания и нормы времени технологического процесса. Разработали управляющие команды для станков с ЧПУ.

Таким образом, цели и задачи, поставленные в выпускной квалификационной работе, были выполнены.

Список литературы

1. Скворцов В.Ф., Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 91с.
2. Основы технической подготовки производства: Учебное пособие. Санкт-Петербург: СПГУИТ, 2010, - 69 с.
3. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: учебное пособие / В.П.Должиков. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2003. – 320с
4. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х томах, том 3: учебное пособие/ В.И. Ануриев, Москва, 1984
5. Большая энциклопедия нефти и газа. Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/>
6. ООО “Дельта Технология”. Режим доступа:<http://delta-grup.ru/>
7. Федеральный закон РФ №261 от 23 ноября 2009г. «Об энергосбережении и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
8. СП 12.0.003-74 (с измен. № 1, октябрь 1978 г., переиздание 1999 г.)» [X]
9. СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий».
- 10.ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».
- 11.СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».
- 12.ГОСТ 12.1.044-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».
- 13.ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
- 14.СН 181-70 Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий.

**Приложение А
(обязательное)**

**Комплект документов
на технологический процесс механической обработки
детали «Прижим»**