

Школа ИШНПТ
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства изготовления детали "Крышка" на станках с ЧПУ

УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Колосов Никита Владимирович		8.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		8.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук И.В.	к.т.н., доцент		11.05.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.			11.05.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

Результаты обучения

Код результата	Результат обучения
Общекультурные компетенции	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов, машиностроительных изделий, и конструкций, выполнять проектно-

	<p>конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.</p>
<p>Профессиональные компетенции</p>	
<p>P9</p>	<p>Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного, ракетно-космического и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций</p>
<p>P10</p>	<p>Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.</p>
<p>P11</p>	<p>Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.</p>

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Колосов Никита Владимирович

Тема работы:

Технологическая подготовка производства изготовления детали "Крышка" на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№59-67/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	8.06.2020
--	-----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали «Крышка» Тип производства: мелкосерийное
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования.
Перечень графического материала	Чертеж изделия. Технологические карты. Карты наладки.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая часть	Ефременков Е.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук И.В.
Социальная ответственность	Черемискина М.С.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	К.Т.Н.		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Колосов Никита Владимирович		16.12.2019

Реферат

Выпускная квалификационная работа 75 страницы, 33 таблицы, 11 рисунков, 21 источник.

Ключевые слова: МАШИНОСТРОЕНИЕ, КРЫШКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА, ИНСТРУМЕНТ, СТАНОК, ЧПУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС.

Объектом исследования является деталь типа «Крышка».

Цель работы – технологическая подготовка производства изготовления детали «Крышка» на станках с ЧПУ.

В процессе работы проведен анализ технологичности детали, выявлены его достоинства и недостатки. Также были проведены исследования и определено необходимое оборудование для производства данной детали. Рассчитаны и назначены припуски на механическую обработку, режимы обработки, были выбраны средства технологического оснащения, разработаны управляющие программы и карты наладки для станков с ЧПУ, сконструировано специальное приспособление, а также разработан гибкий производственный модуль.

Произведены расчеты экономической эффективности производства детали, решены вопросы о снижении влияния производства на окружающую среду.

Оглавление

Введение	9
1 Технологическая подготовка производства детали.....	10
2 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	13
2.1 Анализ технологичности конструкции детали	13
2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали	15
2.3 Способы получения заготовки	16
2.4 Проектирование технологического маршрута	17
2.5 Расчет минимальных припусков на механическую обработку	17
2.6 Проектирование технологических операций.....	20
2.6.1 Выбор средств технологического оснащения.....	23
2.6.2 Выбор и расчет режимов резания.....	24
2.6.3 Уточнение содержания переходов	27
2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	28
2.8 Размерный анализ технологического процесса	29
2.9 Проектирование средств технологического оснащения	31
2.10 Проектирование гибкой производственной системы (модуля)	34
3 Финансовый менеджмент	38
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	38
3.1.1 Анализ конкурентных технических решений.....	39
3.1.2 SWOT-анализ.....	40
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	43
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	43
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	44
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	45
3.2.4 Бюджет научно-технического исследования	49
3.3 Определение ресурсоэффективности исследования	56
4 Социальная ответственность	62

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	62
4.1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	63
4.2 Производственная безопасность	64
4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов	65
4.4 Экологическая безопасность	69
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	69
Заключение	72
Список литературы	73
Приложение А. Комплект документов	75

Введение

Одной из крупнейших отраслей промышленности является машиностроение. Эта отрасль, занимающаяся производством машин, приборов, оборудования, является ключевой в индустриальном обществе, она определяет развитие технического прогресса на многие годы и оказывает большое влияние на экономическое положение страны. Важной задачей современного машиностроения является развитие ряда отраслей, таких как станкостроение, приборостроение, производство вычислительной техники, развитие электронной и электротехнической промышленности. Среди основных направлений развития машиностроения можно выделить:

- приоритетное развитие наукоемких отраслей, машиностроительного оборудования, автомобилестроения;
- увеличения количества машиностроительных производств на территории России (производство точных станков, нефтяного оборудования, автомобилей, бытовых приборов и т.д.);
- привлечение инвестиционных вложений, государственной поддержки предприятий.

Неотъемлемой частью машиностроения является технологическая подготовка производства, определяющая многие факторы в производстве изделий.

В данной работе главной целью является технологическая подготовка производства изготовления детали «Крышка» на станках с ЧПУ. Для ее достижения следует провести технологичность конструкции детали, подобрать исходную заготовку, спроектировать технологический маршрут, рассчитать минимальные припуски на обработку, спроектировать технологические операции, а так же подобрать оборудование и режимы резания, разработать управляющие программы для станков с ЧПУ, спроектировать специальное приспособление и гибкую производственную систему.

1 Технологическая подготовка производства детали

Технологическая подготовка производства (ТПП) — совокупность процессов по обеспечению технологической готовности производства к выпуску спроектированного изделия, при соблюдении требований к срокам, качеству и объемам выпускаемой продукции, а также учитывая запланированные затраты [3]. ТПП включает в себя:

- обеспечение технологичности изделия (учитывая технологичность самой конструкции изделия и технологичность выполняемых работ при его изготовлении, эксплуатации и ремонте);

- проектирование и внедрение технологических процессов (штамповки, механической обработки, термообработки, сборки, литья, и др.) для производства деталей и узлов изделия;

- разработку и изготовление необходимого оборудования и средств технологической оснастки (приспособлений, штампов, пресс-форм, специального режущего и мерительного инструмента);

- управление процессами ТПП.

Основной целью ТПП является проектирование технологического процесса, его технического обеспечения, беря за основу проект изделия. Полученная на этом этапе информация, должна отвечать на следующий вопрос: как необходимо изготавливать изделие, чтобы сбалансировать технико-экономические показатели деятельности предприятия, которое его выпускает. Эта информация определяет нормативно-технические данные, которые необходимы для организации управления предприятием. Следовательно, от качества полученной информации и прописанной в технологической документации, в большей степени зависят качество продукции и эффективность производства [11].

Проектирование технологического процесса осуществляется как компромиссное решение между предъявляемыми требованиями к конструкции изделия и возможностями производства. Поэтому уже на 5 начальных этапах

разработки технологического проекта необходимо отрабатывать его на технологичность, возможность его реализации в конкретных производственных условиях.

Специфика проектирования технологических процессов и объем решаемых задач определяют трудоемкость и сроки реализации проектировочных работ на предприятии. С целью повышения эффективности проектировочных работ – снижения стоимости и сокращения времени на проектирование – необходимо применение автоматизации технологического проектирования на базе электронно-вычислительных машин (ЭВМ) [11].

Основой создания систем автоматизации технологического проектирования (САПР ТП) на отдельно взятых предприятиях является совокупность государственных стандартов, определяющих Единую систему технологической подготовки производства – ЕС ТПП [13]. Эти стандарты включают в себя общие правила и положения по организации научно-технических работ в области технологической подготовки производства, внедрения их в производство, определены этапы разработки документации по организации и оптимизации технологического проектирования, установлены правила разработки технического задания (ТЗ) на разработку автоматизированных технологических комплексов (АТК).

Рассмотрим основные этапы ТПП детали типа «Крышка». Первый этап для данной детали будет, является разработка маршрутной технологии, которая содержит последовательность выполнения основных операций по изготовлению детали, а именно: заготовительную операцию, комплексную на обрабатывающем центре с ЧПУ, токарную с ЧПУ, фрезерную с ЧПУ, слесарную, промывочную, контрольную, гальваническую и консервацию.

Использование станков с ЧПУ позволяет изготовить деталь с более точными размерами, сократить время на изготовление детали и отчасти автоматизировать технологический процесс, также данное оборудование более универсально. Далее для всех операций подбирается оборудование, учитывая габариты и массу заготовки. Так как масса и габариты заготовки невелики,

предприятие не нуждается в дополнительном оборудовании для транспортировки заготовки (детали) по цехам. На этом же этапе осуществляется выбор инструмента и технологического оснащения, расчет норм времени и определение разряда работ, указывается специальность рабочих с требуемым уровнем квалификации.

Следующий этап технологической подготовки производства включает разработку операционных технологических карт для технологии производства. На этом же этапе составляются управляющие программы для станков с ЧПУ.

На заключительном этапе технологической подготовки производства детали производится оформление всей технологической документации в соответствии с комплексом государственных и отраслевых стандартов.

2 Проектирование технологического процесса изготовления детали

Главная задача проектирования ТП базируется на основе плавной последовательности обработки детали для получения требуемых размеров, формы и точности с учетом возможностей станков, минимального количества приспособлений и режущего и вспомогательного инструмента для наименьших материальных затрат.

Начальными этапами проектирования технологического процесса являются: изучение служебного назначения детали, изучение технических требований, годового плана выпуска на основе производственной мощности предприятия.

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Для анализа технологического конструкции детали необходим чертеж (Приложение А) и условие типа производства.

Основными целями анализа технологичности конструкции являются: снижение трудоемкости и металлоемкости обработки детали, применение высокопроизводительных процессов обработки, снижения себестоимости изготовления детали без вреда служебного назначения.

Деталь «Крышка» (рисунок 1) изготавливается из конструкционного материала Сталь 45 по ГОСТ 1050-2013. Основными компонентами этого материала являются железо и углерод. Углерод придает большую твердость, способность упрочняться при термообработке, повышает обрабатываемость резанием. Помимо основных элементов сталь марки 45 содержит следующие компоненты. Вредные примеси серы (до 0,04%) и фосфора (до 0,035%) оказывают только лишь негативное влияние на механические свойства. Их более крупные молекулы, внедряясь в кристаллическую решетку стали, ослабляют ее износостойкость и прочность. Кроме того, повышенное содержание серы и фосфора являются причиной появления красноломкости в сталях, то есть образования трещин в момент обработки давлением. Полезные

примеси кремния (0,17-0,37%) и марганца (0,5-0,8%) снижают внутреннее напряжение стали, таким образом, снижая вероятность образования трещин. Они помогают повысить эффективность упрочнения от проведения термической обработки. В целом, их наличие положительно сказывается на пластичности стали. Кроме того, сталь 45 имеет примеси мышьяка, меди, хрома и никеля. Общее содержание всех этих элементов не превышает 0,7%. По этой причине их влияние на свойства стали незначительно.

Данная сталь обладает хорошими эксплуатационными свойствами и не затруднительно поддается механической обработке резанием.

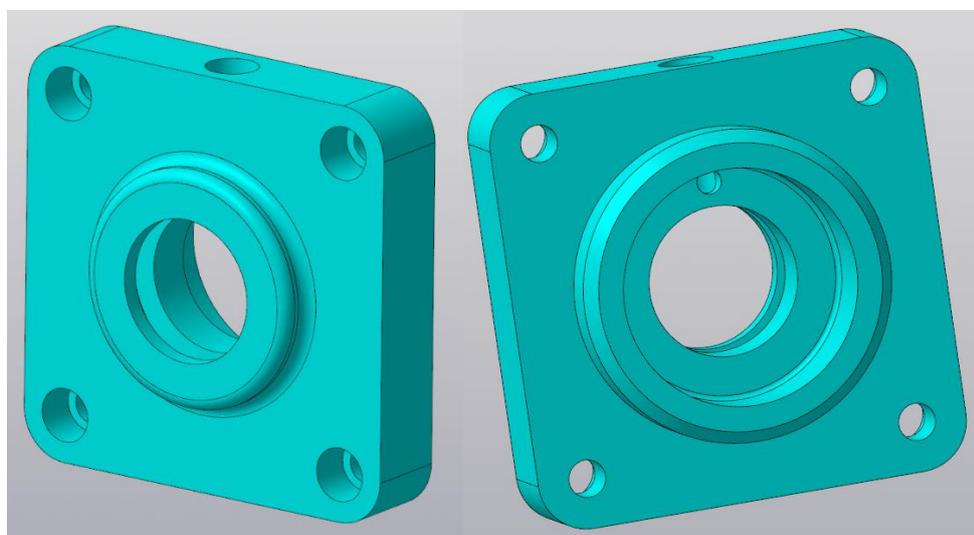


Рисунок 1 – Трехмерная модель детали «Крышка»

Деталь является телом вращения с элементами призматической формы, содержащая сквозные, глухие и крепежные отверстия. Размеры детали средней и нормальной точности, максимальный качество обработки восьмой. На чертеже указаны классы шероховатости от Ra3,2 до Ra1,6, которые можно получить тонким точением.

При механической обработке будут использоваться операции: точения, сверления, растачивания, фрезерования.

Масса детали составляет 0,5 кг., что говорит о том, что при обработке резанием не понадобятся грузоподъемные устройства и механизмы.

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Самые значимые эксплуатационные свойства деталей машин (плотность соединений, прочность посадок, контактная жесткость, и износостойкость) наиболее зависимы от их контактного взаимодействия (фактической площади контакта, динамических характеристик стыков поверхностей, характера контакта и сближения).

Для обеспечения качества поверхностей детали будут использоваться чистовые токарные и расточные работы с получаемой шероховатостью Ra1,6.

Анализ напряженно-деформированного состояния детали выполнен в САЕ-системе – АРМ FEM КОМПАС-3D17. Для этого была приложена внешняя распределенная нагрузка, равная $P=1000$ Н (рисунок 2).

Согласно полученным расчетам (рисунок 3), коэффициент запаса по прочности составляет: минимальный $S_{\min} = 46$; максимальный $S_{\max} = 100$.

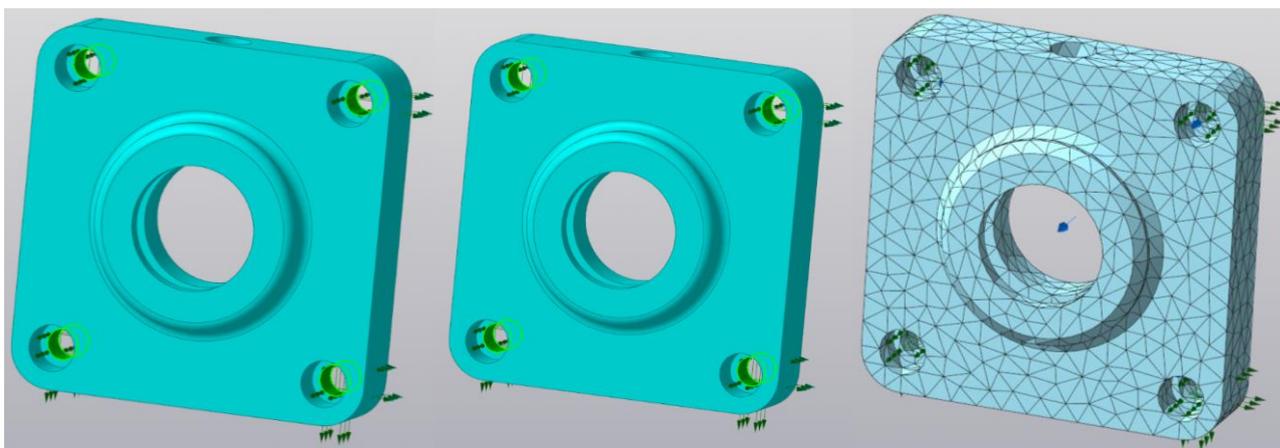


Рисунок 2 – Нагружение и закрепление детали в САЕ-системе

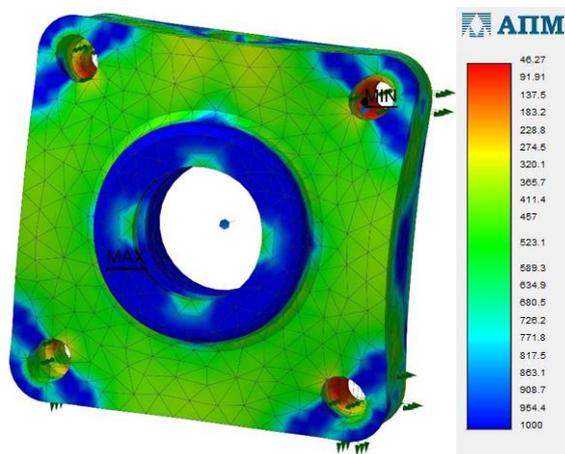


Рисунок 3 – Распределение коэффициента запаса прочности по детали

2.3 Способы получения заготовки

Первым этапом изготовления детали является получение заготовки из нужного материала. Заготовка по возможности должна быть максимально приближена к форме и размерам готовой детали. Это делается для уменьшения расхода материала, электроэнергии и времени изготовления. В зависимости от материала, назначения детали и требуемой точности изготовления заготовки получают ковкой, литьем, штамповкой, прокаткой, высадкой, прокаткой, волочением и другими способами [8].

Целесообразно рассмотреть два способа получения заготовки:

- заготовка из прутка круглого сечения;
- заготовка из прутка квадратного сечения.

Определим коэффициент использования металла для обоих случаев.

КИМ использования равен:

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

где q – масса детали;

Q – масса заготовки.

По данным КОМПАС-3D 2017:

для круглого сечения:

$$K = \frac{0,5}{1,97} = 0,25;$$

для квадратного:

$$K = \frac{0,5}{1,49} = 0,33.$$

Сопоставляя полученные коэффициенты, очевидным является то, что заготовка из проката квадратного сечения является предпочтительней. При черновом обтачивании будет происходить прерывистое резание из-за ударов формы заготовки и инструмента, тем самым снижая жесткость системы СПИД и стойкость инструмента, увеличивая машинное время.

Анализируя все это, принимаем заготовку круглого сечения. Прокат поставляется длиной от 2 м до 12 м. Принимаем прутки равной длиной 4 метра. На заготовительной операции пилим заготовки длиной 34мм.

2.4 Проектирование технологического маршрута

Маршрут представляет собой последовательность прохождения заготовки детали по цехам и производственным участкам предприятия в ходе производственного процесса.

Последовательность операций для изготовления детали «Крышка» согласно техническим требованиям, условиям производства и требуемым параметрам точности представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Технологический маршрут детали «Крышка»

005 Заготовительная
010 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ
015 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ
020 Слесарная
025 Промывочная
030 Контрольная
035 Гальваническая
040 Консервация

2.5 Расчет минимальных припусков на механическую обработку

Припуском на обработку называется слой металла, подлежащий удалению с поверхности заготовки в процессе обработки для получения готовой детали.

Припуск элементарных поверхностей назначают согласно справочным таблицам/пособиям.

Минимальный припуск на точение наружных и внутренних цилиндрических поверхностей находится по формуле:

$$2z_i = 2 \left[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right];$$

где: Rz_{i-1} – величина шероховатости поверхности на предыдущем слое;
 h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предыдущем слое;
 $\Delta_{\Sigma i-1}$ – суммарные отклонения расположения поверхностей;
 ε_i – погрешность установки заготовки при переходе;
 Односторонний минимальный припуск:

$$z_i = (Rz + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i.$$

Пространственной погрешность прутковых заготовок является кривизна оси. Общая кривизна заготовки определяется по формулам:

$$p_1 = \Delta_k L = 0,5 \cdot 32 = 16 \text{ мкм};$$

$$p_2 = \Delta_k D = 0,5 \cdot 97 = 48,5 \text{ мкм};$$

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} = 51 \text{ мкм}.$$

где: $\Delta_k = 0,5$ – кривизна проката от его длины;

$L = 32$ мм – длина заготовки.

$D = 97$ мм – диаметр заготовки.

После каждого технологического перехода механической обработки резанием значение суммарной пространственной погрешности уменьшается:

$$p_i = K p_{i-1};$$

$$p_1 = 0,06 \cdot 51 = 3 \text{ мкм}.$$

где: K – коэффициент уменьшения исходной погрешности, который зависит от вида обработки (черновая 0,06; чистовая 0,05);

p_{i-1} – пространственная погрешность.

Погрешность установки ε определяется по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2} = 97;$$

где: $\varepsilon_1^2 = 0$ мкм – погрешность базирования;

$\varepsilon_2^2 = 97$ мкм – погрешность закрепления.

Минимальный припуск:

$$2z_{\min} = 2(125 + 120 + 97) = 690 \text{ мкм}.$$

Размеры по переходам:

$$d_{\min} = 50 + 0,0064 = 50,01 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = 50,01 + 0,8 = 50,81 \text{ мм};$$

$$2z_{\max} = 50,81 - 49,4 = 1410 \text{ мкм}$$

$$d_{\min} = 50,81 + 0,1 = 50,91 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = 50,91 + 1 = 51,91 \text{ мм};$$

$$2z_{\max} = 51,91 - 50,01 = 1900 \text{ мкм}$$

$$d_{\min} = 51,91 + 0,69 = 52,6 \text{ мм};$$

$$d_{\max} = 52,6 + 1,8 = 54,4 \text{ мм}.$$

$$2z_{\max} = 54,4 - 50,91 = 3490 \text{ мкм}$$

Если в таблице 2 расчетный диаметр рассчитывался путем сложения диаметра и припуска, то в таблице 3 он рассчитывается путем вычитания припуска от диаметра.

Таблица 2 – Рассчитанные припуски для размера $\varnothing 50$ с $Ra1,6$

Обработка	Припуск				Допуск T	Расчетный припуск		Размеры по переходам	
	Rz	h	Δ	ε		$2z_{\min}$	$2z_{\max}$	d_{\min}	d_{\max}
Прокат	200	300	49	-	1800	-	-	52,6	54,4
Черновое	125	120	3	97	1000	690	3490	50,91	51,91
Чистовое	20	30	-	-	800	100	1900	50,01	50,81
Тонкое	3,2	-	-	-	600	6,4	1410	49,4	50

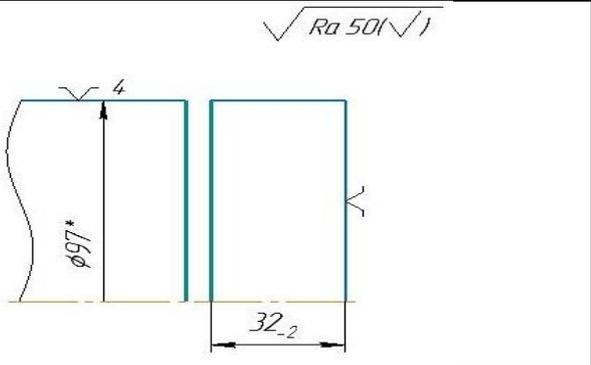
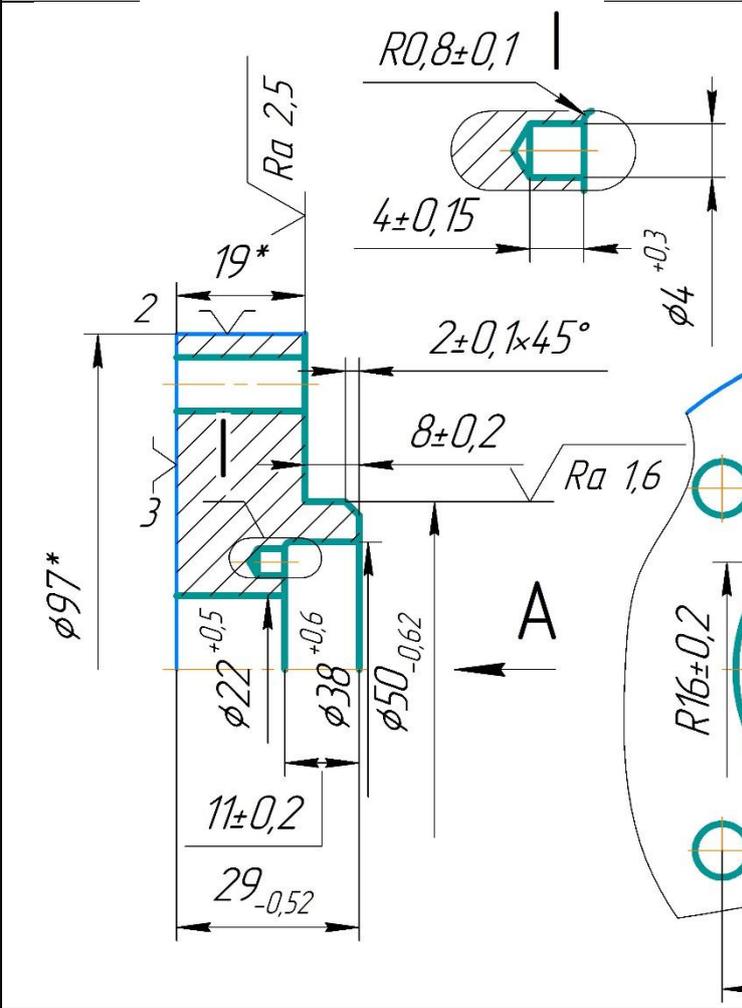
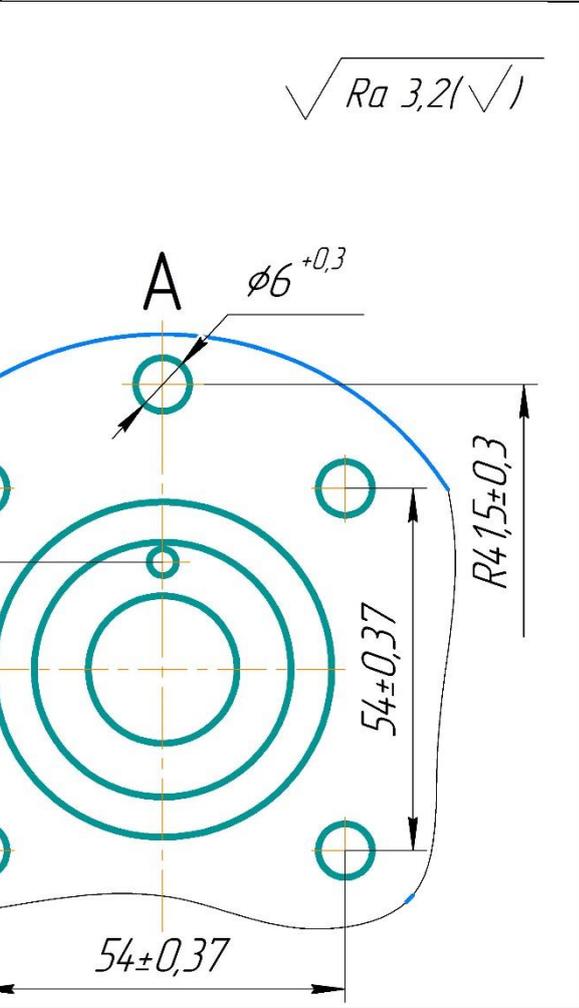
Таблица 3 – Рассчитанные припуски для размера $\varnothing 24,1$ с $Ra1,6$

Обработка	Припуск				Допуск T	Расчетный припуск		Размеры по переходам	
	Rz	h	Δ	ε		$2z_{\min}$	$2z_{\max}$	d_{\min}	d_{\max}
Сверление	40	60	49	-	500	-	-	22,71	23,21
Чистовое	20	30	3	-	130	106	476	23,186	23,316
Тонкое	3,2	-	-	-	50	6,4	86,4	24,05	24,1

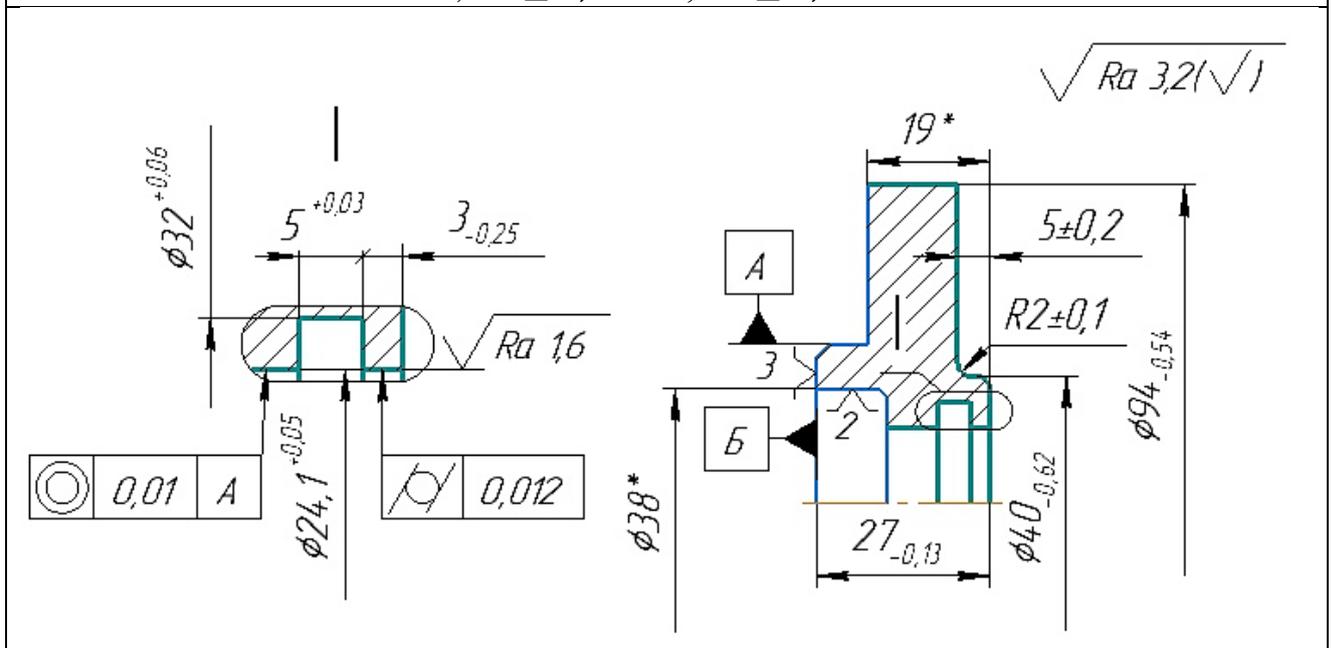
2.6 Проектирование технологических операций

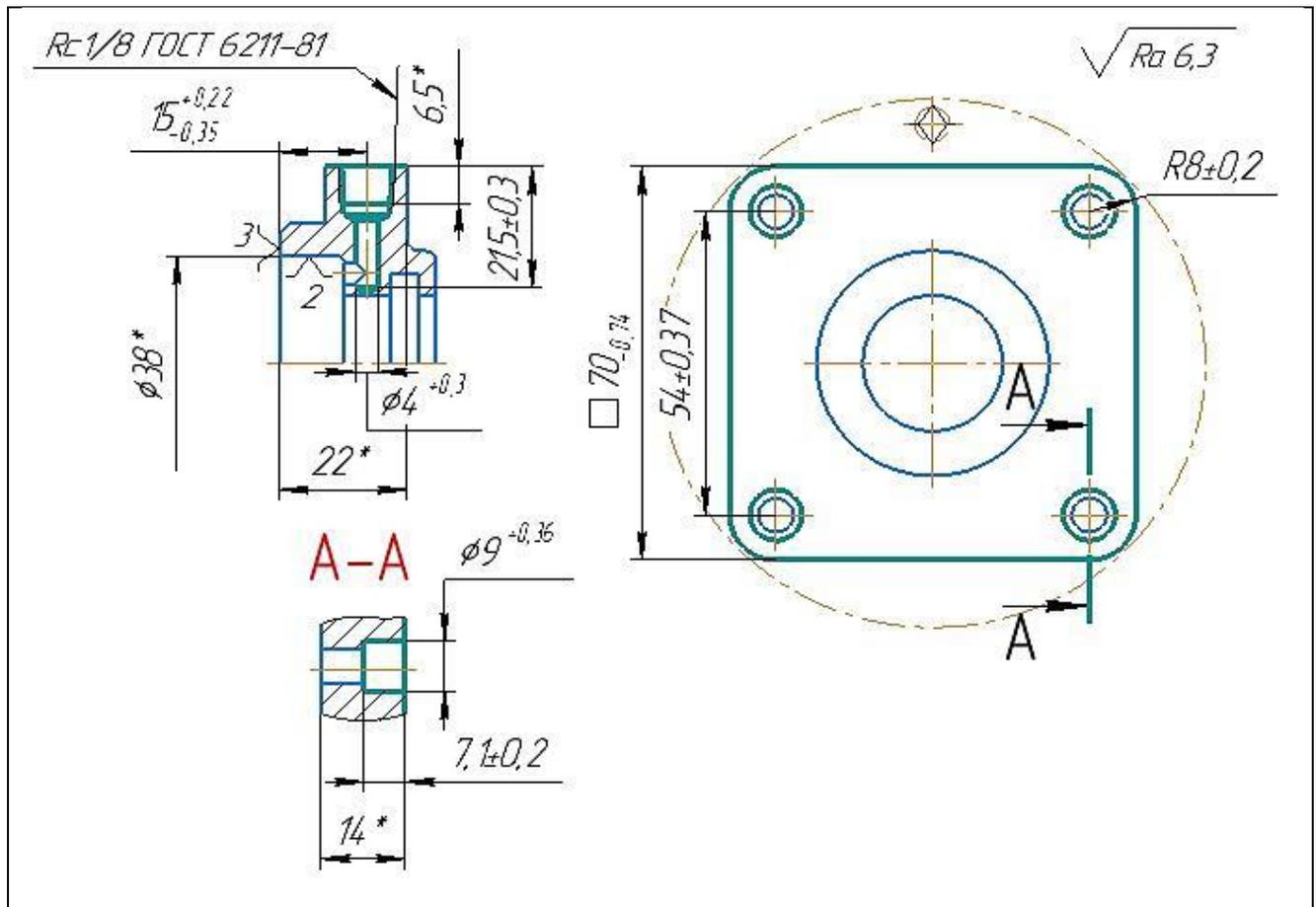
На основании составленного ранее технологического маршрута (таблица 1), разработан технологический процесс изготовления детали «Крышка», который представлен в таблице 4

Таблица 4 – Технологический процесс изготовления детали «Крышка»

	<p>005 Заготовительная</p> <p>А. Установить заготовку в призмы. База: наружный диаметр и торец.</p> <p>1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 32_{-2} мм.</p>
	
<p>010 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ</p> <p>А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне. База: наружный диаметр, торец.</p> <p>1. Подрезать торец, выдерживая размер $29_{-0,52}$ мм.</p>	

2. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 50_{-0,62}$ мм, $8 \pm 0,2$ мм
3. Снять фаску $2 \pm 0,1 \times 45^\circ$ мм.
4. Центровать торец, выдерживая размер $\varnothing 3,15^{+0,3}$ мм, $3 \pm 0,15$ мм.
5. Сверлить отверстие $\varnothing 22^{+0,5}$ мм, выдерживая размер $28_{-0,52}$ мм.
6. Расточить отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 38^{+0,6}$ мм, $11 \pm 0,2$ мм, $R0,8 \pm 0,1$ мм.
7. Центровать 5 отверстий, выдерживая размеры $\varnothing 3,15^{+0,3}$ мм, $3 \pm 0,15$ мм, $R16 \pm 0,2$ мм, $R41,5 \pm 0,3$ мм, $54 \pm 0,37$ мм, $54 \pm 0,37$ мм.
8. Сверлить отверстия, выдерживая размер $\varnothing 4^{+0,3}$ мм, $4 \pm 0,15$ мм, $R16 \pm 0,2$ мм.
9. Сверлить 5 отверстий, выдерживая размеры $\varnothing 6^{+0,3}$ мм, 19^* мм, $R41,5 \pm 0,3$ мм, $54 \pm 0,37$ мм, $54 \pm 0,37$ мм.





015 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ

- А. Установить заготовку на разжимную цангу База: внутренний диаметр, торец.
1. Подрезать торец, выдерживая размер $27_{-0,13}$ мм
 2. Точить поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 40_{-0,62}$ мм, $5 \pm 0,2$ мм, $R2 \pm 0,2$ мм, $\varnothing 94_{-0,54}$ мм, 19^* мм.
 3. Расточить отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 24,1^{+0,05}$ мм, $27_{-0,13}$ мм.
 4. Точить канавку, выдерживая размеры $\varnothing 32^{+0,06}$ мм, $3_{-0,25}$ мм, $5^{+0,03}$ мм.
 5. Фрезеровать квадрат, выдерживая размеры $\square 70_{-0,13}$ мм, 14^* мм, $R8 \pm 0,2$ мм.
 6. Зенковать 4 отверстия, выдерживая размеры $\varnothing 9^{+0,36}$ мм, $7,1 \pm 0,2$ мм, $54 \pm 0,37$ мм, $54 \pm 0,37$ мм.
 7. Центровать отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 3,15^{+0,3}$ мм, $15_{-0,35}^{+0,22}$ мм, $3 \pm 0,15$ мм.
 8. Сверлить отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 4^{+0,3}$ мм, $15_{-0,35}^{+0,22}$ мм, $21,5 \pm 0,3$ мм.
 9. Сверлить отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 8,1^{+0,25}$ мм, $15_{-0,35}^{+0,22}$ мм, $9,7 \pm 0,18$ мм.
 10. Расфрезеровать отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 8,56^{+0,3}$ мм, $\varnothing 8,16^{+0,3}$ мм, $15_{-0,35}^{+0,22}$ мм, $6,5^*$ мм.
 11. Нарезать резьбу $R_c 1/8$, выдерживая размер $6,5^*$ мм.

020 Слесарная
1. Притупить острые кромки, снять заусенцы.
025 Промывочная
1. Промыть детали по ТТП 01279-00001, опер 001.
030 Контрольная
035 Гальваническая
1. Нанести покрытие Ц.хр., согласно ГОСТ 9.306-85.
040 Консервация
1. Консервировать по ТТП 60270-00001, вариант 1. 2. Детали сдать на СГД (склад готовой продукции).

2.6.1 Выбор средств технологического оснащения

Выбор средств технологического оснащения в большей степени зависит от размера заготовки и точности обработки. Ещё необходимо выбирать оборудование наиболее универсальное и с наименьшей стоимостью. Выбор должен начинаться со стандартного оснащения. Если стандартного оснащения недостаточно, то подбирается и проектируется специальное оснащение.

Используем токарный обрабатывающий центр MAS KOVOSVIT SP 280Y (рисунок 4).



Рисунок 4 – MAS KOVOSVIT SP 280Y

Таблица 5 – Технические характеристики станка

Максимальный диаметр точения	мм	280
Максимальная длина точения	мм	550
Максимальное число оборотов главного шпинделя	об/мин	4700
Максимальные обороты приводного шпинделя	об/мин	4000
Количество позиций инструмента	шт.	12/24
Диаметр отверстия	VDI	40
Мощность мотор-шпинделя S1 / S6 - 40%	кВт	20,9 / 27
Макс. крутящий момент S1 / S6 - 40%	Нм	200 / 257
Мощность приводного шпинделя, S3 - 40%	кВт	8
Макс. крутящий момент S3 - 40%	Нм	40
Система управления	SINUMERIK 840D SL	
Длина × ширина × высота	мм	3875×2122×2345
Масса	кг	7 700

Средства технологического оснащения представлены в приложении А.

2.6.2 Выбор и расчет режимов резания

Целью режимов резания является определение подачи, скорости резания и глубины, что обеспечит наиболее экономичную и производительную обработку поверхности по шероховатости и точности обрабатываемой поверхности [4].

Первым делом следует подобрать глубину резания, далее наиболее допустимую подачу, а в конце определяется скорость резания. Именно такой порядок выбора элементов режима резания определяется тем, что на количество тепла, выделяемого при резании, а, следовательно, на износ и долговечность резца, глубина резания влияет меньше всего, а подача и особенно скорость резания — в наибольшей степени [6].

Проведем расчет режимов резания по табличным данным для операции подрезки торца и сверления отверстия.

Подрезка торца 29_{-0,52} мм.

Обрабатываемый материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-2013. Материал сплава – Т15К6.

Скорость резания при точении определяется по формуле:

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

где C_V, m, x, y – коэффициенты;

K_V – общий поправочный коэффициент.

Примем коэффициенты, указанные в таблице 6 [5]:

Таблица 6

Т15К6	C_V	x	y	m	K_{MV}	K_{PV}	K_{IV}	T	t	s
	350	0,15	0,2	0,2	1,17	0,8	1	30	1	0,15

Тогда:

$$V = 254 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000V}{3,14D} = 808 \text{ об/мин.}$$

Тангенциальная составляющая силы резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p;$$

где K_p – поправочный коэффициент.

Примем коэффициенты, указанные в таблице 7 [5]:

Таблица 7

Т15К6	K_{MP}	$K_{\varphi P}$	$K_{\gamma P}$	$K_{\lambda P}$	K_{rP}	C_P	x	y	n
	0,88	0,94	1,1	1	0,93	300	1	0,75	0,15

Тогда тангенциальная составляющая силы резания равна:

$$K_p = 0,854;$$

$$P_z = 228 \text{ Н.}$$

Мощность резания равна:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = 0,94 \text{ кВт.}$$

Сверление отверстия $\varnothing 4^{+0,3}$ мм.

Обрабатываемый материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-2013. Материал сплава – Р6М5.

Скорость резания при сверлении определяется по формуле:

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

где C_V, q, m, y, x, K_V – коэффициенты;

Примем коэффициенты, указанные в таблице 8 [5]:

Таблица 8

Р6М5	C_V	q	y	m	T	s	K_V
	7	0,4	0,4	0,2	8	0,05	0,9

Скорость резания равна:

$$V = 20 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000V}{3,14D} = 1600 \text{ об/мин.}$$

Осевая сила и крутящий момент находятся по формулам:

$$P = 10C_p D^q s^y K_p;$$

$$M_{кр} = 10C_p D^q s^y K_p;$$

где C_p, q, y, K_p – коэффициенты;

Примем коэффициенты, указанные в таблице 9 [5]:

Таблица 9

Р6М5	Осевая сила				Крутящий момент			
	C_p	q	y	K_p	C_p	q	y	K_p
	68	1	0,7	1,2	0,03	2	0,8	1,2

Тогда:

$$P = 408 \text{ Н};$$

$$M_{кр} = 0,6 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Аналогично для других операций проведем расчет.

2.6.3 Уточнение содержания переходов

Законченная часть технологического перехода, которая состоит из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением размеров, формы, шероховатости поверхности или самих свойств заготовки – является рабочим ходом [8].

А технологический переход – это уже завершённая часть технологической операции, которая характеризуется постоянством используемого инструмента и поверхностей, образованных обработкой и соединяемых в процессе сборки. Следующий переход начинается, когда изменяется режим резания или сменяется режущий инструмент [8].

Уточним содержание переходов, ходов и установов (таблица 10) для токарных и фрезерных операций.

Таблица 10 – Уточнение переходов

Операция	Описание
010 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ	Подрезка торца – 1 переход, 2 хода
	Точение наружной поверхности – 1 перехода, 4 ходов
	Центровка отверстий – 1 переход, 5 ход
	Сверление сквозного отверстия – 1 переход, 1 ход
	Сверление сквозного отверстия – 1 переход, 5 ход
	Сверление глухого отверстия – 1 переход, 1 ход
	Растачивание отверстия – 1 переход, 5 ходов
015 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ	Подрезка торца – 1 переход, 1 ход
	Точение наружной поверхности – 1 перехода, 12 ходов
	Растачивание отверстия – 1 переход, 1 ход
	Точение внутренней канавки 1 переход, 2 хода
	Фрезерование квадрата – 1 переход, 7 ходов
	Центровка отверстий – 4 перехода, 4 хода
	Сверление отверстий – 4 перехода, 4 хода
	Зенкование отверстий – 4 перехода, 4 хода
	Центровка отверстия – 1 переход, 1 ход
	Сверление отверстия – 1 переход, 1 ход
	Расфрезерование отверстия – 1 переход, 4 ходов
	Нарезка резьбы – 1 переход, 2 хода

2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Необходимо разработать управляющую программу для размерной обработки детали на станках с ЧПУ, данные которой будут считываться числовым управляющим устройством – УЧПУ.

Вообще управляющей программой (УП) является очередность команд, язык программирования которой определяется моделью установленного на станке постпроцессора. Особенность числового программного управления заключается в том, что траектории движения задаются определенной последовательностью чисел, в которых закодирована информация не только о движении инструмента по декартовой системе координат (или иной), но и о деталях точения и интерполяции инструмента.

Сама управляющая программа представляет собой маршрутную технологию, записанную на носителе (цифровом, перфокарте, перфоленте и др.) в закодированном виде к обрабатываемой детали.

В нашем случае, для изготовления детали типа «Крышка», предполагается использовать управляющую программу в цифровом виде. Создание УП – это очень долгий процесс.

Существует огромное множество программных продуктов, которые автоматизируют процесс написания управляющих программ для станков с ЧПУ. Одним из таких программных продуктов является FeatureCAM фирмы Delcam. FeatureCAM является удобной и простой в использовании САМ системой, предназначенной для токарно – фрезерных, фрезерных, токарных и электроэрозионных (ЭДМ) станков с ЧПУ. Однако этот программный продукт позволяет не просто составлять УП для станков с ЧПУ, но может содержать в себе огромную базу знаний об обрабатываемых и обрабатывающих материалах, режимах резания и др.

Разработанные программы представлены в картах кодирования комплекта документов в приложении А.

2.8 Размерный анализ технологического процесса

Главной целью размерного анализа (рисунок 5), является нахождение недостатков технологического процесса. Нужно обеспечить необходимую точность расчетных размеров.

Технологический процесс должен быть спроектирован так, чтобы обеспечивалось изготовление деталей строго в соответствии с чертежом при наименьших затратах.

Размерный анализ помогает решить следующие задачи:

1) Установить научно аргументированные операционные размеры и технические требования ко всем операциям технологического процесса. Это позволит спроектировать технологический процесс, выполнение которого потребует минимальных корректировок или они вообще не потребуются вовсе.

2) При проектировании устанавливаются требуемые размеры заготовок с минимальными необходимыми припусками, что обеспечивает минимальный расход металла.

3) Обеспечить проектирование технологического процесса, который будет иметь минимально необходимое количество технологических операций (или переходов).

Сложность выполнения качественного размерного анализа существенна, но работа, которую технолог затратит на стадии проектирования, окупится многократно при внедрении процесса в производство.

Расчет линейных технологических размеров производится из условия обеспечения минимальных припусков на обработку.

Размерные цепи отражают объективные размерные связи в конструкции станка при сборке, а также размерные связи в технологических процессах обработки или измерения деталей.

Размерные цепи позволяют создать метрическую модель изделия и оптимизировать требования к точности геометрических параметров, для того

чтобы обеспечить качество показателей функционирования в заданных пределах при установленных производственных затратах.

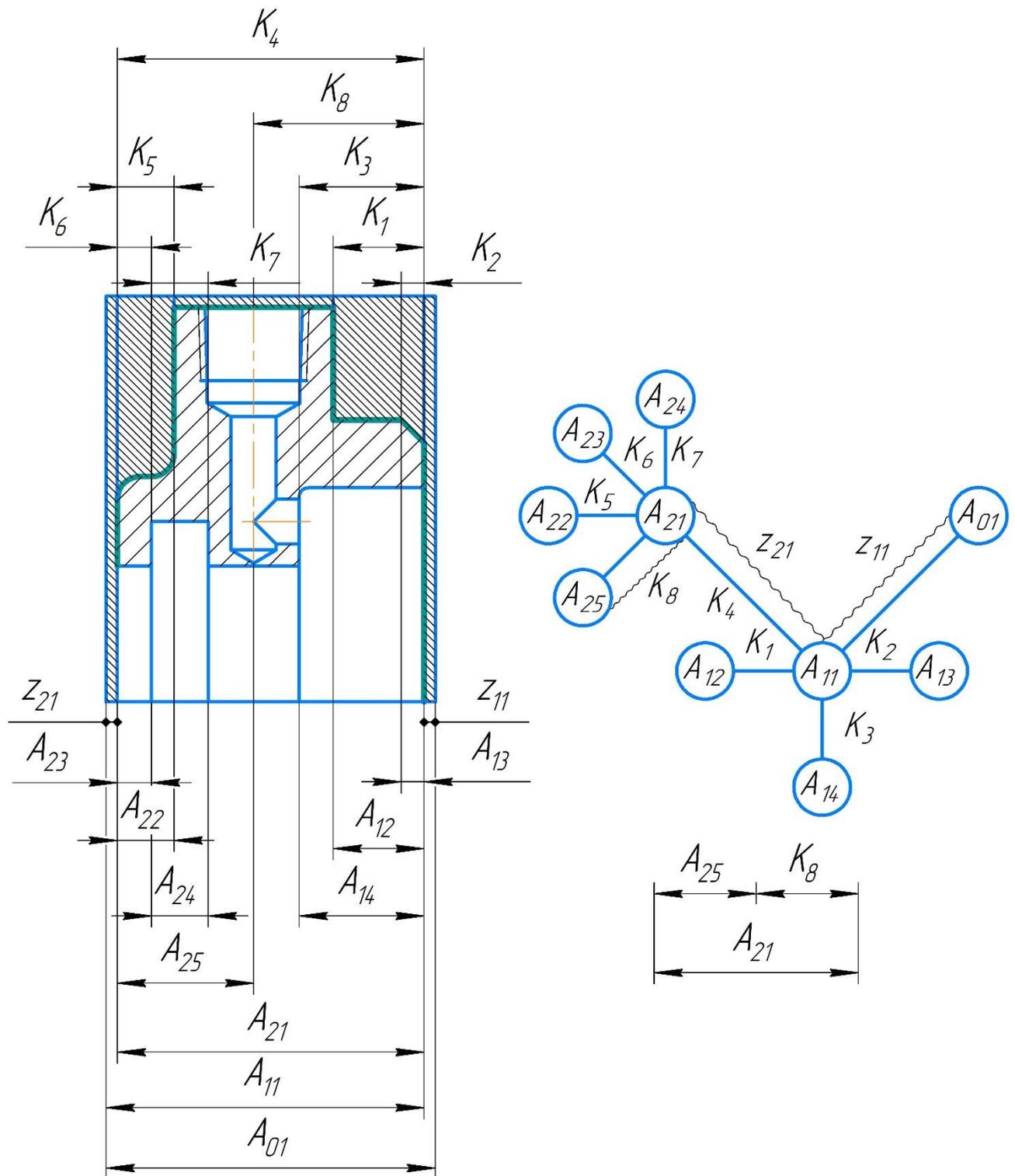


Рисунок 5 – Линейный размерный анализ технологического процесса

Определим размер A_{25} из размерной цепи:

$$K_8 = 27_{-0,13} - 12 \pm 0,22 = 15_{-0,35}^{+0,22} \text{ мм.}$$

2.9 Проектирование средств технологического оснащения

Станочным приспособлением является устройство для закрепления и установки заготовки при обработке на металлорежущем станке.

В качестве приспособления для расчета мы выберем трехкулачковый патрон для токарно-фрезерного станка с ЧПУ (рисунок 6), так как с помощью этой операции получают точные поверхности.

Заготовка будет базироваться по типу базирования детали диск (рисунок 7), согласно ГОСТ 21495-76. Три базы на торце заготовки являются установочными базами, и будут лишать ее трех степеней свободы, две базы на цилиндрической поверхности будут лишать заготовку еще двух степеней свободы, и будут являться направляющими базами. Лишение шестой степени свободы для токарной операции точения не производится.

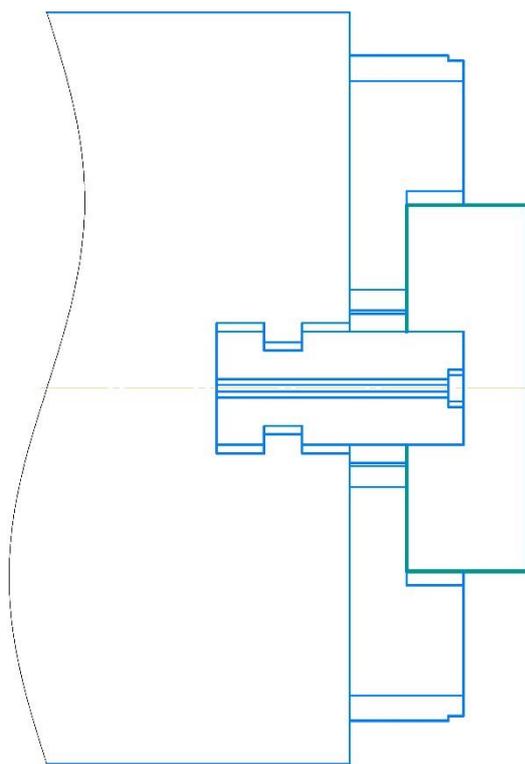


Рисунок 6 – Схема установки заготовки в приспособление

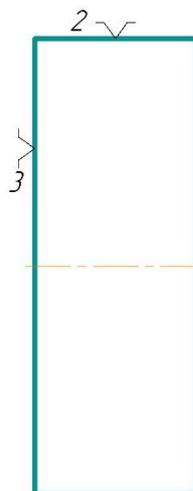


Рисунок 7 – Схема базирования заготовки в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне

Далее произведем расчет погрешности базирования и установки детали. Суммарная погрешность при выполнении операции механической обработки складывается из погрешностей установки заготовки, настройки станка и обработки. На стадии проектирования сложно учесть погрешность установки, тем самым избежав ее.

Расчетная суммарная погрешность приспособления определяется по формуле:

$$\Delta \leq \delta - (K_1 + \varepsilon + \Delta_y + K_2 \omega);$$

где: $\delta = 1,8$ мм – допуск на размер обрабатываемой детали;

$\varepsilon = 0$ мм – погрешность базирования;

$K_1 = 0,83$ и $K_2 = 0,8$ – коэффициенты;

$\Delta_y = 0,8$ мм – погрешность установки;

$\omega = 0,39$ мм – точность обработки на данной операции.

Тогда:

$$\Delta = 1,8 - (0,83 \cdot 0 + 0,8 + 0,8 \cdot 0,39) = 0,7 \text{ мм.}$$

Точность изготовления токарных патронов с расточенными кулачками позволяет установить заготовки без выверки с точностью до 0,1 мм. Суммарная погрешность установки больше этого значения, следовательно, приспособление обеспечивает требуемую точность.

Далее рассчитаем усилие зажима заготовки для данной схемы базирования. В данном случае (рисунок 8) наиболее важной силой является P_x , поскольку именно она стремится провернуть установленную заготовку. Сила W препятствует повороту заготовки в патроне и компенсирует силу P_x .

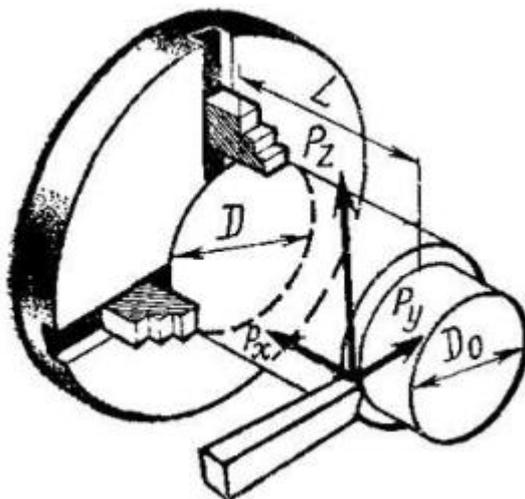


Рисунок 8 – Силы резания при токарной обработке

Усилие W рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{KP_z}{f};$$

где: $K = 1,5$ – коэффициент запаса;

$f = 1$ – коэффициент трения для рифлёной поверхности кулачков;

P_z – сила резанья, проворачивающая заготовку, определяемая по формуле:

$$P_z = P_{зтабл} K_1 K_2;$$

где: $P_{зтабл} = 1,5$ – табличное значение силы резанья для глубины до 5 мм;

$K_1 = 32$ – коэффициент при обработке стали твердостью до 300 НВ;

$K_2 = 32$ – коэффициент для скорости резания до 250 м/мин.

Тогда фактическая величина силы резанья равна:

$$P_z = 1580 \text{ Н.}$$

Имея все значения, вычислим усилие зажима W :

$$W = 2370 \text{ Н.}$$

Для обеспечения требуемых условий обработки требуется зажать заготовку в трехлапчатом патроне, при данной схеме базирования и типе обработки, с усилием в 2370 Н.

Аналогично рассчитаем усилие зажима для разжимной цанги, которая представлена на рисунке 9:

Усилие W рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{K P_z}{f};$$

где: $K = 1,65$ – коэффициент запаса;

$f = 0,15$ – коэффициент трения при плоском контакте;

P_z – сила резанья, проворачивающая заготовку,

Фактическая величина силы резанья равна:

$$P_z = 862 \text{ Н.}$$

Имея все значения, вычислим усилие зажима W :

$$W = 9482 \text{ Н.}$$

Для обеспечения требуемых условий обработки требуется зажать заготовку на разжимной цанге, с усилием в 9482 Н.

2.10 Проектирование гибкой производственной системы (модуля)

ГПС (Гибкие производственные системы) являются наиболее эффективным средством автоматизации массового производства, позволяющим переключаться с одного вида продукции на другой с минимальными затратами труда и времени [12].

Гибкая производственная система состоит из одного-двух (не более) многоцелевых станков с ЧПУ или других металлорежущих станков с ЧПУ, которые оснащены механизмами автоматической смены заготовок, автоматической смены инструмента и механизмами транспортировки [12].

Для производства детали «Крышка» целесообразно провести автоматизацию операций с использованием станка с ЧПУ MAS KOVOSVIT

SP280Y (рисунок 4). Поскольку именно на ней затрачивается наибольшее количество времени на обработку.

Для автоматизации операции используем промышленного робота (рисунок 10) FANUC M-710iC/12. Грузоподъемность манипулятора до 12 кг. Технические характеристики робота представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики робота

Достигаемость [мм]	3123
Вес [кг]	540
Управляемых осей	6
Площадь установки [мм]	535 x 550
Контроллер	R30iB
Напряжение 50/60 Гц, 3 фазы [В]	380-575
Среднее потребление энергии [кВт]	2.5
Интегрированные Вх./Вых. цифровые сигналы в локтевом суставе	8/8
Интегрированная пневмо-магистраль	1
Уровень акустического шума [dB]	71.3
Рабочая температура окружающей среды [°C]	0-45
Корпус стандартный/опциональный	IP54/IP67
Запястье и рука J3 стандартный/опциональный	IP67

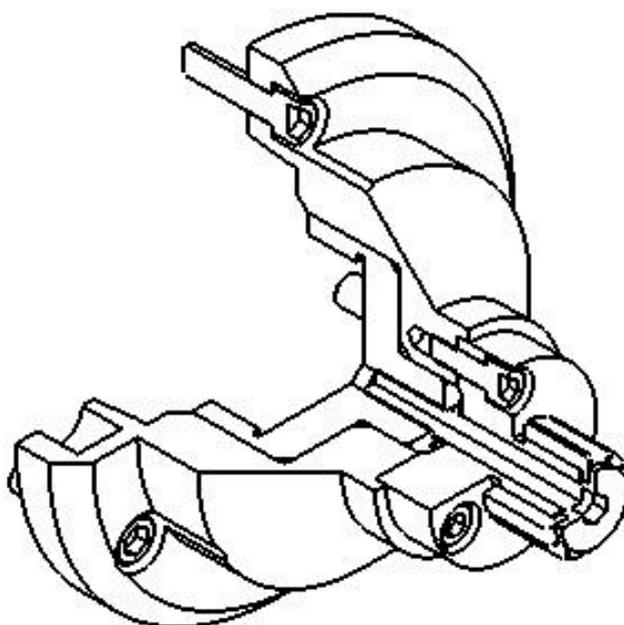


Рисунок 9 – Разжимная цанга



1 – Контроллер R30iB; 2 – Робот FANUC M-710iC/12; 3 – Станок MAS KOVOSVIT SP280Y.

Рисунок 10 – Автоматизированный модуль токарно-фрезерного станка с ЧПУ



Рисунок 11 – Загрузка заготовки детали роботом

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Колосову Никите Владимировичу

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИР): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений НИР	Расчет конкурентоспособности SWOT - анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения НИР	Структура работ; Определение трудоемкости; Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета НИР	Расчет бюджетной стоимости НИР
4. Оценка ресурсной эффективности НИР	Расчет интегрального критерия: Интегральный финансовый показатель разработки; Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки; Интегральные показатели эффективности; Сравнительная эффективность вариантов исполнения.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности НИР
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Инвестиционный план. Бюджет НИР
5. Основные показатели эффективности НИР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Колосов Никита Владимирович		13.04.2020

3 Финансовый менеджмент

В данном разделе приводятся организация и планирование работ по составлению технологического процесса изготовления детали «Крышка», затраты на возможную реализацию техпроцесса. Также необходимо провести коммерческий анализ технологии.

Цель этого раздела является проектирование и создание конкурентоспособной технологии, которая отвечает современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечится решением следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала;
- определение возможных альтернатив;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Цель работы – разработать и подготовить производство для изготовления детали «Крышка», которая позволяет сформировать герметичную рабочую камеру пневмоцилиндра.

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

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные

критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка.

Таблица 12 – Карта сегментирования рынка

	Виды работ	
	Разработка технологического процесса	Изготовление детали
Фирма 1	+	+
Фирма 2	-	+
Фирма 3	+	-

Как видно из таблицы 12, наиболее перспективной является фирма 1, так как она задействована во всех сегментах рынка.

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам. В настоящий момент в Томске можно выделить два наиболее влиятельных предприятий-конкурентов в области производства детали «Крышка»: ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева» и ООО «Томский машиностроительный завод».

В таблице 13 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические разработки в области производства детали.

Таблица 13 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Производительность	0,2	4	4	5	0,8	0,8	1
2. Срок службы	0,4	4	4	5	1,6	1,6	2
Экономические критерии оценки эффективности							
3. Цена	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
4. Уровень проникновения на рынок	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
5. Финансирование научной разработки	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Итого	1	20	21	23	4,1	4,1	4,7

Б_ф – продукт проведенной исследовательской работы;

Б_{к1} – ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева»;

Б_{к2} – ООО «Томский машиностроительный завод».

Таким образом, на основании таблицы 13 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс может составить серьезную конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям. Главными преимуществами данной разработки является довольно высокая производительность и срок службы при относительно низкой цене.

3.1.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

На основе анализа, проведенного в предыдущих разделах бакалаврской работы, был составлен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Матрица первого этапа SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Высокое качество получаемой продукции; С2. Широкая область применения; С3. Более низкая стоимость производства; С4. Актуальность проекта; С5. Требуется малая номенклатура станков</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1.Отсутствие квалифицированного персонала; Сл2. Обработка станками с ЧПУ; Сл3.Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца</p>
<p>Возможности: В1. Изготовление детали на любом предприятии; В2.Возможность удешевления ТП; В3. Повышение стоимости конкурентных разработок В4. Увеличение такта выпуска деталей.</p>		
<p>Угрозы: У1. Разработка более совершенного техпроцесса; У2. Перенасыщение рынка; У3. Отсутствие спроса.</p>		

Вторым этапом составляется матрица возможного взаимодействия возможностей (В), сильных сторон (С), слабых сторон (Сл) и угроз.

Таблица 15 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

		Сильные стороны проекта				
		С1	С2	С3	С4	С5
Возможности проекта	В1	+	+	+	+	+
	В2	+	0	+	-	+
	В3	+	0	0	-	0
	В4	-	0	+	+	+

Таблица 16 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	+	+
	B2	+	-	0
	B3	0	-	0
	B4	+	-	-

Таблица 17 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	0	+	-	+	+
	У2	-	+	-	+	-
	У3	+	0	0	0	-

Таблица 18 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	-	+
	У2	-	-	-
	У3	+	-	-

Таким образом, можно составить итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 19)

Таблица 19 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Высокое качество получаемой продукции; С2. Широкая область применения; С3. Более низкая стоимость производства; С4. Актуальность проекта; С5. Требуется малая номенклатура станков</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1.Отсутствие квалифицированного персонала; Сл2. Обработка станками с ЧПУ; Сл3.Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца</p>
--	--	---

Возможности: В1. Изготовление детали на любом предприятии; В2. Возможность удешевления ТП; В3. Повышение стоимости конкурентных разработок В4. Увеличение такта выпуска деталей.	В результате получения высокого качества продукции возможно повышение стоимости конкурентных разработок	Отсутствие квалифицированного персонала влияет на возможность удешевления ТП
Угрозы: У1. Разработка более совершенного техпроцесса; У2. Перенасыщение рынка; У3. Отсутствие спроса.	Когда продукция имеет широкую область применения, спрос на новые технологии производства отсутствует	Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца влияет на разработку более совершенного техпроцесса

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Данный этап характеризуется планированием работ по разработке технологического процесса, анализом трудоёмкости и необходимых средств, для реализации проекта.

Таблица 20 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	Инженер
Выбор направления исследований	3	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Изучение литературы по теме	Инженер
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Составление технологического процесса изготовления детали «Крышка»	

Обобщение и оценка полученных результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, инженер
	10	Определение целесообразности проведения ВКР	
<i>Проведение НИР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	11	Анализ и оценка финансовой составляющей	Инженер
	12	Анализ и оценка социальной ответственности	
	13	Составление технологической документации	
Оформление комплекта документации по ВКР	14	Составление пояснительной записки	

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (3.1)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (3.2)$$

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

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

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

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для иллюстрации графика работ научного исследования зачастую используется диаграмма Ганта, отличающаяся своей простотой и в то же время наглядностью. Использование данного способа целесообразно, так как объем работ является сравнительно небольшим.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{p_i} \cdot k_{кал}, \quad (3.3)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (3.4)$$

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

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

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

Расчет трудоемкости и продолжительности работ, на примере задачи «Выбор направления исследований»:

$$t_{\text{ож } i} = \frac{3t_{\text{min } i} + 2t_{\text{max } i}}{5} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 4}{5} = 3,4 \text{ чел. -дн.}, \quad (3.5)$$

$$T_{\text{р } i} = \frac{t_{\text{ож } i}}{q_i} = \frac{3,4}{2} = 1,7 \text{ раб. дн.} \quad (3.6)$$

Расчет календарного коэффициента для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48. \quad (3.7)$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Выбор направления исследований»:

$$T_{\text{к } i.инж} = T_{\text{р } i} \cdot k_{\text{кал.инж}} = 1,7 \cdot 1,48 = 2,516 \approx 3 \text{ кал. дн.} \quad (3.8)$$

Расчет календарного коэффициента для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$k_{\text{кал.рук}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66 - 14} = 1,28. \quad (3.9)$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Выбор направления исследований»:

$$T_{\text{к } i.рук} = T_{\text{р } i} \cdot k_{\text{кал.рук}} = 1,7 \cdot 1,28 = 2,176 \approx 3 \text{ кал. дн.} \quad (3.10)$$

Все полученные значения в календарных днях округляются до целого числа, а затем сводятся в таблицу 21.

Таблица 21 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни		Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер				
Составление и утверждение темы проекта	2	-	3	-	1,4	-	2,4	-	2	-
Анализ актуальности темы	-	1	-	2	-	1,4	-	0,7	-	1
Подбор и изучение материалов по теме	-	4	-	5	-	4,4	-	2,2	-	4
Выбор направления исследований	3	3	4	4	3,4	3,4	1,7	1,7	3	3
Календарное планирование работ по теме	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1
Изучение литературы по теме	-	6	-	7	-	6,4	-	6,4	-	10
Подбор нормативных документов	-	6	-	7	-	6,4	-	6,4	-	10
Составление технологического процесса изготовления детали «Крышка»	-	10	-	15	-	12	-	12	-	18
Оценка эффективности полученных результатов	1	2	1,5	3	1,2	2,4	0,6	1,2	1	2
Определение целесообразности проведения ВКР	1	3	2	4	1,4	3,4	0,7	1,7	1	3
Анализ и оценка финансовой составляющей	-	5	-	8	-	6,2	-	6,2	-	10
Анализ и оценка социальной ответственности	-	5	-	8	-	6,2	-	6,2	-	10
Составление технологической документации	-	15	-	20	-	17	-	17	-	26
Составление пояснительной записки	-	5	-	6	-	5,4	-	5,4	-	8

После произведенных расчетов, представленных в таблице 21, строится диаграмма Ганта, которая, представленная в таблице 22.

Таблица 22- Календарный план – график проведение НИР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр.		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2	■													
2	Анализ актуальности темы	Инженер	1	■													
3	Подбор и изучение материалов	Инженер	4	■	■												
4	Выбор направления исследований	Руководитель	3		■	■											
		Инженер	3		■	■											
5	Календарное планирование	Руководитель	1		■												
		Инженер	1		■												
6	Изучение литературы по теме	Инженер	10			■	■	■									
7	Подбор нормативных документов	Инженер	10				■	■	■	■							
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Крышка»	Инженер	18					■	■	■	■	■	■				
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	1														
		Инженер	2														
10	Определение целесообразности и проведения ВКР	Руководитель	1														
		Инженер	3														

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расxi}, \quad (3.11)$$

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

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

Π_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.

Таблица 24 - Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Количество, ед.	Суммарная стоимость, руб.
Бумага	200	2	400
Картридж для принтера	1000	1	1000
Интернет	350	4	1400
Лицензия КОМПАС-3D НОМЕ (1год)	1500	1	1500
Лицензия FEATURECAM (1 год)	15000	1	15000
Всего за материалы, руб.			19300
Транспортно-заготовительные расходы, руб.			4825
Итого по статье, руб.			24125

3.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ

В статье приведены расходы, на станки, которые используются при изготовлении детали, в реальности данное оборудование не закупалось для этого проекта.

Таблица 25- Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Цены единицы оборудования, тыс.руб.	Срок полезного использования, лет	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1	Ленточнопильный станок, HBS-1018W	1	350	10	350
2	Верстак слесарный	1	50	7	50
3	Гальваническая ванна	1	100	7	100
4	Токарно-фрезерный станок с ЧПУ, МАС Kovosvit SP280Y	1	7500	15	7500
5	Стол контролера	1	70	10	70
Итого					8070 руб.

3.2.4.3 Расчет затрат на амортизационные отчисления

Расчёт амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость проекта входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования в статье накладных расходов.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (3.12)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (3.13)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Рассчитаем амортизацию для ленточнопильного станка, с учётом, что срок полезного использования 10 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{10} = 0,1. \quad (3.14)$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

Ленточнопильный станок:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,1 \cdot 350000}{12} \cdot 4 = 11666,7. \quad (3.15)$$

Верстак слесарный:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,14 \cdot 50000}{12} \cdot 4 = 2333,3. \quad (3.16)$$

Гальваническая ванна:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,14 \cdot 100000}{12} \cdot 4 = 4666,7. \quad (3.17)$$

Токарно-фрезерный станок с ЧПУ:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,067 \cdot 7500000}{12} \cdot 4 = 167500. \quad (3.18)$$

Стол контролера:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,1 \cdot 70000}{12} \cdot 4 = 2333,3. \quad (3.19)$$

Суммарные затраты амортизационных отчислений:

$$A = 11666,7 + 2333,3 + 4666,7 + 167500 + 2333,3 = 188500. \quad (3.20)$$

3.2.4.4 Основная заработная плата исполнителей

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Расходы по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок в НИ ТПУ.

Зарботная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (3.21)$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$):

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (3.22)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 23);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (3.23)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

$M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

$M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 26).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{51285 \cdot 10,4}{246} = 2168,1 \text{ руб.}, \quad (3.24)$$

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.} \quad (3.25)$$

Должностной оклад работника за месяц:

Для руководителя:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_{\text{р}} = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.} \quad (3.26)$$

Для инженера:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_{\text{р}} = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}, \quad (3.27)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, принимается равным 0,3;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, принимается равным 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, принимается равным 1,3 (для г. Томска).

Таблица 26 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней выходные дни: праздничные дни:	52/14	104/14
Потери рабочего времени отпуск: невыходы по болезни:	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 27 – Расчет основной заработной платы

Исполнители НИП	$Z_{тс}$, руб	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб	$Z_{дн}$, руб	$T_{р}$, раб.дн.	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2168,1	8	17344,8
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	106	184768,6
Итого:								202113,4

3.2.4.5 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 17344,8 = 2601,72 \text{ руб.} \quad (3.28)$$

Для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 184768,6 = 27715,29 \text{ руб.} \quad (3.29)$$

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

3.2.4.6 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (17344,8 + 2601,72) = 5983,96 \text{ руб.} \quad (3.30)$$

Для инженера:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}}(Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (184768,8 + 27715,29) = 63745,23 \text{ руб.} \quad (3.31)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование).

Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ):

- 22 % – на пенсионное страхование;
- 5,1 % – на медицинское страхование;
- 2,9 % – на социальное страхование.

3.2.4.7 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование, материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}} \quad (3.32)$$

$$Z_{\text{накл}} = (24125 + 188500 + 202113,4 + 30317,01 + 69729,19) \cdot 0,2 = 102956,92. \quad (3.33)$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИР по форме, приведенной в таблице 28.

Таблица 28 – Группировка затрат по статьям

Статьи							
Сырье, материалы	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
24125	188500	202113,4	30317,01	69729,19	514784,6	102956,92	617741,52

3.3 Определение ресурсоэффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проводился в форме таблицы.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (3.34)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{617741,52}{1500000} = 0,41; \quad (3.35)$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{\Phi_{p2}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1500000}{1500000} = 1; \quad (3.36)$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{\Phi_{p3}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{850000}{1500000} = 0,57. \quad (3.37)$$

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).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (3.38)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расставляем бальные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик проекта, рассчитываем конечный интегральный показатель и сводим полученные результаты в таблицу 29.

Таблица 29 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Производительность	0,3	5	5	4
2. Качество исполнения	0,15	4	5	4
3. Сложность исполнения	0,1	5	4	3
4. Энергосбережение	0,05	5	3	3
5. Надежность	0,2	5	4	4
6. Материалоемкость	0,2	4	4	4
ИТОГО	1	4,65	4,4	3,85

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_{p1} = 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 4,65 \quad (3.39)$$

$$I_{p2} = 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 4,4 \quad (3.40)$$

$$I_{p3} = 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 3,85 \quad (3.41)$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}}, \quad (3.42)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,65}{0,41} = 11,34; \quad (3.43)$$

$$I_{исп.2} = \frac{4,4}{1} = 4,4; \quad (3.44)$$

$$I_{исп.3} = \frac{3,85}{0,57} = 6,75. \quad (3.45)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.2}}}{I_{\text{исп.1}}} = \frac{4,4}{11,34} = 0,39. \quad (3.36)$$

Таблица 30 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,41	1	0,57
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	4,4	3,85
3	Интегральный показатель эффективности	11,34	4,4	6,75
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,39	0,59

Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности показывает, что предпочтительным является первый вариант исполнения, так как данный вариант исполнения является наиболее экономичным и ресурсоэффективным.

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Крышка» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой материалоемкостью, высокой производительностью труда, поэтому данный научно-исследовательский проект является конкурентоспособным. Также можно сказать, что задачи, поставленные в данном разделе выпускной квалификационной работы, решены в полном объеме.

А именно:

1) была выявлена конкурентоспособность мелкосерийного производства изготовления детали;

2) проведен SWOT-анализ, в котором рассматриваются все сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, связанные с проектом;

3) был распланирован график НИР, по которому руководителю отводится 8 рабочих дней, инженеру 106 рабочих дней;

4) при планировании комплекса работ по проекту была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования;

5) Расчитан бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 617741,52 рублей.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Колосову Никите Владимировичу

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

Тема ВКР:

Технологическая подготовка производства изготовления детали "Крышка" на станках с ЧПУ	
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 проектирование технологического процесса изготовления детали «Крышка». Область применения – машиностроительная, приборостроительная отрасль. Работа проводится за компьютерной техникой, что влечет за собой ряд вредных и опасных факторов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2020) 2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	В ходе исследовательской работы, проводимой в технологическом бюро, могут возникать следующие вредные и опасные факторы: 1. Отклонения показателей микроклимата на рабочем месте; 2. Превышение уровня шума; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. Нервно-психические и физические нагрузки
3. Экологическая безопасность:	Использование освещения, в котором присутствует тяжелый металл, печатные платы, в состав которых входят вредные и токсичные вещества, загрязнение атмосферы и гидросферы.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Перечень возможных ЧС: пожар, удар электрическим током, психические заболевания. Наиболее типичной ЧС является пожар,

	может быть вызван довольно частым происшествием, таким как короткое замыкание.
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Колосов Никита Владимирович		13.04.2020

4 Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «Крышки», которая позволяет сформировать герметичную рабочую камеру пневмоцилиндра.

При выполнении задания основная часть работы проводилась в технологическом бюро за компьютерной техникой. При работе с компьютерной техникой конструктор испытывает психоэмоциональные и физические нагрузки.

В этом разделе рассматриваются вредные и опасные факторы на стадии разработки, изготовления и эксплуатации, а также проводится анализ и оценка выше перечисленных пунктов, которые могут оказывать негативное и пагубное влияние на инженера-технолога. Даются рекомендации по обеспечению оптимальных рабочих условий труда и охране окружающей среды.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Каждый день в помещениях, в которых располагаются ПК, должна проводиться влажная уборка, а также систематическое проветривание помещения.

Для интерьера помещений рекомендуется использовать материалы пастельных тонов. Окраска ПК и прилегающий к нему техники должны иметь темные цвета с высококонтрастными органами управления и надписями к ним. Технологическое бюро имеет следующую окраску:

- потолок - белый;
- стены - сплошные, персикового цвета;
- пол - бежевый.

Для отделки полов наиболее приемлемыми считаются гладкие, нескользящие материалы, которые имеют антисептические свойства.

При организации рабочих мест необходимо учитывать, что расстояние между боковыми поверхностями мониторов должно составлять не менее 1,2 метров, между экраном монитора и тыльной частью другого – не менее 2 метров. Высота рабочего стола должна составлять 680 – 800 мм.

Режим труда и отдыха работников установлен трудовым кодексом. Согласно трудовому законодательству в течение восьмичасового рабочего дня отводится время для перерывов на отдых и питание. Продолжительность перерывов на отдых и питание варьируется от 30 до 60 минут. Работающим женщинам с детьми в возрасте до 1,5 года предоставляются помимо перерывов на питание и отдых, дополнительные перерывы для кормления ребенка не реже чем каждые три часа и не короче 30мин [18].

4.1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» устанавливает общие эргономические требования к рабочим местам при выполнении работ в положении сидя при проектировании нового и модернизации действующего оборудования и производственных процессов.

Рабочее место должно быть по высоте таким, чтобы при выполнении технологических операций не было необходимости сгибать корпус или приседать. Недопустимо выполнение работ в согнутом положении, стоя на коленях, лежа. Рациональный режим чередования труда и отдыха снижает утомляемость и травматизм, повышает производительность труда. В работе, требующей тонкой координации движений и не столько физического, сколько нервного напряжения, желательны короткие (3...5 мин) частые перерывы. Для борьбы с монотонностью работы, которая ускоряет наступление усталости и приводит к быстрому нервному истощению, надо менять ритм работы, позу, вводить кратковременные перерывы и использовать их для упражнений производственной физкультуры [18].

4.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для определения опасных факторов на данном производстве воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003- 2015 [19]. Проанализировав возможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 31.

Таблица 31 – Опасные и вредные факторы производства

Факторы	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548–96 [14]
2.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Уровень освещенности СП 52.13330.2016 [16]
3.Повышенный уровень шума на рабочем месте		+	+	Уровень шума на рабочих местах. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [15]
4.Нервнопсихические и физические нагрузки	+	+		Уровень физически нагрузок ГОСТ 12.4.061-88 [20]
5.Пожароопасность	+	+		Условия работы за ПК. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [17]
6. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через человека	+	+		Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ [21]

4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

1) Отклонение от показателей микроклимата в помещении.

Состояние здоровья человека, его работоспособность в большей степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Микроклиматом производственных помещений называют климат внутренней среды помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей. При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности [14].

В помещениях, предназначенных для работы с компьютерной техникой, должны соблюдаться определенные оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПиНом 2.2.4.548-96 [14]. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл. 32).

Таблица 32 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

Период года	Температура воздуха, °С	Скорость движения воздуха, м/с	Относительная влажность воздуха, %
Теплый	22-24	0,2-0,5	40-60
Холодный	21-23	0,2-0,4	40-60

Для создания этих условий необходимо проводить такие мероприятия как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период, а в холодный отопление воздуха.

2) Недостаточная освещенность рабочей зоны

Следует очень четко соблюдать требования по санитарным нормативам освещенности в административных, учебных и иных учреждениях. Наше зрение напрямую зависит от количества света в помещении и на рабочем месте. От освещенности также зависит здоровье всего организма, сопротивляемость стрессам, усталости, физическим и умственным нагрузкам.

Требования к освещению на рабочих местах, которые представлены в СП 52.13330.2016, организованны в таблицу 33 для большего удобства [16].

Таблица 33 – требования к освещению на рабочих местах

Освещенность на рабочем месте	300-500 лк.
Освещенность на экране	не выше 300лк.
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослепленности	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Коэффициент пульсации	не более 5%

3) Повышенный уровень шума на рабочем месте

Длительное воздействие шума на организм человека приводит к неблагоприятным последствиям: снижается острота зрения и слуха, повышается кровяное давление, притупляется внимание.

Здание, в котором расположено технологическое бюро, удалено от сильных источников шума, таких как центральные улицы, автомобильные и железных дороги и т.д.

Шум на рабочем месте создается внутренними источниками, такими как устройства кондиционирования воздуха и другим техническим оборудованием. Уровень шума на рабочем месте пользователя персонального компьютера не

должен превышать значений, установленных СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 (не должен превышать 50 дБА) [17].

Для снижения уровня шума следует применять рациональное расположение оборудования, а также средства для ослабления шума самих источников, в частности, необходимо предусмотреть применение в их конструкциях акустических экранов, звукоизолирующих кожухов. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлено оборудование, должны быть облицованы звукопоглощающими материалами. Для стен и потолка коэффициент звукопоглощения таких материалов определяется в области частот 63-8000 Гц.

В технологическом бюро уровень внутренних шумов не превышает предельно допустимого значения, установленного в ГОСТ 12.1.003-2014 [15].

4) Нервно-психические и физические нагрузки

При выполнении работ на компьютере работник связан с такими физическими и нервно-психическими перегрузками, как зрительное напряжение, монотонность трудового процесса, нервно-эмоциональные перегрузки. Продолжительная работа на дисплее компьютера, может привести к нервно-эмоциональному перенапряжению, нарушению сна, ухудшению состояния, снижению концентрации внимания и работоспособности, хронической головной боли, повышенной возбудимости нервной системы, депрессии. Повышенные статические и динамические нагрузки у пользователей ПК приводят к жалобам на боли в спине, шейном отделе позвоночника и руках.

Для существенного снижения таких нагрузок необходимы частые перерывы в работе и эргономические усовершенствования, в том числе оборудование рабочего места так, чтобы исключать неудобные позы и длительные напряжения. Физические перегрузки, умственное перенапряжение, монотонность труда устанавливаются ГОСТ 12.4.061-88. Работа по допустимому классу условий труда с напряженностью труда средней степени предусматривает продолжительность дня 8-9 часов, продолжительность перерывов от 3 до 7 % рабочего времени [20].

5) Пожароопасность

Причинами пожаров на рабочем месте являются несколько пунктов:

- несоблюдение норм и правил пожарной безопасности;
- внезапные аварии на рабочем месте.

Помещение, в котором размещены компьютерная техника, по категории пожарной безопасности на втором месте, категория «В». В этом помещении находится огромное количество возможных очагов возгорания, так как вся техника подключена к сети в 220В. Много документации, которая напечатанная на бумаге.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной безопасности и нормами БЖД. В них входят такие меры как использование средств пожаротушения и соответствующей пожарной техники, установок автоматической пожарной сигнализации, изолирование проводки, систем противопожарной защиты, строительные материалы, которые соответствуют регламентированным нормам.

б) Электробезопасность

Источниками электрического тока могут быть электрические установки и оборудование. Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В.

Для предотвращения поражений электрическим током при работе с компьютером следует установить дополнительные оградительные устройства, обеспечивающие недоступность токоведущих частей для прикосновения. Обязательным во всех случаях является наличие защитного заземления или зануления (защитного отключения) электрооборудования. Для качественной работы компьютеров создается отдельный заземляющий контур.

Соблюдение правил и требований электробезопасности позволяет максимально обеспечить защиту пользователя от поражения электрическим током.

Технологическое бюро удовлетворяет приведенным выше требованиям, что позволяет отнести ее к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током. Это сухое помещение без повышенного содержания пыли, температура воздуха – нормальная.

4.4 Экологическая безопасность

Образование отходов является неотъемлемой частью производственных процессов. Отходы загрязняют окружающую среду и образуют высокие концентрации токсичных веществ.

В бюро, источником загрязнения окружающей среды являются люминесцентные лампы, с помощью которых реализовано освещение. В трубках люминесцентных ламп содержится от 3 до 5 мг ртути. Также источником загрязнения являются использованные микросхемы. В них содержатся такие опасные вещества как: свинец, литий, кадмий, бериллий. Лампы и микросхемы относятся к первому классу токсичных отходов и являются чрезвычайно опасными, они требуют специальной утилизации. Утилизация ламп и микросхем заключается в демонтаже основных средств, разделении и дроблении элементов, содержащих вредные вещества.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В процессе проектирования осветительных установок может возникнуть чрезвычайная ситуация техногенного характера. ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, пожаров, взрывов на объектах. Аварии и катастрофы на объектах характеризуются внезапным обрушением зданий, сооружений, авариями на энергетических сетях, авариями в коммунальном жизнеобеспечении, авариями на очистных сооружениях, технологических линиях и т.д.

В чрезвычайной обстановке особенно важное значение имеют сроки эвакуации людей за пределы зон разрушений.

Очень важны действия аварийно-технических формирований, которые немедленно должны отключить еще не поврежденные энергетические и коммунально-технические сети для локализации аварии.

В помещении бюро возможной ЧС может быть возникновение пожара.

Пожарная безопасность осуществляется системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. В каждом служебном помещении обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», который регламентирует действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывает места расположения пожарной техники.

Необходимые меры для обеспечения тушения пожаров:

- 1) обеспечение подъездов к зданию;
- 2) обесточивание электрических кабелей;
- 3) наличие пожарных щитков, ящиков с песком в коридорах и гидрантов с пожарными рукавами;
- 4) наличие тепловой сигнализации;
- 5) наличие телефонной связи с пожарной охраной;
- 6) наличие огнетушителей.

Порядок действий в случае обнаружения пожара или признаков горения:

- 1) немедленно сообщить о пожаре в пожарную охрану по телефону 01 (четко назвать адрес, что горит и чему угрожает);
- 2) сообщить о пожаре руководству;
- 3) оповестить персонал о пожаре и порядке эвакуации;
- 4) по возможности принять меры к эвакуации людей, материальных ценностей и одновременно приступить к тушению очага пожара первичными средствами пожаротушения;
- 5) организовать встречу пожарных подразделений, сообщить руководителю тушения пожара о наличии оставшихся людей в здании.

Предусмотренные средства пожаротушения: огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5, пожарный кран с рукавом и ящик с песком (в коридоре). Кроме того, каждое помещение оборудовано системой противопожарной сигнализации.

Таким образом, в данном разделе проведен анализ вредных факторов, к которым относятся повышенный уровень шума, отклонение показателей микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны, физические и нервнопсихические перегрузки. В том числе, выявлены опасные факторы производства – электрический ток и пожароопасность. Были указаны правовые и организационные вопросы безопасности. Даны рекомендации по оптимальному обустройству рабочего места. В результате анализа даются рекомендации по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления детали «Крышка», проведен анализ технологичности детали, выявлены ее сильные и слабые стороны, выбрана заготовка. Подсчитаны режимы резания для данной обработки детали. Произведен расчет минимальных припусков на обработку.

Разработка данных пунктов позволит обеспечить получение изделий требуемого качества, понижение трудоемкости мелкосерийного производства. Рациональный выбор метода получения исходной заготовки сделал производство экономичнее. Расчет минимальных припусков аналитическим методом позволяет уменьшить затраты на механическую обработку, так как он более точен. Технологический процесс с использованием нового оборудования и прогрессивных средств оснащения уменьшает трудоемкость изготовления изделия.

Посчитаны экономические затраты на производство данной детали и предложены пути решения данной проблемы.

Выявлены опасные и вредные факторы при разработке данной детали, а также меры предупреждения возникновения ЧС на производстве.

Список литературы

1. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 324 с.
2. Лахтин М.Ю., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для машиностроительных вузов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение: 1980 – 493 с.
3. Яблочников Е.И Автоматизация технологической подготовки производства в приборостроении СПб.: СПб ГИТМО (ТУ), 2002
4. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник. Изд. 3-е. - М., Машиностроение, 1972 – 363с.
5. Припуски на механическую обработку [Электронный ресурс] – Режим доступа:
http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_pripuskov_VN_rusPDF.pdf
6. Справочник технолога-машиностроителя в 2 т./под ред. А.М. Дальского; А.Г. Косиловой; Р.К. Мещерякова; А.Г. Сулова. – 5-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2003.
7. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа конструкторских изделий: учебное пособие / В.Ф Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 80с.
8. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А.Фадюшин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005– 65 с.
9. Сайт подбора вакансий [Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://russia.trud.com/>
10. Металлорежущие станки: учебное пособие / А.М. Гуртяков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск, 2009. – 350 с. 85

11. Медведева С. А. Основы технической подготовки производства/Учебное пособие //СПб: СПбГУ ИТМО. – 2010.
12. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л., Машиностроение, 1975.
13. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. -352 с.
14. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
15. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
16. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».
17. ГОСТ 12.1.044-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».
18. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)
19. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
20. ГОСТ 12.04.061-88 «Система стандартов безопасности труда».
21. ГОСТ ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»

Приложение А (обязательное)
Комплект документов

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

1

НИ ТПУ

ИШНПТ-
4А61006.00.00.01

ИШНПТ 4А6А

КРЫШКА

1

1

1

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Национальный исследовательский
 Томский политехнический университет»

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На маршрутный технологический процесс механической обработки

детали «КРЫШКА»

Проверил: руководитель

Выполнил: студент группы 4А6А

Ефременков Е.А.

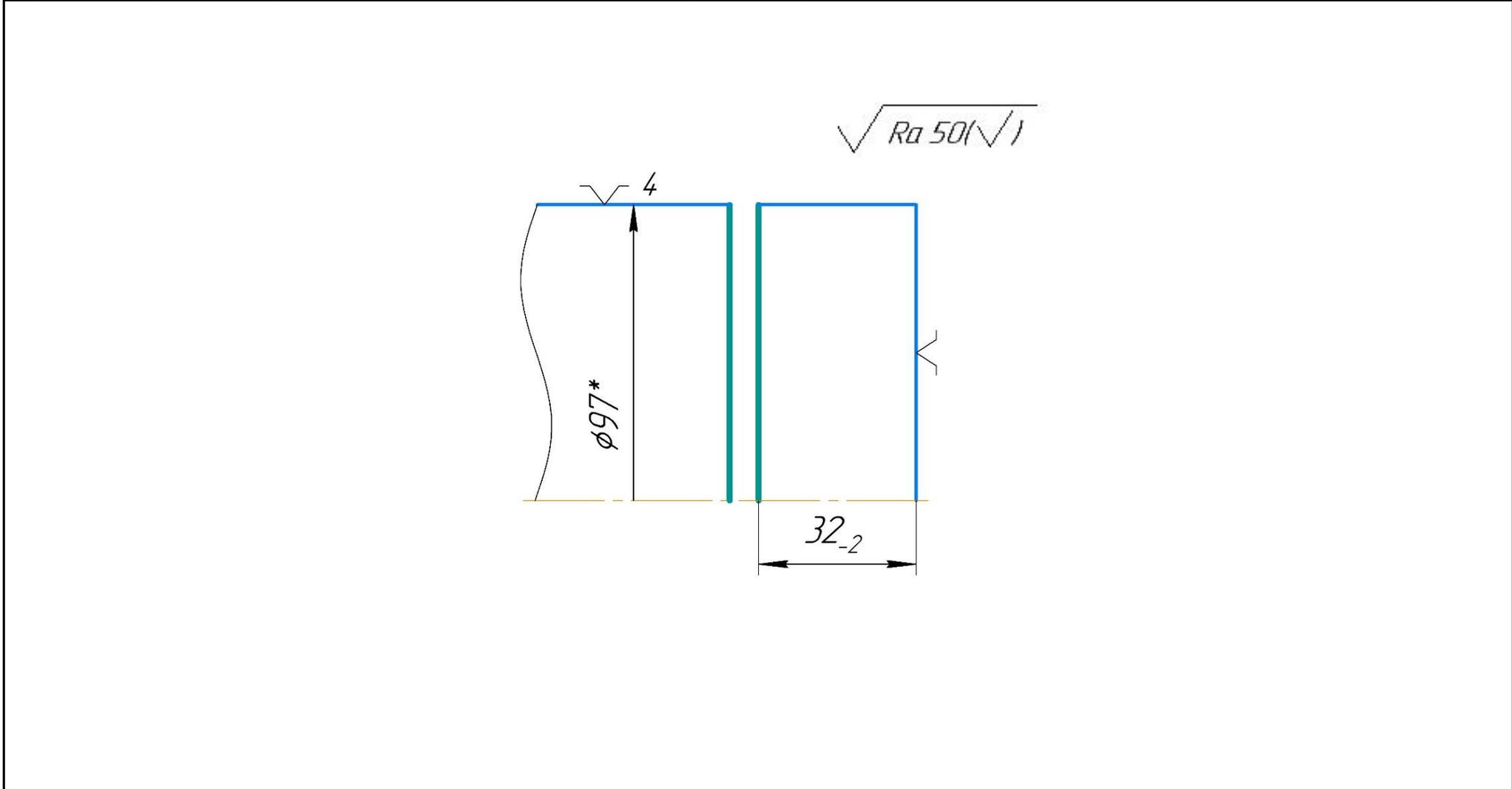
Колосов Н.В.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

							НИ ТПУ	1	
							ИШНПТ- 4А61006.00.00.01	ИШНПТ 4А6А	005



НИ ТПУ

ИШНПТ-4А61006.00.00.01

УП № 8000-0002

Оборудование, устройство ЧПУ

Условные указания

МАС KOVOSVIT SP280Y

Кодирование информации, содержание кода

G54	G00 X76.924	G01 Z-4.85	T03 D1
G00 G75 X0.	G01 X74.924	G01 X51.122	G18 G95
G00 G75 Z0.	G01 Z-4.85	G01 X51.522 Z-4.65	MSG ('IN-F')
T01 D1	G01 X79.686	G00 Z2.	G96 M4 S273 LIMS=3000
G18 G95	G01 X80.086 Z-4.65	G00 X4.3.602	G00 X97.968 Y0. Z2
MSG ('FACE')	G00 Z2.	G01 X4.1602	G00 X24.1
G96 M4 S300 LIMS=3000	G00 X72.164	G01 Z-3.29	G01 Z-16.4 F0.15
G00 X101. Z2.	G01 X70.164	G02 X4.1612 Z-3.389 R16	G01 X20.1
G00 Z0	G01 Z-4.85	G02 X44.8 Z-4.85 R16	G00 Z2.
G01 X-0.8 F0.25	G01 X74.924	G01 X46.362	G00 X97.968
G01 Z2	G01 X75.324 Z-4.65	G01 X46.762 Z-4.65	G00 G75 X0.
G00 X101.	G00 Z2.	G00 Z2.	G00 G75 Z0.
MSG ('OD-R')	G00 X67.404	G00 X40.478	T04 D1
G96 M4 S275 LIMS=3000	G01 X65.404	G01 X38.478	G18 G95
G00 X101. Y0. Z2.	G01 Z-4.85	G01 Z0.	MSG ('GR-R')
G00 X93.968	G01 X70.164	G01 X38.624 Z-0.03	G96 M4 S238 LIMS=3000
G01 Z-2.1905 F0.25	G01 X70.564 Z-4.65	G03 X4.16 Z-2.25 R2.4	G00 X97.168 Y0. Z2.442
G00 X94.368	G00 Z2.	G01 Z-3.25	G00 X20.1
G00 Z2.	G00 X62.642	G02 X4.16 Z-3.29 R16	G00 Z-7.508
G00 X91.206	G01 X60.642	G01 X4.2.002 Z-3.09	G01 X28.1 F0.2
G01 X89.206	G01 Z-4.85	G01 X4.2.662	G00 X24.1
G01 Z-4.85	G01 X65.404	G00 X4.3.868	G01 X31.6
G01 X93.168	G01 X65.804 Z-4.65	G00 Z2.	G00 X20.1
G03 X93.968 Z-5.25 R0.4	G00 Z2.	G00 X97.968	G00 Z2.442
G01 X94.368	G00 X57.882	MSG ('OD-F')	G00 X97.168
G00 Z2.	G01 X55.882	G96 M4 S300 LIMS=3000	MSG ('GR-F')
G00 X86.446	G01 Z-4.85	G00 X97.968 Y0. Z2.	G96 M4 S238 LIMS=3000
G01 X84.446	G01 X60.642	G00 X35.2	G00 X97.168 Y0. Z2.442
G01 Z-4.85	G01 X61.042 Z-4.65	G01 Z0. F0.15	G00 X20.032
G01 X89.206	G00 Z2.	G03 X40. Z-2.4 R2.4	G00 Z-6.923
G01 X89.606 Z-4.65	G00 X53.122	G01 Z-3.4	G01 X32. Z-7.173 F0.15
G00 Z2.	G01 X51.122	G02 X4.3.2 Z-5. R16	G01 Z-7.843
G00 X81.686	G01 Z-4.85	G01 X92.368	G01 X20.032 Z-8.093
G01 X79.686	G01 X55.882	G01 Z-19.4	G00 Z2.442
G01 Z-4.85	G01 X56.282 Z-4.65	G01 X96.368	G00 X97.168
G01 X84.446	G00 Z2.	G00 Z2.	G00 G75 X0.
G01 X84.846 Z-4.65	G00 X48.362	G00 G75 X0.	G00 G75 Z0.
G00 Z2.	G01 X46.362	G00 G75 Z0.	M30

Разраб.

Колосов НВ

Н. контр.

Фременков ФА

ККИ

86

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														НИ ТПУ			3		
														ИШНПТ- 4А61006.00.00.01			ИШНПТ 4А6А		15
Р							ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V				
О 32	9. Сверлить отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 8.1 (+0,25)$ мм, $15(+0,22-0,35)$ мм, $9,7\pm 0,18$ мм																		
Т 33	Сверло спиральное $\varnothing 8,1$ GUHRING GU 500 HSCO. Патрон EWS 31.V425L28. Цанга ER25 4-5. Приводной блок EWS 60.40V41809R.																		
Т 34	Штангенциркуль ШЦ-I-0,1 ГОСТ 166-89.																		
Р 35							8,1	9,7	4,05	1	0,1	786	20						
О 36	10. Расфрезеровать отверстие, выдерживая размеры $\varnothing 8,56 (+0,3)$ мм, $\varnothing 8,16 (+0,3)$ мм, $15(+0,22-0,35)$ мм, $6,5\pm 0,18$ мм.																		
Т 37	Фреза концевая EC-H4M 6-12C6CFR0.5-72. Сплав IC900. Патрон EWS 31.V432L28. Приводной блок EWS 60.40V41809R.																		
Т 38	Калибр пробка ПР-HE для Rc 1/8.																		
Р 39							6	6,5	0,23	1	0,05	4500	85						
О 40	11. Нарезать резьбу Rc 1/8, выдерживая размер $6,5^*$ мм																		
Т 41	Метчик 1/8 . Патрон EWS 31.V425L28. Цанга ER25 6-7. Приводной блок EWS 60.40V41809R.																		
Т 42	Резьбовая пробка ПР-HE Rc 1/8. Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89.																		
О 43							9,59	6,5	4,795	1	0,941	424	12						
ОК																	91		

НИ ТПУ

ИШНПТ-4А61006.00.00.01

УП № 8000-0002

Оборудование, устройство ЧПУ

Условные указания

МАС KOVOSVIT SP280Y

Кодирование информации, содержание кода

G54	G00 X76.924	G01 Z-4.85	T03 D1
G00 G75 X0.	G01 X74.924	G01 X51.122	G18 G95
G00 G75 Z0.	G01 Z-4.85	G01 X51.522 Z-4.65	MSG ('IN-F')
T01 D1	G01 X79.686	G00 Z2.	G96 M4 S273 LIMS=3000
G18 G95	G01 X80.086 Z-4.65	G00 X4.3.602	G00 X97.968 Y0. Z2
MSG ('FACE')	G00 Z2.	G01 X4.1602	G00 X24.1
G96 M4 S300 LIMS=3000	G00 X72.164	G01 Z-3.29	G01 Z-16.4 F0.15
G00 X101. Z2.	G01 X70.164	G02 X4.1612 Z-3.389 R16	G01 X20.1
G00 Z0	G01 Z-4.85	G02 X44.8 Z-4.85 R16	G00 Z2.
G01 X-0.8 F0.25	G01 X74.924	G01 X46.362	G00 X97.968
G01 Z2	G01 X75.324 Z-4.65	G01 X46.762 Z-4.65	G00 G75 X0.
G00 X101.	G00 Z2.	G00 Z2.	G00 G75 Z0.
MSG ('OD-R')	G00 X67.404	G00 X40.478	T04 D1
G96 M4 S275 LIMS=3000	G01 X65.404	G01 X38.478	G18 G95
G00 X101. Y0. Z2.	G01 Z-4.85	G01 Z0.	MSG ('GR-R')
G00 X93.968	G01 X70.164	G01 X38.624 Z-0.03	G96 M4 S238 LIMS=3000
G01 Z-2.1905 F0.25	G01 X70.564 Z-4.65	G03 X4.16 Z-2.25 R2.4	G00 X97.168 Y0. Z2.442
G00 X94.368	G00 Z2.	G01 Z-3.25	G00 X20.1
G00 Z2.	G00 X62.642	G02 X4.16 Z-3.29 R16	G00 Z-7.508
G00 X91.206	G01 X60.642	G01 X4.2.002 Z-3.09	G01 X28.1 F0.2
G01 X89.206	G01 Z-4.85	G01 X4.2.662	G00 X24.1
G01 Z-4.85	G01 X65.404	G00 X4.3.868	G01 X31.6
G01 X93.168	G01 X65.804 Z-4.65	G00 Z2.	G00 X20.1
G03 X93.968 Z-5.25 R0.4	G00 Z2.	G00 X97.968	G00 Z2.442
G01 X94.368	G00 X57.882	MSG ('OD-F')	G00 X97.168
G00 Z2.	G01 X55.882	G96 M4 S300 LIMS=3000	MSG ('GR-F')
G00 X86.446	G01 Z-4.85	G00 X97.968 Y0. Z2.	G96 M4 S238 LIMS=3000
G01 X84.446	G01 X60.642	G00 X35.2	G00 X97.168 Y0. Z2.442
G01 Z-4.85	G01 X61.042 Z-4.65	G01 Z0. F0.15	G00 X20.032
G01 X89.206	G00 Z2.	G03 X40. Z-2.4 R2.4	G00 Z-6.923
G01 X89.606 Z-4.65	G00 X53.122	G01 Z-3.4	G01 X32. Z-7.173 F0.15
G00 Z2.	G01 X51.122	G02 X4.3.2 Z-5. R16	G01 Z-7.843
G00 X81.686	G01 Z-4.85	G01 X92.368	G01 X20.032 Z-8.093
G01 X79.686	G01 X55.882	G01 Z-19.4	G00 Z2.442
G01 Z-4.85	G01 X56.282 Z-4.65	G01 X96.368	G00 X97.168
G01 X84.446	G00 Z2.	G00 Z2.	G00 G75 X0.
G01 X84.846 Z-4.65	G00 X48.362	G00 G75 X0.	G00 G75 Z0.
G00 Z2.	G01 X46.362	G00 G75 Z0.	M30

Разраб.

Колосов Н.В.

Н. контр.

Ффременков Е.А.

ККИ

94

НИ ТПУ

ИШНПТ-4А61006.00.00.01

УП № 8000-0003

Оборудование, устройство ЧПУ

Условные указания

МАС KOVOSVIT SP280Y

Кодирование информации, содержание кода

G54
 G00 G75 X0.
 G00 G75 Z0.
 T01 D1
 G18 G95
 MSG ('FACE')
 G96 M4 S300 LIMS=3000
 G00 X101. Z5.
 G00 Z15
 G01 X-0.8 F0.25
 G01 Z3.5
 G00 X101.
 G01 Z0.
 G01 X-0.8 F0.15
 G01 Z2.
 G00 X101.
 MSG ('OD-R')
 G96 M4 S275 LIMS=3000
 G00 X101. Y0. Z2.
 G00 Z-1.962
 G01 X51.356 F0.25
 G01 X4.74.32 Z0.
 G01 Z0.2
 G00 X101.
 G00 Z-3.925
 G01 X51.6
 G01 Z-2.25
 G02 X51.366 Z-1.967 R0.4
 G01 X51.356 Z-1.962
 G01 X51.756 Z-1.762
 G00 X101.
 G00 Z-5.887
 G01 X51.6
 G01 Z-3.925
 G01 X52. Z-3.725
 G00 X101.
 G00 Z-6.85
 G01 Z-7.85
 G01 X51.6
 G01 Z-5.887

G01 X52. Z-5.687
 G01 X52.644
 G00 X53.868
 G00 Z2.
 G00 X101.
 MSG ('OD-F')
 G96 M4 S300 LIMS=3000
 G00 X101. Y0. Z2.004
 G00 X4.1524
 G01 X50. Z-2.234 F0.15
 G01 Z-8.
 G01 X91.568
 G01 Z-6.
 G00 Z2.
 G00 X101.
 G00 G75 X0.
 G00 G75 Z0.
 T02 D1
 G17 G95
 MSG ('CD')
 G97 M3 S2500 LIMS=3000
 G00 X101. Y0. Z2.
 G00 Z5.
 G00 X0.
 G83 Z-30. R5. F0.1
 G00 Z2.
 G00 X101.
 G00 G75 X0.
 G00 G75 Z0.
 T03 D1
 G18 G95
 MSG ('IN-R')
 G96 M4 S273 LIMS=3000
 G00 X25.8 Y0. Z2.
 G01 Z-10.85 F0.25
 G01 X22.
 G01 X214.36 Z-10.822
 G00 Z2.
 G00 X29.6
 G01 Z-10.85

G01 X25.8
 G01 X25.4 Z-10.65
 G00 Z2.
 G00 X33.4
 G01 Z-10.85
 G01 X29.6
 G01 X29.2 Z-10.65
 G00 Z2.
 G00 X35.2
 G01 X37.2
 G01 Z-10.45
 G03 X36.4 Z-10.85 R0.4
 G01 X33.4
 G01 X33. Z-10.65
 G01 Z-10.175
 G00 Z2.
 G00 X102.6
 MSG ('IN-F')
 G96 M4 S300 LIMS=3000
 G00 X38. Y0. Z2.009
 G01 Z-10.6 F0.05
 G03 X37.2 Z-11. R0.4
 G01 X17.99
 G00 Z2.
 G00 X102.6
 G00 G75 X0.
 G00 G75 Z0.
 T04 D1
 G15 G95
 MSG ('DRILL')
 G97 M2=4 S1=3000 LIMS=3000
 G00 C=DC(I0)
 M81
 G00 X32. Y0. Z50.
 G83 Z-15.202 R-9. F0.02
 G80
 G00 G75 X0.
 G00 G75 Z0.
 M30

Разраб.

Колосов НВ

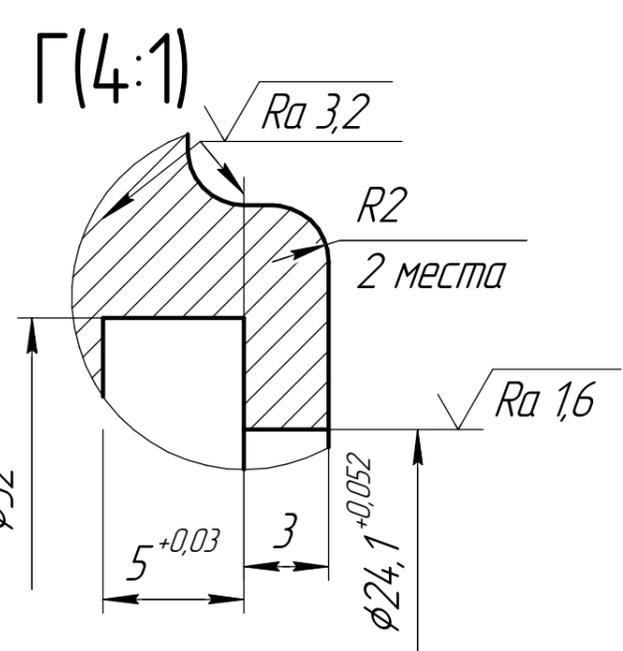
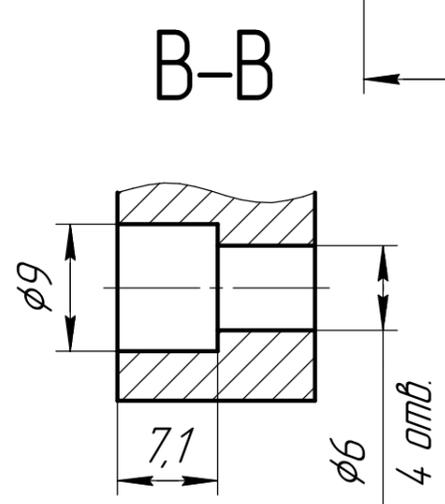
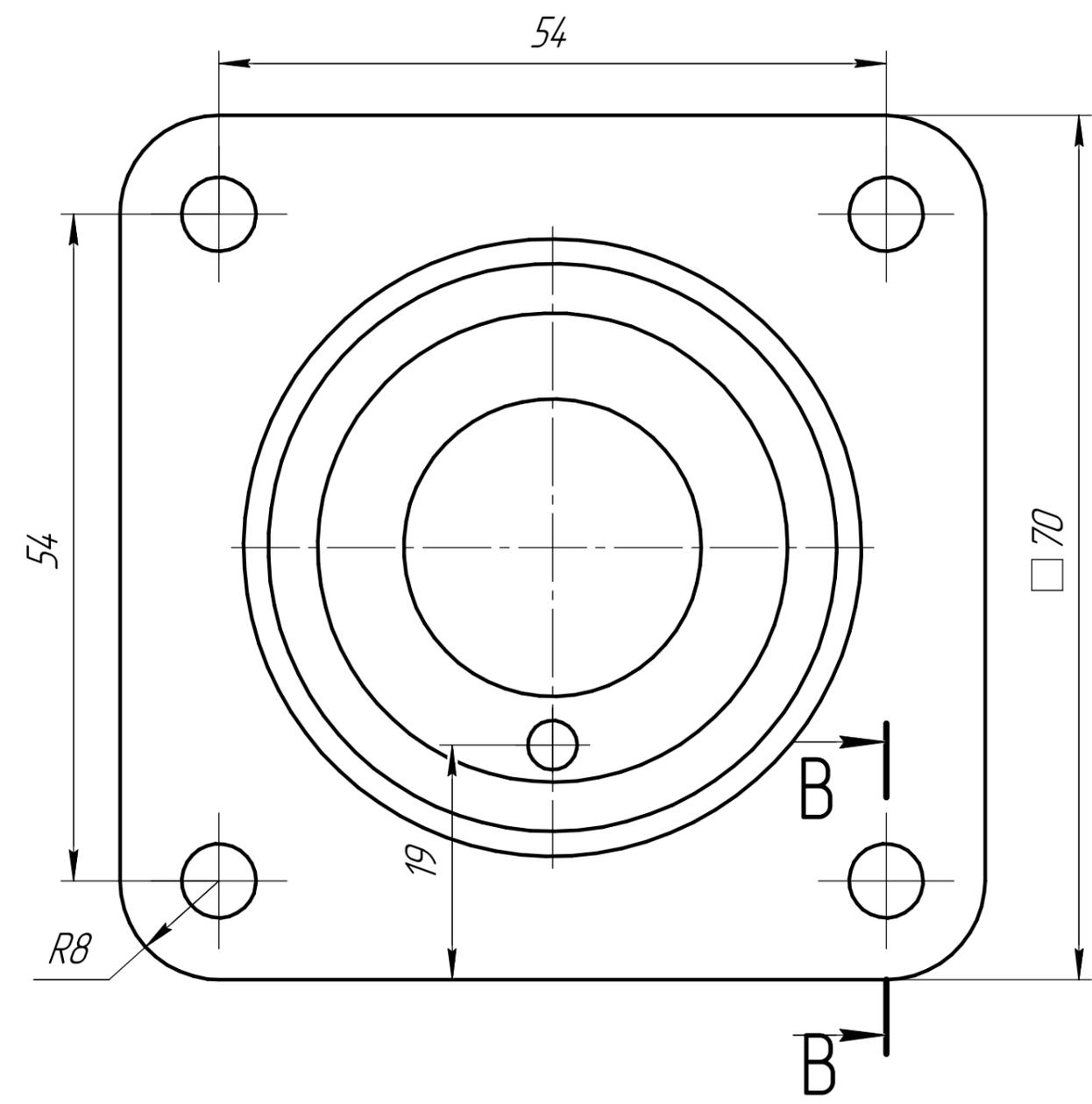
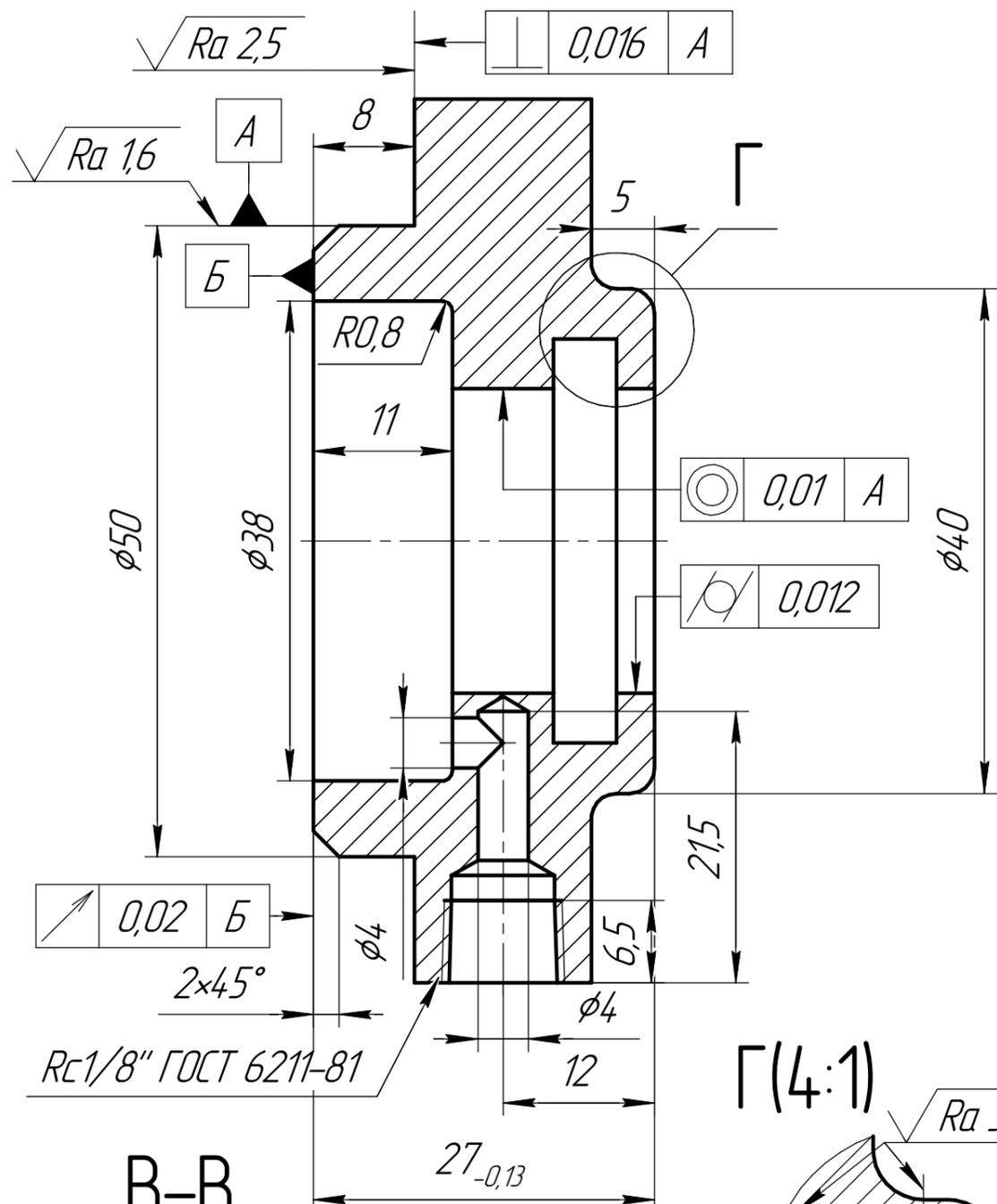
Н. контр.

Ефременков ЕА

Дизл.
 Взам.
 Подл.

ИШНПТ-4А61006.00.00.01

√ Ra 6,3 (√)



1 Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H14, h14, ±IT14/2
2 Покрытие - Ц.хр

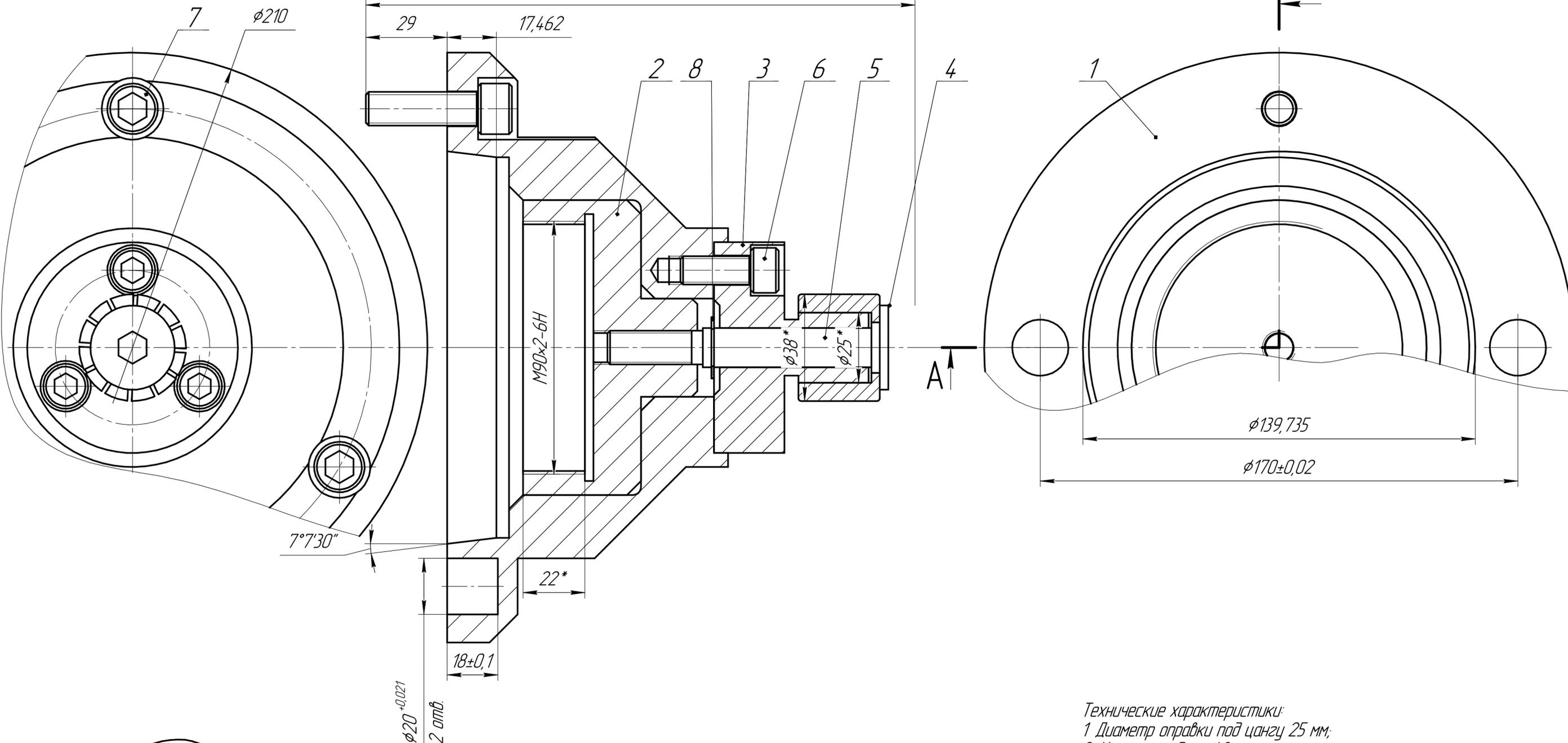
ИШНПТ-4А61006.00.00.01				Лист	Масса	Масштаб
Крышка					0,51	2:1
Сталь 45 ГОСТ 1050-2013				Лист	Листов 1	
				ТПУ ИШНПТ Группа 4А6А		
				Формат А3		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Колосов Н.В.				
Проб.		Ефременков Е.А.				
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № дробл.
Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Копировал

A-A

195,5



Технические характеристики:
 1 Диаметр оправки под цангу 25 мм;
 2 Конус шпинделя А8;
 3 Размер гайки М90х2-6Н;
 4 Максимальное тяговое усилие 12 кН;
 5 Максимальная сила зажима 21,4 кН.
Технические требования
 1 *Размер для справок;
 2 Перед установкой патрона убедиться в отсутствии загрязнений и стружки на поверхности установки детали.

Изм. №				
Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Подп.	Подп.	Подп.	Подп.	Подп.
И.контр.	И.контр.	И.контр.	И.контр.	И.контр.
Утв.	Утв.	Утв.	Утв.	Утв.

				ИШНПТ-4А61006.00.00 СБ				
Изм. / Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разжимная цанга		Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Колосов Н.В.							1:1
Проб.	Ефременков Е.А.			Сборочный чертёж		Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ИШНПТ		
И.контр.				Группа 4А6А				
Утв.				Формат А2				

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						<u>Документация</u>			
		A2			ИШНПТ-4А61006.00.00 СБ	Разжимная цанга Сборочный чертеж	1		
							<u>Детали</u>		
		Б4	1		ИШНПТ-4А61006.00.001	Корпус	1		
		Б4	2		ИШНПТ-4А61006.00.002	Поршень	1		
		Б4	3		ИШНПТ-4А61006.00.003	Оправка	1		
		Б4	4		ИШНПТ-4А61006.00.004	Ось	1		
		Б4	5		ИШНПТ-4А61006.00.005	Цанга	1		
							<u>Стандартные изделия</u>		
				6		Винт М10х25 ГОСТ 11738-84	3		
		7		Винт М12х40 ГОСТ 11738-84	3				
		8		Стопорное кольцо А14 ГОСТ 13943-86	1				
Подп. и дата		ИШНПТ-4А61006.00.00							
Подп. и дата		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инд. № подл.		Разрад.	Колосов Н.В.				Лит.	Лист	
Взам. инв. №		Пров.	Ефременков Е.А.					Листов	
Подп. и дата		Разжимная цанга						1	
Инд. № подл.								ТПУ ИШНПТ Группа 4А6А	
		Копировал							
								Формат А4	

ИШПНТ-4А61006.00.00.02

Перв. примен.

Справ. №

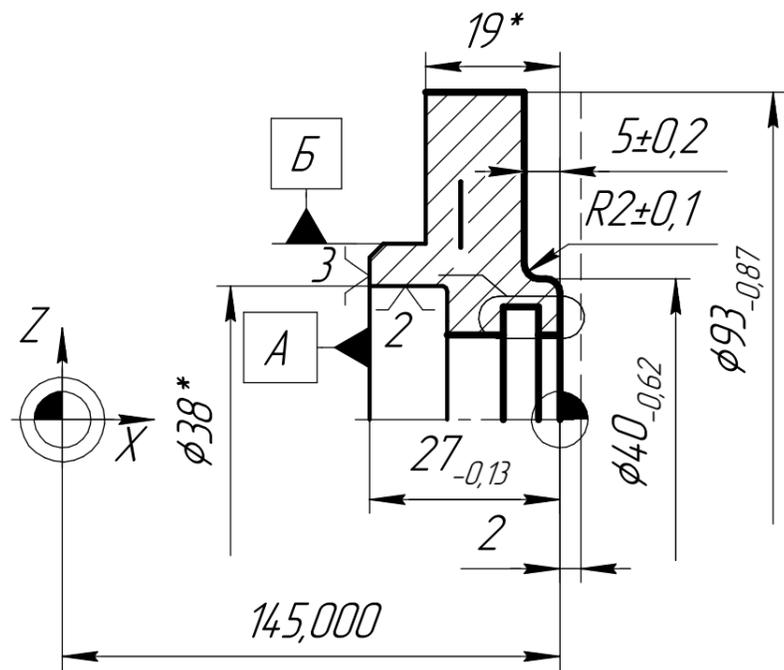
Подп. и дата

Инд. № дюрл.

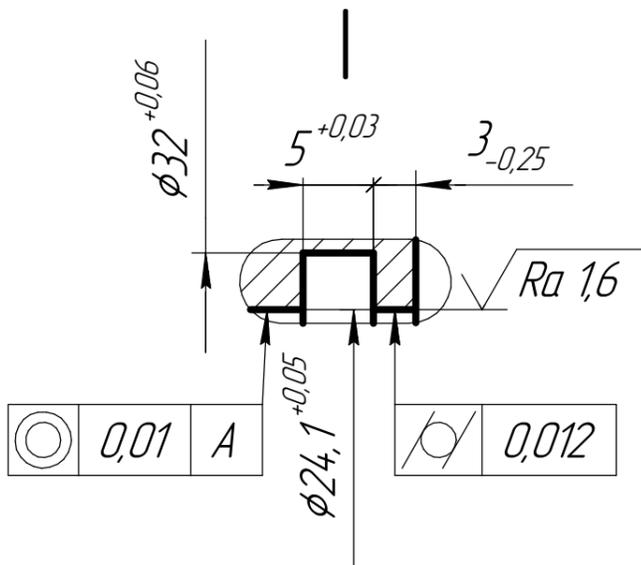
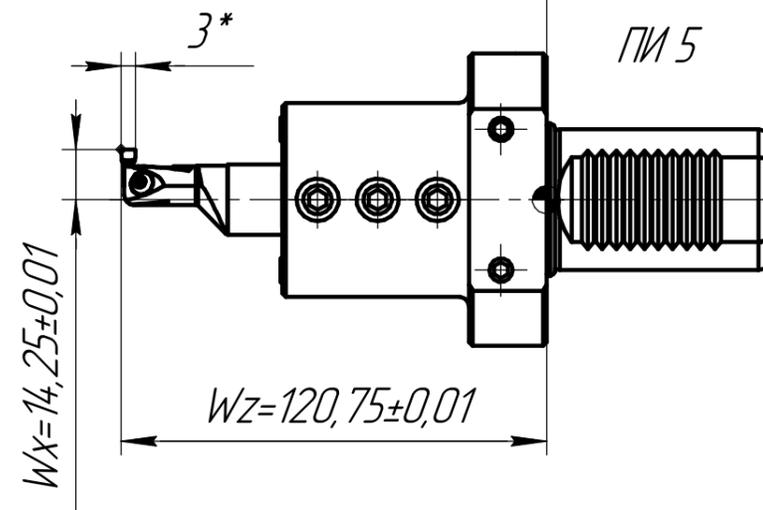
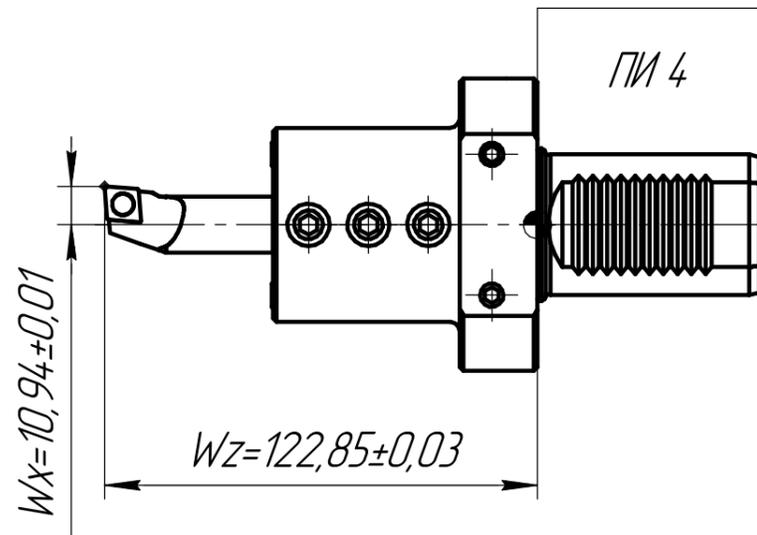
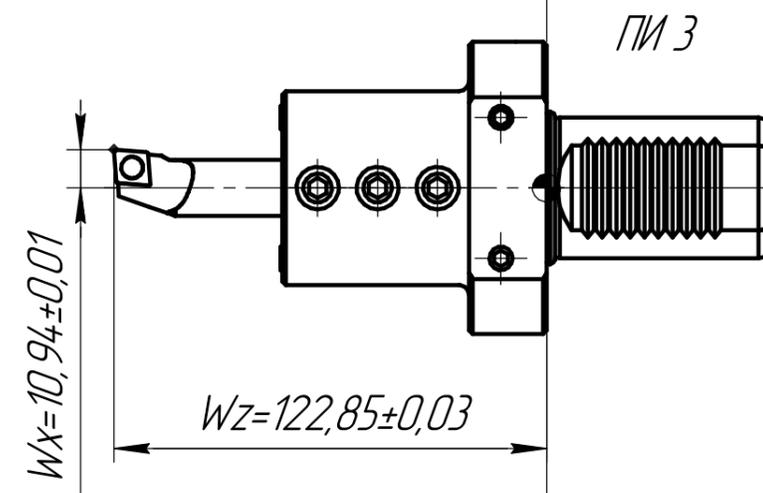
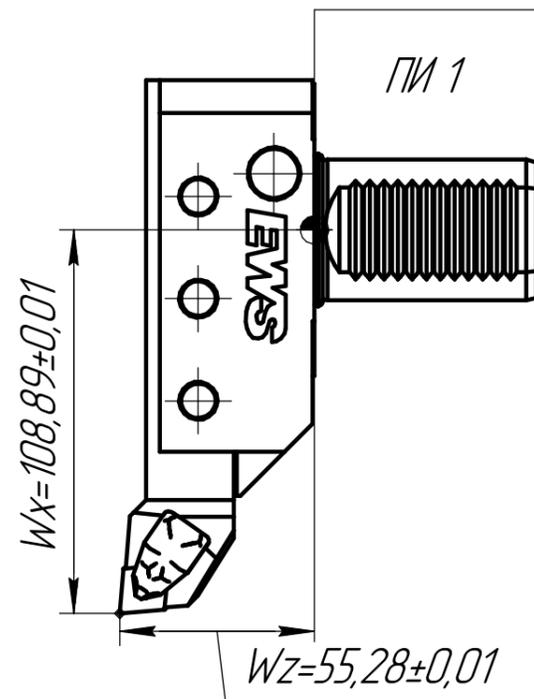
Взам. инв. №

Подп. и дата

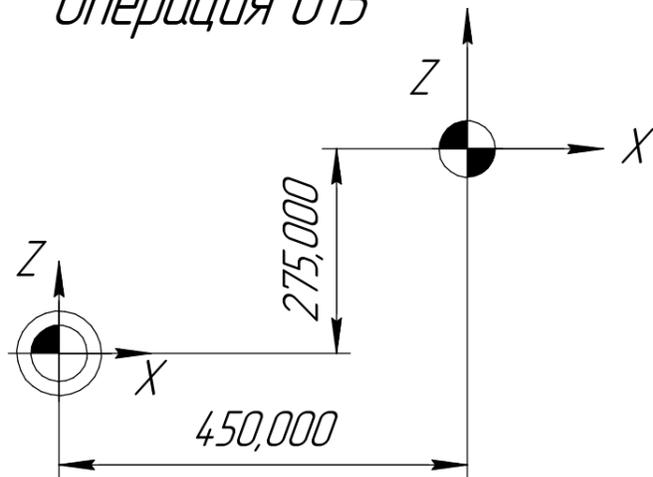
Инд. № подл.



$\sqrt{Ra\ 3,2(\sqrt{1})}$

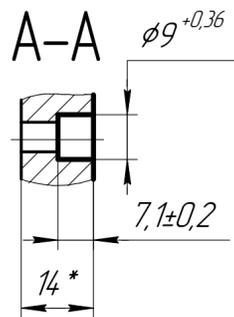
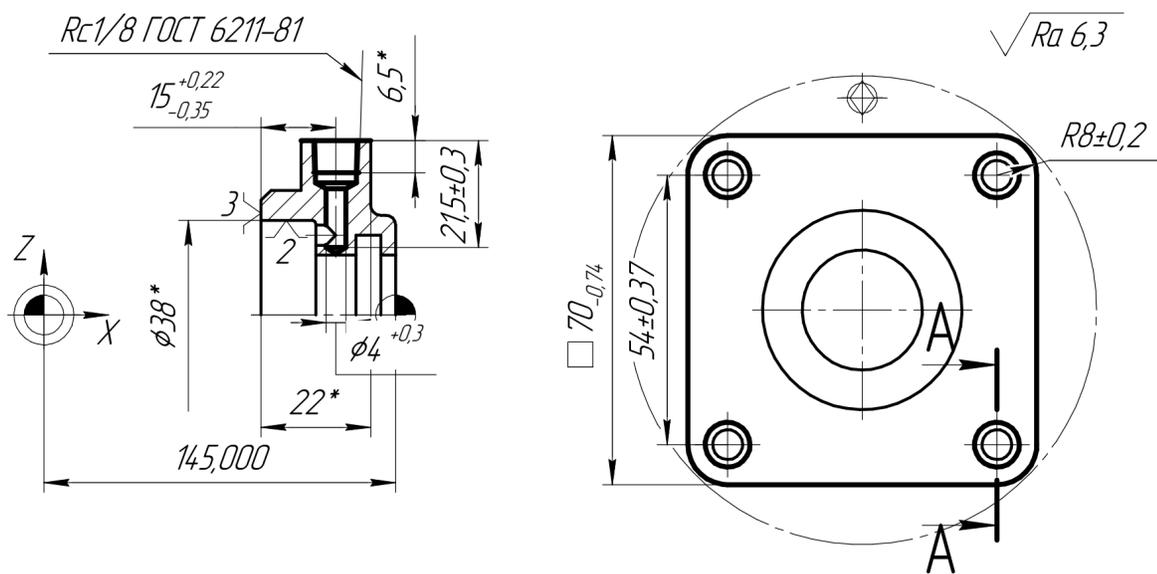


Операция 015

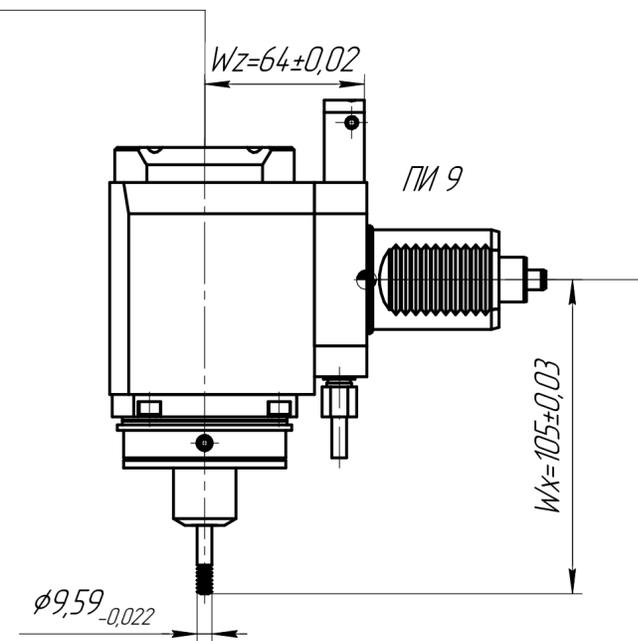
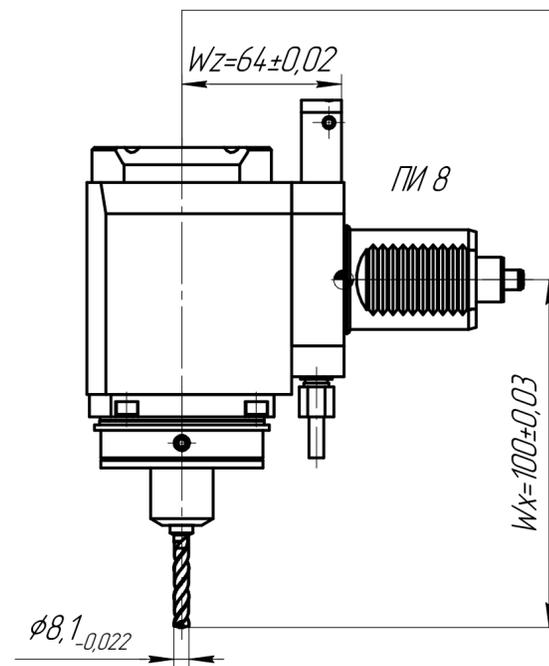
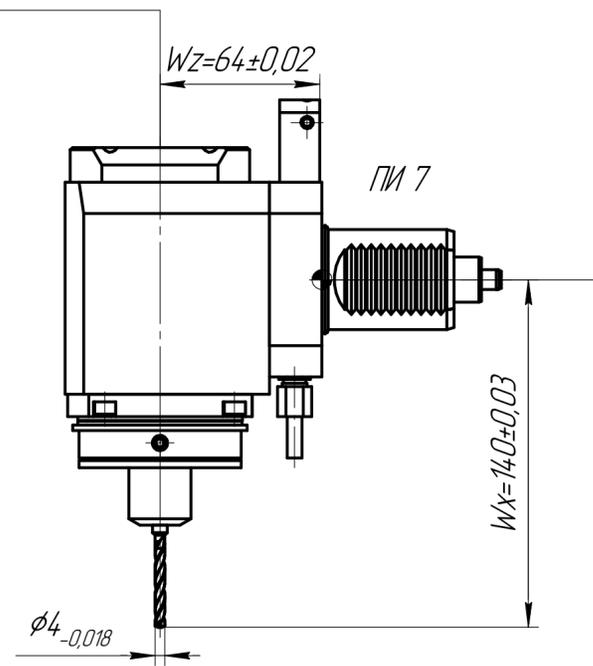
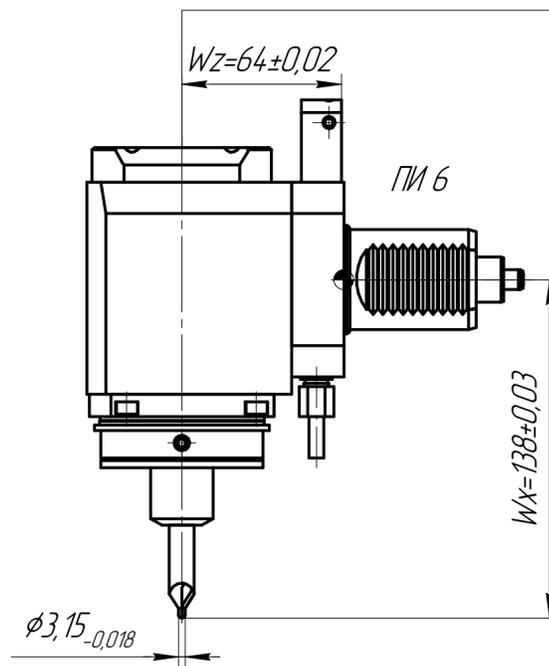
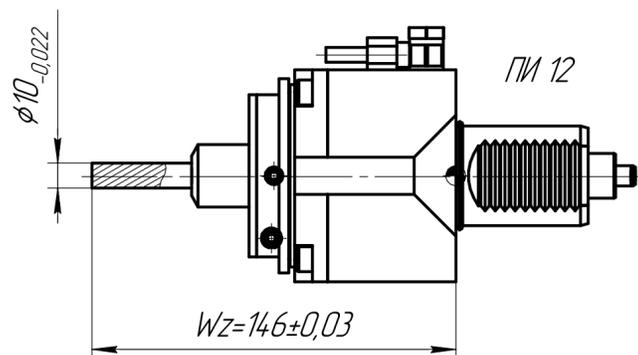
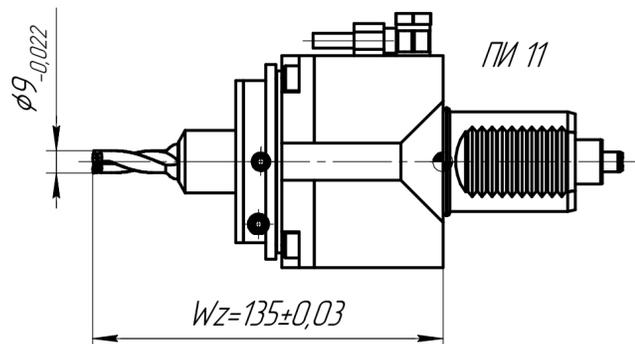
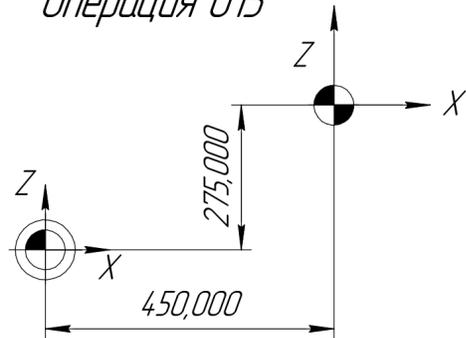


- Нуль станка
- Нуль детали
- Нуль инструмента

				ИШПНТ-4А61006.00.00.02				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта наладки 015	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Колосов Н.В.						1:1
Проб.		Ефременков Е.А.						
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								
Приложение А						Лист	Листов	1
Копировал						ТПУ ИШПНТ Группа 4А6А Формат А3		



Операция 015



- Нуль станка
- Нуль детали
- Нуль инструмента

Иш. № подл.	Взам. инв. №	Иш. № дил.	Подп. и дата