

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

---

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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Технологическая подготовка производства изготовления детали «Сепаратор» на станках с ЧПУ</b>

УДК 621.9.06-529:621.822.722

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А31	Булгин Максим Алексеевич		

Руководитель

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск-2017 г.

*Планируемые результаты обучения*

Код результата	Результат обучения
Универсальные 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.
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.
Профессиональные компетенции	
P7	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.
P8	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций
P9	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.
P10	Умение проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P11	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.
P12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.

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

---

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

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

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А31	Булгину Максиму Алексеевичу

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали «Сепаратор» на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом ректора (дата, номер)	06.04.2017 №2360/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

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

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

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4А31	Булгин Максим Алексеевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа в размере 92 с., 11 рис., 27 табл., 11 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: технологическая подготовка производства, сепаратор, анализ технологичности, проектирование технологического процесса.

Объектом исследования является: деталь типа «Сепаратор».

Цель работы: проектирование технологической подготовки производства детали типа «Сепаратор» на станках с ЧПУ.

В результате исследования был проведен анализ технологичности конструкции детали, спроектирован технологический процесс изготовления детали, подобраны средства технологического оснащения, инструменты, рассчитаны режимы резания, разработаны управляющие программы для станков с ЧПУ, а так же разработаны гибкий производственный модуль и специальное приспособление для одной из операций.

Степень внедрения: полученные результаты могут применяться в мелкосерийном производстве.

Область применения: машиностроение.

## Содержание

Введение.....	7
1 Технологическая подготовка производства детали.....	9
2 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	12
2.1 Анализ технологичности конструкции детали .....	12
2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали .....	13
2.3 Выбор исходной заготовки .....	15
2.4 Проектирование технологического маршрута .....	15
2.5 Расчет припусков на обработку .....	18
2.6 Проектирование технологических операций .....	22
2.7 Выбор средств технологического оснащения .....	28
2.8 Расчет и выбор режимов резания .....	32
2.9 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ .....	36
2.10 Размерный анализ технологического процесса .....	38
2.11 Расчет норм времени технологического процесса .....	38
2.12 Проектирование специального приспособления .....	49
2.13 Расчет погрешности базирования и установки заготовки .....	50
2.14 Расчет усилий зажима заготовки.....	51
2.15 Проектирование гибкой производственной системы.....	52
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ....	55
4 Социальная ответственность .....	81
Заключение .....	95
Список используемой литературы .....	96
Приложение А. Комплект документов .....	96
Приложение Б. Чертеж специального приспособления.....	142

## **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.);
- демонополизация (созданию конкурентной среды на внутреннем рынке (доля монопольного производства в России составляет 80%));
- привлечение инвестиционных вложений, государственной поддержки предприятий.[1]

Неотъемлемой частью машиностроения является технологическая подготовка производства, определяющая многие факторы в производстве изделий. Технологическая подготовка производства является продолжением работ по проектированию изделия. На этой стадии устанавливается, при помощи каких технических методов и средств, способов организации производства должно изготавливаться данное изделие, окончательно определяется его себестоимость и эффективность производства.

В данной работе главной целью является вопрос технологической подготовки производства для изготовления детали типа «Сепаратор». Для ее достижения необходимо провести анализ технологичности конструкции детали, выбрать исходную заготовку, спроектировать технологический маршрут,

рассчитать 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. В результате проведения технологической подготовки производства необходимо добиться максимально простого процесса изготовления деталей изделий и процессов его сборки.



## **1 Технологическая подготовка производства**

Технологическая подготовка производства (ТПП) — это 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[2].

Основной целью ТПП является проектирование технологического процесса, его технического обеспечения, используя за основу проект изделия. При этом необходимо прийти к тому, как необходимо изготавливать изделие, чтобы сбалансировать технико-экономические показатели деятельности предприятия, которое его выпускает. Это определяет нормативно-технические данные, необходимые для организации управления предприятием[3].

В целом весь процесс разработки ТПП предполагает:

- обследование и анализ существующей на предприятии системы технологической подготовки производства;

- разработку технического проекта системы технологической подготовки производства, в котором определяется назначение, и формируются требования, которым должны удовлетворять как система в целом, так и отдельные ее элементы;

- создание рабочего проекта, предусматривающего разработку информационных моделей решения задач, всего комплекса технологических процессов на основе типизации и стандартизации, документации по организации рабочих мест и участков основного и вспомогательного производства на основе типовых и стандартных технологических процессов.

ТПП тесно связана с конструкторской подготовкой. Вместе с ней она обеспечивает планомерное освоение новых технологий и модернизацию уже выпускаемых машин, а так же внедрение передовой техники. Технологическая подготовка включает комплекс работ по проектированию технологических процессов, технологической оснастки, выбор оборудования с учетом

прогрессивной технологии и передовых методов организации производства и труда.

Технологическое проектирование является основным звеном технической подготовки производства и составляет 30 – 60 % ее общей трудоемкости, меньшее значение соответствует условиям мелкосерийного производства, большее – массового. Как показывает практика, трудоемкость технологического проектирования обычно в два-три раза превышает трудоемкость конструирования машин.

Проектирование технологических процессов в машиностроении включает в себя решение большого числа взаимосвязанных задач. Такими задачами является выбор заготовки, определение последовательности и содержания технологических операций, выбор имеющихся или заказ новых средств технологического оснащения (в том числе контроля и испытания), расчету и назначению режимов обработки, нормированию процесса, и т. д. В соответствии с этим проектирование технологической документации является трудоемким процессом и включает в себя:

- разработку технологических карт;
- разработку контрольных карт;
- разработку других документов по ряду работ, перечень которых регламентируется ГОСТ 14.301 - 83.

Работа на всех стадиях технологической подготовки производства подчиняется стандартам Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП), под которой понимается установленная государственными стандартами система организации и управления ТПП.

Одним из важнейших этапов разработки ТПП является технологический анализ. Технологичность конструкции изделия рассматривается как совокупность свойств изделия, определяющих его приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте. Следовательно, конструкция детали должна обеспечивать применение наиболее рациональных и экономичных методов изготовления и ремонта. Конфигурация

детали должна представлять собой сочетание простых геометрических форм, обеспечивающих надежное базирование заготовки в процессе обработки и дающих возможность применения высокопроизводительных методов изготовления[4].

Первым этапом технологической подготовки производства детали «Сепаратор», будет является анализ технологичности конструкции детали. Кроме того необходимо разработать и выбрать оптимальные технологические процессы, оборудование и методы контроля; разработать технологическую оснастку и нестандартное (специальное) оборудование и методы их изготовления; разработать нормы затрат времени, материалов, необходимых для изготовления изделия в целом и его отдельных частей; провести выверку, наладку, доводку разработанной технологии и другие работы, связанные с освоением нового изделия в производстве. При выборе оборудования необходимо учитывать обеспечиваемую точность. Так же выбор оборудования производят по главному параметру, в наибольшей степени выявляющему его функциональное значение и технические возможности. Физическая величина, характеризующая главный параметр, устанавливает взаимосвязь оборудования с размером изготавливаемого изделия. При выборе вариантов оборудования учитывают также минимальный объем приведенных затрат на выполнение технологического процесса при максимальном сокращении периода окупаемости затрат на механизацию и автоматизацию.

Таким образом, технологическая подготовка охватывает множество технических и организационных задач по достижению запроектированных технических и экономических параметров нового изделия и непрерывному их совершенствованию в процессе производства. Это обеспечит повышение таких важнейших показателей работы предприятия, как рост производительности труда, снижение себестоимости, повышение рентабельности производства, уменьшение длительности производственного цикла и т.д.

## **2 Проектирование технологического процесса изготовления детали**

### **2.1 Анализ технологичности конструкции детали**

Целью анализа технологичности конструкции детали является выявление недостатков, содержащихся в чертежах детали и предъявляемых требованиях, также возможное улучшение технологичности конструкции.

Деталь – «Сепаратор» (рисунок 1), изготавливается из материала «Сталь 40Х ГОСТ 4543-71». Деталь имеет среднюю сложность конструкции. Масса детали рассчитана с помощью САПР АСКОН «КОМПАС 3D» исходя из материала детали и твердотельной модели, вес составляет 0,527 кг.

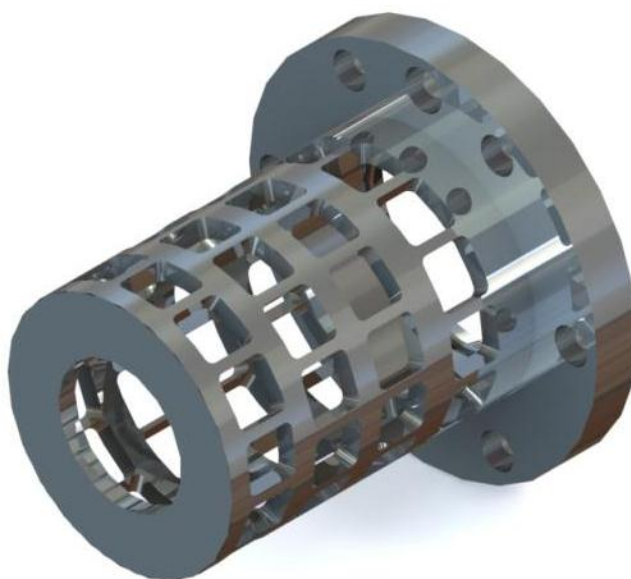


Рисунок 1 – Твердотельная модель детали «Сепаратор»

В детали имеется сквозное цилиндрическое отверстие с канавкой, так же на всей цилиндрической поверхности находятся квадратные отверстия со скруглениями.

На чертеже указана минимальная шероховатость Ra 0,8 на одной поверхности, которую можно обеспечить чистовым шлифованием, и Ra 1,6 на пяти поверхностях, такую шероховатость можно получить при тонком точении (фрезеровании) на высокоточных станках.

Анализируя деталь с точки зрения технологичности можно выделить как положительные, так и отрицательные стороны. Положительными будут являться:

-некоторые размеры и точности обработки поверхностей обеспечиваются возможностями станков;

-отсутствие отклонений формы;

-материал хорошо поддается механической обработке;

-отсутствие сложных геометрических форм детали.

Отрицательными моментами является:

-множество поверхностей с малой шероховатостью;

-множество отверстий с резьбой, а так же квадратных отверстий по всей цилиндрической поверхности;

-некоторые размеры имеют точные квалитеты, включая 6,7 и 9.

При обработке детали используется точение, фрезерование, сверление и шлифование. Форма заготовки обеспечивает свободный доступ инструмента, что повышает ее технологичность. При обработке детали применяются следующие приспособления: призмы, трехлачковый патрон, цанговый патрон, разжимная цанга, оправки, переходные втулки, специальное зажимное приспособление. Габариты и масса заготовки не требуют дополнительных подъемных приспособлений.

## **2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали**

Наиболее важными эксплуатационными показателями деталей являются износостойкость и сопротивление усталости. Износостойкость-сопротивление поверхности детали изнашиванию в процессе эксплуатации. При изнашивании изменяются размеры и геометрическая форма поверхностей, приводящие к изменению характера сопряжении деталей, потере точности относительного расположения деталей и сборочных единиц и нарушениям в работе машины.

Сопротивление усталости характеризует способность детали противостоять многократно повторяющимся знакопеременным нагрузкам в процессе эксплуатации. Недостаточное сопротивление усталости приводит к быстрой поломке деталей, вызывая отказ в работе машины. Помимо

вышеперечисленных показателей на эксплуатационные свойства деталей оказывают влияние шероховатость и микротвердость.

Применяя эффективные технологические процессы изготовления деталей, можно обеспечить высокую надежность машин, повысив их износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость. Для этих целей применимы технологические процессы, в которых присутствует упрочнение поверхностного слоя и придание ему особых свойств. К ним можно отнести как процессы химико-термической обработки, так и упрочняющую обработку, которая основывается на пластическом деформировании поверхностей. При применении методов поверхностной пластической деформации видоизменяется форма и размеры кристаллических зерен, повышается твердость и образуется сжимающее напряжение, способствующее повышению износостойкости и сопротивляемости усталостным разрушениям.

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью САЕ-системы. Для данной детали были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе SolidWorks. Согласно рисунку 2, при приложении распределенной нагрузки в  $1000 \text{ Н/м}^2$  на внутреннюю поверхность детали, основные напряжения приходятся на цилиндрическую поверхность с профрезерованными отверстиями. В местах крепления детали напряжения минимальны.

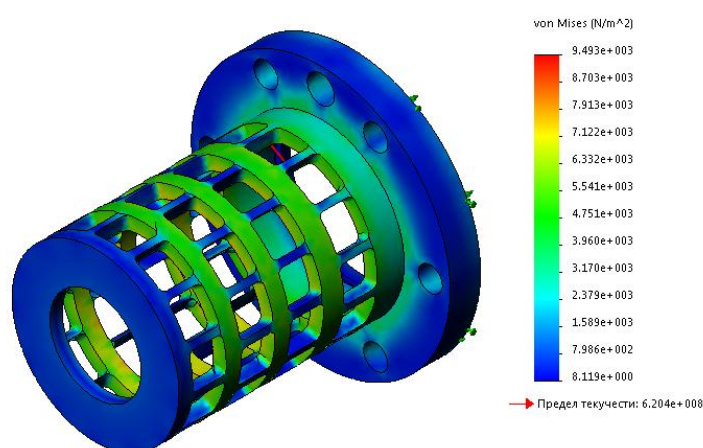


Рисунок 2 – нагруженная модель детали

### **2.3 Выбор исходной заготовки**

В зависимости от материала, назначения детали, требуемой точности ее изготовления и т. д. заготовки получают литьем, ковкой, штамповкой, высадкой, прокаткой, волочением и другими способами. Выбор заготовки влияет на рациональное построение технологического процесса. Выбор заготовки на производстве ограничивается технологическим обеспечением, материальным обеспечением, экономическими возможностями и наличием квалифицированных рабочих.[5] Правильный выбор заготовки влияет как на трудоемкость, так и на себестоимость продукции. Обеспечение заданного качества продукции при ее минимальной себестоимости, это главный критерий при выборе заготовки.

В данном случае целесообразно рассмотреть способ получения заготовки из прутка ввиду конструктивных особенностей детали (большинство поверхностей имеют цилиндрическую форму). Кроме того при выборе данного способа не требуется использование специального оборудования - штампа, использование которого значительно увеличит себестоимость готовой продукции.

### **2.4 Проектирование технологического маршрута**

Технологический маршрут - последовательность прохождения заготовки, детали или сборочной единицы по подразделениям предприятия при выполнении технологического процесса изготовления или ремонта. Технологический маршрут обработки заготовки устанавливает последовательность выполнения технологических операций.

На этапе разработки маршрута решаются следующие задачи:

- намечается общий план обработки детали;
- предварительно выбираются средства технологического оснащения;
- намечается содержание операций.

Обработка должна начинаться с поверхности, которая будет технологической базой для установки детали в процессе её изготовления.[6]

На первом этапе (рисунок 3) получим технологические базы, для того что бы получить на последующий операциях более точные поверхности. Для этого обрабатываем поверхности 1 и 2, которые в дальнейшем будут служить технологическими базами.

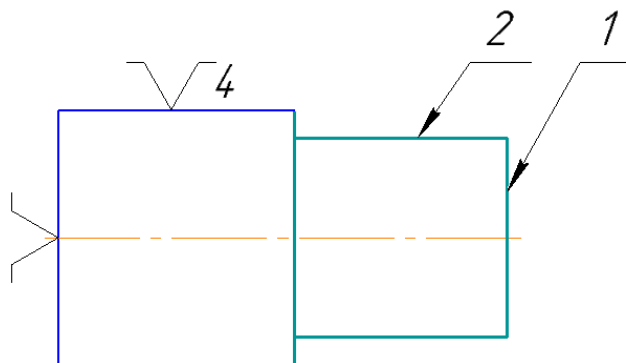


Рисунок 3 – Эскиз токарной операции

На втором этапе будут получены поверхности 3-9 (рисунок 4), а так же наружная фаска 10, внутренняя фаска 11 и проточка 12. Поверхности 4 и 8 точные и будут служить в дальнейшем базами в дальнейших операциях. Поверхности 7 и 8 будут иметь шероховатость Ra 1,6, а остальные Ra 3,2

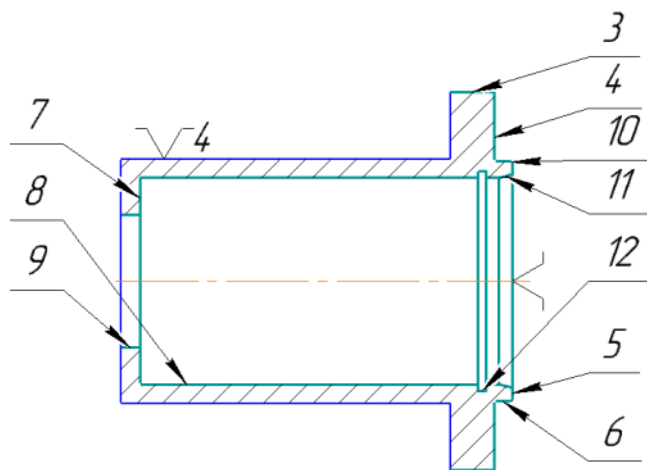


Рисунок 4 – Эскиз токарной операции с ЧПУ

На третьем этапе (рисунок 5), получены сквозное отверстие 13 диаметром 9 мм и шесть сквозных отверстий 14 с резьбой М8.



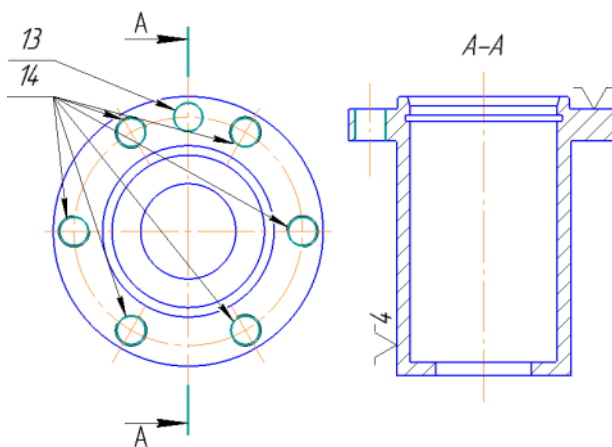


Рисунок 5- Эскиз координатно-расточной операции

Четвертый этап (рисунок 6), заключается во фрезеровании прямоугольных отверстий со скруглениями по всей цилиндрической поверхности. Шероховатость на поверхности отверстий Ra 1,6.

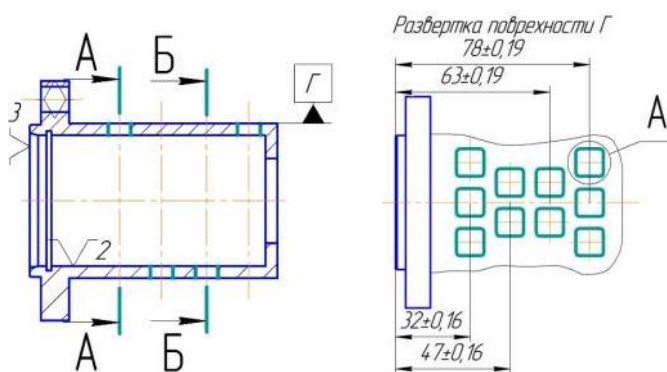


Рисунок 6 - Эскиз координатно-расточной операции с ЧПУ

Следующим этапом является слесарная операция, на которой необходимо снять заусенцы после фрезерования.

После этого следует обработка шлифованием (рисунок 7), получаем поверхности 15 и 16 заданной точности и шероховатости.

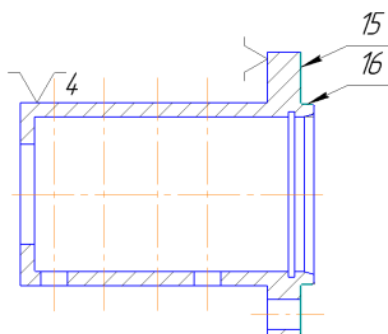


Рисунок 7 – Эскиз круглошлифовальной операции

После шлифования деталь необходимо размагнитить размагничивающим устройством.

Затем следует процесс промывки, согласно типовому технологическому процессу.

Последним шагом будет являться консервирование детали, согласно типовому технологическому процессу.

Кроме того после каждой точной операции необходимо контролировать полученные размеры.

## **2.5 Расчет припусков на обработку**

В нынешних условиях экономики актуальной проблемой является высокая стоимость материалов и проблема снижения материалоемкости производства. Одним из решений этой проблемы является уменьшение припусков на обработку. Припуск на обработку — слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в процессе ее обработки для обеспечения заданного качества детали. Припуск назначают для компенсации погрешностей, которые возникают в процессе предшествующего и выполняемого переходов технологического процесса изготовления детали. Величину припуска для элементарной поверхности детали определяют расчетно-аналитическим методом или ориентировочно назначают по соответствующим справочным таблицам (ГОСТам, РТМ и т. п.). Аналитический расчет производится с целью определения минимально необходимой и достаточной величины припуска на механическую обработку  $z_{\min}$ . Расчету припуска предшествует план обработки данной поверхности: последовательность технологических переходов, способы установки заготовки при осуществлении каждого перехода и результаты обработки поверхности при каждом технологическом переходе. Для аналитического расчета припуска необходимо установить все элементы припуска.

$Rz_{i-1}$  — величину шероховатости поверхности, полученную в результате предыдущего перехода;

$h_{i-1}$  – толщину дефектного слоя, полученного в результате всей предыдущей обработки;

$\Delta\Sigma_{i-1}$  – суммарное, отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно установочной базы, используемой на анализируемом переходе, и погрешность формы обрабатываемой поверхности, полученную в результате всей предшествующей обработки;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки заготовки при реализации перехода, для которого рассчитывается припуск.

При расчете минимального припуска все слагаемые суммируются.

При последовательной обработке поверхностей (односторонний припуск):

$$z_{i\min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \Sigma_{i-1} + \varepsilon_i$$

При параллельной обработке величина припуска удваивается. Величины  $R_i$  и  $h$  определяются из справочных таблиц [7], в зависимости от вида обработки поверхности и способа получения заготовки. Суммарная погрешность расположения и формы определяется на основе анализа всех возможных отклонений положения обрабатываемой поверхности относительно установочной базы и всех факторов, вызывающих изменение теоретической формы поверхности. В самом общем случае величина  $\Delta\Sigma$  определяется как сумма погрешности смещения и погрешности коробления (кривизны), эти величины так же определяются по таблицам. Произведем расчет припусков на механическую обработку наружного и внутреннего диаметров детали и занесем их в таблицы 2 и 3.

Пространственные погрешности  $\Delta$  определяются согласно рекомендациям [7].

$$\Delta' = D \cdot \Delta_K,$$

$$\Delta'' = l \cdot \Delta_K,$$

где  $D = 90$  - диаметр поверхности, мм;

$\Delta_K = 0,5$  – удельная погрешность заготовки длиной до 120 мм обычной точности без правки, мкм/мм (таблица 5.9 [7]);

$L = 92$  – длина заготовки, мм.

Общая пространственная погрешность, рассчитывается как:

$$\Delta = \sqrt{(\Delta')^2 + (\Delta'')^2}$$

Подставив величины имеем:

$$\Delta' = 90 \cdot 0,5 = 45 \text{ мкм},$$

$$\Delta'' = 92 \cdot 0,5 = 46 \text{ мкм}.$$

Тогда общая погрешность для заготовки будет равна:

$$\Delta_1 = \sqrt{(45)^2 + (46)^2} = 64,3 \text{ мкм}.$$

Для переходов, следующих за первым, пространственная погрешность определяется по формуле:

$$\Delta_2 = \Delta_1 \cdot K_y,$$

где,  $K_y = 0,06$  – коэффициент уточнения для черновой обработки, дан в таблице [7].

Тогда общая погрешность для черновой обработки будет равна:

$$\Delta_2 = 64,3 \cdot 0,06 = 3,85 \text{ мкм}$$

Для последующих операций Общая пространственная погрешность рассчитывается по подобию.

Определение погрешности установки заготовки  $\varepsilon$  можно определить расчетным путем или из таблиц. В работе будет использован расчетный метод. Погрешности установки  $\varepsilon$ , мкм, определяем как:

$$\varepsilon_2 = \sqrt{\varepsilon_3^2 + \varepsilon_p^2},$$

где,  $\varepsilon_3^2 = 90^2$  – погрешность, зависящая от диаметра поверхности, мкм;

$$\varepsilon_3^2 = 0,25 \sqrt{T_D^2 + 1},$$

где,  $T_D^2 = 1,44$  – погрешность, зависящая от допуска на диаметр проката, мкм.

Тогда погрешность установки, будет равна:

$$\varepsilon_2 = \sqrt{1,44^2 + 90^2} = 90 \text{ мкм}$$

Погрешность заготовки для последующих операций определяем по подобию.

Далее рассчитывается минимальный расчетный припуск  $2Z_{min}$ , мкм, согласно формуле 3.1 [7]:

$$2Z_{min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sum_{i-1} + \varepsilon_i)$$

Подставив все, уже полученные, данные получим:

$$2Z_{min} = 2 \cdot (640 + 295 + 64,3) = 1998,6 \text{ мкм}$$

Расчётный диаметр  $d_p$ , рассчитывается с конца, от диаметра который требуется получить.

Заполняем таблицу 1, задавая все требуемые коэффициенты в соответствии со справочными таблицами.

Таблица 1 – Припуски на механическую обработку наружной поверхности

Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска в мкм				Расчётный припуск $2Z_{min}$ ,	Расчётный размер в мм	Допуск $\delta$ в мкм	Предельные размеры в мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	$\Delta$	$\varepsilon_i$				$d_{min}$	$d_{max}$	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Прокат	640	295	63,3	-	-	90,000	2000	88,000	92,000	-	-
Токарная Черновое Чистовое	250 30	240 30	125 32	900 -	2·1515 2*148	55,960 54,86	740 120	55,826 54,786	55,960 54,86	1,754 1,020	1,584 0,300
Токарная с ЧПУ Черновая	125	120	50	105	2·285	86,75	1700	84,300	86,000	0,700	1,000
Токарная с ЧПУ Чистовая	25	25	0,046	-	2·50	85,000	1200	84,75	85,740	0,590	0,740
Итого, $\Sigma$ :										4,064	3,624

Таблица 2 – Припуски на механическую обработку внутренней поверхности

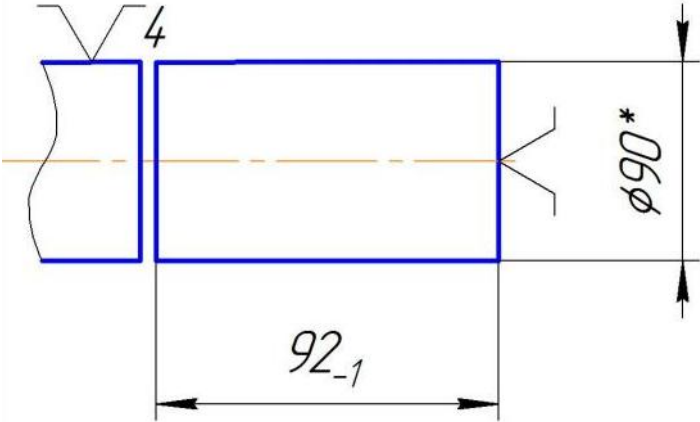
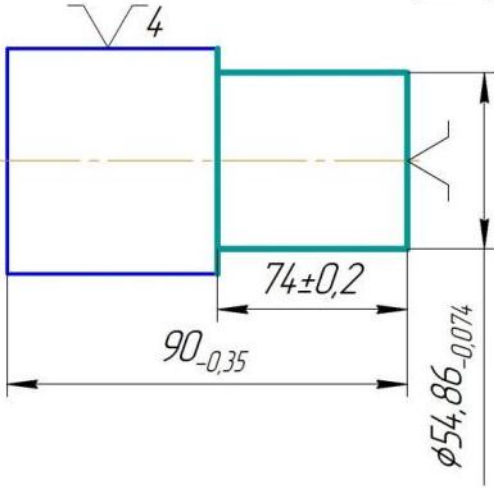
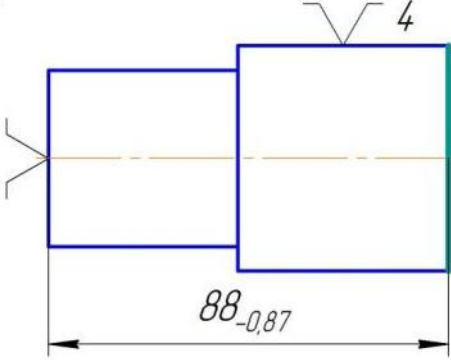
Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска в мкм				Расчётный припуск $2Z_{min}$ , мкм	Расчётный размер в мм	Допуск $\delta$ в мкм	Предельные размеры в мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	$\Delta$	$\epsilon_i$				dmin	dmax	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Растачивание	250	75	10,59	-	-	30,541	700	30,541	30,241	-	-
Токарная с ЧПУ	250	120	0,58	105	2·364,8	46,146	720	46,146	46,846	0,634	0,689
Черновая	125	85	0,046	-	2·239,4	46,759	750	46,759	47,509	0,543	0,594
Чистовая	5										
Итого, $\Sigma$ :										1,177	1,283

## 2.6 Проектирование технологических операций

Проектирование операций является многовариантной задачей. Для построения операции необходимо знать маршрут обработки заготовки, схему ее установки, какие поверхности и с какой точностью обработаны на предшествующих операциях. На построение операций оказывает влияние ряд факторов: конструкция изделия (размер, масса, конфигурация); технические требования на его изготовление (допуски на размеры и взаимное расположение элементов); вид заготовки; программа выпуска; модель оборудования; конструкция приспособления.[7]

На основании проектирования технологического маршрута и расчета припусков на обработку, проектируем технологический процесс изготовления детали представленные в таблице 3.

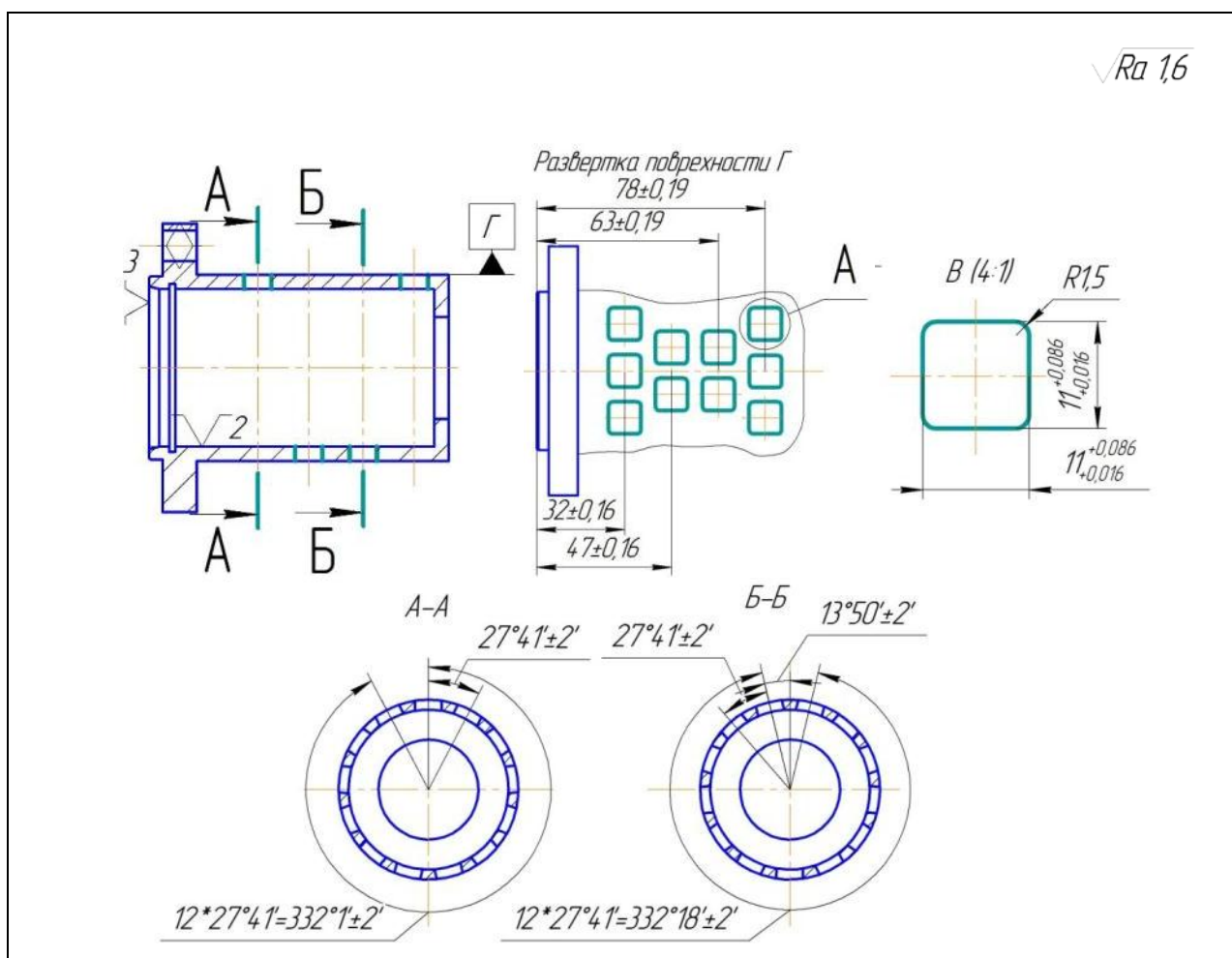
Таблица 3 – Технологический процесс изготовления детали

	<p><b>005 Заготовительная</b>            А. Установить заготовку в призмы.            База: наружный диаметр и торец            1. Отрезать заготовку, выдерживая размер <math>92_{-1}</math> мм.</p>
<p>А) <math>\sqrt{Ra} 1,6</math></p>  <p>Б)</p> 	<p><b>010 Токарная</b>            А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.            База: наружный диаметр и торец.            1. Подрезать торец в размер <math>90_{-0,35}</math> мм.            2. Точить наружный диаметр в размер <math>54,86_{-0,074}</math> на длину <math>74 \pm 0,2</math> мм            Б. Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон.            База: наружный диаметр и торец.            1. Подрезать торец в размер <math>88_{-0,87}</math> мм.</p>
<p><b>015 Контрольная</b>            1. Контролировать размеры, полученные на предыдущей операции</p>	

<p>The drawing shows a stepped shaft with the following dimensions and features:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Total length: <math>88_{-0,87}</math> mm</li> <li>Length of the first section: <math>84_{\pm 0,87}</math> mm</li> <li>Length of the second section: <math>14,2_{-0,15}</math> mm</li> <li>Length of the third section: <math>4,2_{\pm 0,1}</math> mm</li> <li>Outer diameter of the first section: <math>\phi 30^{+0,21}</math> mm</li> <li>Outer diameter of the second section: <math>\phi 46,4^{+0,062}</math> mm</li> <li>Outer diameter of the third section: <math>\phi 49,5^{+0,25}</math> mm</li> <li>Outer diameter of the base: <math>\phi 85_{-0,35}</math> mm</li> <li>Inner diameter of the hole: <math>\phi 49,5^{+0,25}</math> mm</li> <li>Length of the hole: <math>54,1_{-0,1}</math> mm</li> <li>Radius of the chamfered end: <math>R0,2</math></li> <li>Surface finish: <math>\sqrt{Ra} 1,6</math></li> <li>Feature 4: A hole with diameter <math>\phi 20</math> mm.</li> <li>Feature 5: A hole with diameter <math>\phi 30^{+0,21}</math> mm.</li> <li>Feature 6: A hole with diameter <math>\phi 46,4^{+0,062}</math> mm.</li> <li>Feature 7: A hole with diameter <math>\phi 49,5^{+0,25}</math> mm.</li> <li>Feature 8: A groove with width <math>0,5 \times 45^\circ</math>.</li> <li>Feature 9: A chamfer with angle <math>15^\circ</math>.</li> </ul> <p>Section A (2:1) shows a detail of the groove and chamfer with dimensions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Width of the groove: <math>0,5 \times 45^\circ</math></li> <li>Radius of the chamfer: <math>15^\circ</math></li> <li>Distance from the end to the groove: <math>19^{+0,1}</math> mm</li> <li>Distance from the groove to the hole: <math>3_{\pm 0,05}</math> mm</li> <li>Distance from the hole to the end: <math>7_{\pm 0,36}</math> mm</li> </ul>	<p><b>020 Токарная с ЧПУ</b></p> <p>А. Установить заготовку в цанговый патрон. База: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Точить наружный диаметр в размер <math>\phi 85_{-0,35}</math> на длину <math>10_{-0,15}</math> мм</li> <li>2. Точить наружный диаметр в размеры <math>\phi 54,1_{-0,1}</math> на длину <math>4,2_{\pm 0,1}</math> мм</li> <li>3. Точить фаску <math>0,5 \times 45</math> мм</li> <li>4. Центровать отверстие</li> <li>5. Сверлить сквозное отверстие <math>\phi 20</math> мм</li> <li>6. Рассверлить сквозное отверстие <math>\phi 30^{+0,21}</math> мм</li> <li>7. Расточить отверстие в размеры <math>\phi 46,4^{+0,062}</math> на длину <math>84^{+0,87}</math> мм</li> <li>8. Точить канавку согласно эскизу</li> <li>9. Точить внутреннюю фаску согласно эскизу</li> </ol>
<p align="center"><b>025 Контрольная</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Контролировать размеры, полученные на предыдущей операции</li> </ol>	



<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra} 1,6</math> <math>\phi 9^{+0,015}</math></p> <p style="text-align: right;">M8 6 отв.</p> <p style="text-align: right;"><math>10_{-0,15}^*</math></p> <p style="text-align: center;">* - размер для справок</p>	<p><b>030 Координатно-расточная</b>          А. Установить заготовку в цанговый патрон.          База: наружный диаметр и торец.          1. Центровать отверстия согласно эскизу          2. Сверлить сквозные отверстия <math>\phi 6,7</math> и <math>\phi 9</math> согласно эскизу          3. Нарезать резьбу согласно эскизу</p>
<p style="text-align: center;"><b>035 Контрольная</b></p> <p>1. Контролировать размеры, полученные на предыдущей операции</p>	



**040 Координатно-расточная с ЧПУ**

А. Установить заготовку в специальное приспособление.

База: внутренний диаметр, торец и отверстие.

1. Центровать отверстия
2. Сверлить сквозные отверстия  $\varnothing 10$  согласно эскизу
3. Фрезеровать квадратные отверстия согласно эскизу

**045 Слесарная**

1. Снять заусенцы, притупить острые кромки

**050 Контрольная**

1. Контролировать размеры, полученные на предыдущей операции

	<p><b>055 Круглошлифовальная</b> А. Установить заготовку в зажимную цангу. База: наружный диаметр и торец 1. Шлифовать наружный диаметр и торец согласно эскизу</p>
<p><b>060 Слесарная</b></p> <p>1. Размагнитить деталь размагничивающим устройством</p>	
<p><b>065 Промывочная</b></p> <p>1. Промыть детали по ТТП 01279-00002, опер. 001</p>	
<p><b>070 Контрольная</b></p> <p>1. Контролировать размеры, полученные на предыдущей операции</p>	
<p><b>075 Консервация</b></p> <p>1. Консервировать детали по ТТП 60270-00001, вариант 1</p>	

## 2.7 Выбор средств технологического оснащения

Выбор оборудования является одной из важнейших задач при разработке технологического процесса восстановления детали. От его правильности зависит производительность и качество обработки детали, экономность использования производственных площадей и электроэнергии, уровень механизации и автоматизации ручного труда и в итоге себестоимость ремонта изделия.[9] Средства технологического оснащения выбираются в зависимости от точности обработки и габаритов заготовки, а так же от типа производства и размера партии.[10] Данные по выбранному для изготовления детали оборудованию заносятся в таблицу 4.

Таблица 4 - Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструменты	Приспособления
005 Заготовительная	Ножовочный автоматический отрезной станок 8725	Ножовочное полотно 2800 0494 ГОСТ 6645-86	Призмы 7033–0039 ГОСТ 12195– 66
010 Токарная	Токарно-винторезный станок особо-высокой точности SAMAT 400 S/S	Резец подрезной 2112-0015 ГОСТ 18880-73, материал режущей пластины: T5K10; Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал режущей пластины: T5K10.	Патрон токарный 3-х кулачковый самоцентрирующий Ø200 мм SAMAT; Резцовый блок SAMAT.
015 Контрольная			
020 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ OPTIMUM L520 CNC	Резец подрезной 2112-0015 ГОСТ 18880-73, материал режущей пластины: T5K10; Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал режущей пластины: T5K10.	Цанговый патрон ST Group E185 F66 76-59 Резцовый блок; Резцедержатель CY- 3748 с дополнительным зажимом CY-3015A;

Продолжение таблицы 4

		<p>Резец расточной 2141-0058 ГОСТ 18883-73, материал режущей пластины: Т15К6;</p> <p>Резец расточной 2141-0058 ГОСТ 18883-73, материал режущей пластины: Т30К4;</p> <p>Резец канавочный 2662-0005 ГОСТ 18885-73, материал пластины: Т15К6.</p> <p>Центровочное сверло Ø 4 мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75, материал сверла: Р6М5</p> <p>Сверло Ø20мм 2300-6467-А1 ГОСТ 10902-77, материал сверла: Р6М5;</p> <p>Сверло Ø30мм 2301-3674 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5.</p>	<p>Патрон 1-30-10-90 ГОСТ 26539-85;</p> <p>Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378 -88</p> <p>Патрон ВТ40-12-24 MAS403;</p> <p>Втулка переходная 6100-0327 ГОСТ 13598-85;</p> <p>Втулка переходная 6100-0329 ГОСТ 13598-85;</p>
025			
Контрольная			
030	Координатно-расточной станок 2В440А с УЦИ	<p>Центровочное сверло Ø2 мм 2317-0104 ГОСТ 14952-75, материал сверла: Р6М5;</p> <p>Сверло Ø9мм 2301-3574 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5;</p> <p>Сверло Ø6,8 2310-0031 ГОСТ 28320-89;</p> <p>Метчик М8 2621-1223 ГОСТ 3266-81, материал метчика: Р6М5</p>	<p>Цанговый патрон ST Group E185 F66 76-59</p> <p>Патрон ВТ40-12-24 MAS403;</p> <p>Втулка переходная 6100-0323 ГОСТ 13598-85;</p> <p>Патрон 4-В10 ГОСТ 8522-79.</p>
035			
Контрольная			
040	Координатно-расточной станок с ЧПУ	Центровочное сверло Ø2 мм 2317-0104 ГОСТ	Патрон цанговый SK50 (NT50) ER32;

Продолжение таблицы 4

	с ЧПУ 24К40СФ4	14952-75, материал сверла: Р6М5; Сверло Ø10мм 2301-3578 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5; Фреза Ø3 2220-0173 ГОСТ 18372-73	Втулка переходная 6100-0323 ГОСТ 13598-85; Патрон ВТ40-12-24 MAS403; Универсальная делительная головка УДГ 125
045 Слесарная		Напильник 2821-0001 ГОСТ 1465-80	
050 Контрольная			
055 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3С120В	Круг шлифовальный 1 200х10х32 25А 10-П С2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	Оправка цанговая разжимная 7112-1456 ГОСТ 31.1066.02-85;

Таблица 5 – Средства контрольно-измерительного оснащения

<b>№ Операции</b>	<b>Способ контроля</b>	<b>Измерительный прибор</b>
005 Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89
010 Токарная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89
015 Контрольная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89 Микрометр МКЦ-I-75 ГОСТ 6507-90 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93
020 Токарная с ЧПУ	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89 Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378 -88
025 Контрольная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93 Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378 -88 Нутромер микрометрический 3-точечный электронный 40-50 0.001 ЧИЗ

Продолжение таблицы 5

030 Координатно-расточная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89
035 Контрольная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89 Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378 -88 Резьбовая калибр-пробка М8 ГОСТ 519-77; Комплект калибр-пробок по ГОСТ 24851-81
040 Координатно-расточная с ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89 Нутромер микрометрический 3-точечный электронный 10-12 0.001 ЧИЗ
050 Контрольная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89 Нутромер микрометрический 3-точечный электронный 10-12 0.001 ЧИЗ Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378 -88 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93
055 Круглошлифовальная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89 Микрометр МКЦ-I-75 ГОСТ 6507-90
070 Контрольная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89 Микрометр МКЦ-I-75 ГОСТ 6507-90 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93 Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378 -88 Нутромер микрометрический 3-точечный электронный 10-12 0.001 ЧИЗ

## 2.8 Расчет и выбор режимов резания

Произведем выбор и расчет оптимальных режимов обработки для двух разных операций – токарной и токарной с ЧПУ.

### 010 Токарная операция

Черновое точение поверхности  $\varnothing 54,86_{-0,074}$

-резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73,

-материал режущей пластины: T15K6;

-обрабатываемый материал: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71;

Скорость резания найдем по формуле:

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

где:  $C_v$  – комплексный коэффициент, обобщающий материал детали, резца, условия процесса;

$K_v$  – дополнительный коэффициент, характеризующий особенности точения;

$T^m$  – стойкость инструмента, мин;  $T^m=30$  мин

$t^x$  – глубина резания, мм;  $t^x=2$  мм

$S^y$  – подача, мм/об.  $S^y=1$  мм/об

$m, x, y$  – показатели степени

$C_v = 280; y = 0,45; x = 0,15; m = 0,2$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv}$$

где:  $K_{mv}, K_{uv}, K_{pv}$  – коэффициенты влияющие на обработку

Для T5K10  $K_v = 0,855$

Подставим все значения в формулу и получим расчетное значение скорости резания:

$$V = \frac{280}{30^{0,20} \cdot 2^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,855 = 110,47 \text{ м/мин}$$

Чистовое точение поверхности  $\varnothing 54,86_{-0,074}$

Инструмент – Резец проходной упорный 2103-0009 ГОСТ 18879-73

Материал режущей пластины – T5K10.

Глубина резания  $t = 1$  мм, подача  $S = 0,6$  мм/об.



$C_v=280$ ;  $m=0,2$ ;  $y=0,45$ ;  $x=0,15$ ; для Т5К10  $K_v=0,855$

$$V = \frac{280}{30^{0,28} \cdot 1^{0,12} \cdot 0,6^{0,5}} \cdot 0,855 = 120,3 \text{ м/мин}$$

## 020 Токарная операция с ЧПУ

Рассверливание отверстия  $\varnothing 30^{+0,21}$  мм

Инструмент: Сверло  $\varnothing 30$  мм 2301-3312 ГОСТ 886-88

Материал сверла: Р6М5

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71

Скорость резания найдем по формуле:

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

где:  $C_v$  – комплексный коэффициент, обобщающий материал детали, резца, условия процесса;  $C_v = 16,2$

$K_v$  – дополнительный коэффициент, характеризующий особенности точения;  $K_v=0,79$

$T$  – стойкость инструмента, мин;  $T=50$  мин

$t$  – глубина сверления за один проход, мм;  $t=88$  мм

$S$  – подача, мм/об.  $S=0,5$  мм/об

$m$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $q$  – показатели степени, принятые по таблице:

$m=0,2$ ;  $x=0,15$ ;  $q=0,4$ ;  $y=0,35$ ;

Подставив все значения найдем скорость сверления:

$$V = \frac{16,2 \cdot 30^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 88^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,79 = 15 \text{ м/мин}$$

Аналогично проводим расчеты режимов резания для остальных операций. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Глубина $t$ , мм.	Подача $S$ , мм/об.	Скорость $V$ , м/мин.	Стойкость $T$ , мин.
010	Резец	-	-	-	-
Токарная	подрезной	-	-	-	-
I Торец	2112-0015	-	-	-	-

Продолжение таблицы 6

Черновая	ГОСТ 18880-73, материал режущей пластины: Т5К10	2	1	110	30
Чистовая		1	0,6	120	30
I Поверхность наружная	Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал режущей пластины: Т5К10.	-	-	-	30
Черновая		2	0,4	180	
Чистовая		1	0,2	200	
020 Токарная с ЧПУ	Резец подрезной 2112-0015 ГОСТ 18880-73, материал режущей пластины: Т5К10.	-	-	-	30
I Торец		-	-	-	
Черновая		1,5	0,4	150	
Чистовая		0,75	0,2	200	
II Наружная поверхность	Резец проходной упорный 2103-0011 ГОСТ 18879-73, материал режущей пластины: Т5К10.	-	-	-	30
Черновая		2	0,4	180	
Чистовая		1	0,2	200	
III Канавка	Резец канавочный 2662-0005 ГОСТ 18885-73, материал пластины: Т15К6.	-	-	-	30
Черновая		0,75	0,3	165	
Чистовая		0,25	0,2	200	
IV Сверление	Центровочное сверло Ø 4 мм	2,5	0,05	22	50

Продолжение таблицы 6

	2317-0107 ГОСТ 14952-75, материал сверла: P6M5.				
	Сверло Ø20мм 2301-0069 ГОСТ 10903-77, материал сверла: P6M5.	88	0,25	25	50
	Сверло Ø30мм 2301-3674 ГОСТ 10903-77, материал сверла: P6M5.	88	0,5	25	50
V Растачивание Черновое Чистовое Тонкое	Резец расточной 2141-0058 ГОСТ 18883-73, материал режущей пластины: T15K6; T30K4.	- - 4 2,5 0,5	- - 0,6 0,4 0,15	- - 107 160 235	30
030 Координатно-расточная I Сверление	Центровочное сверло Ø2 мм 2317-0104 ГОСТ 14952-75, материал сверла: P6M5.	1,5	0,05	30	50
	Сверло Ø9мм 2301-3574 ГОСТ 10903-77, материал сверла: P6M5.	10	0,15	45	50
	Сверло Ø6,8 2310-0031 ГОСТ 28320-89.	10	0,1	35	50

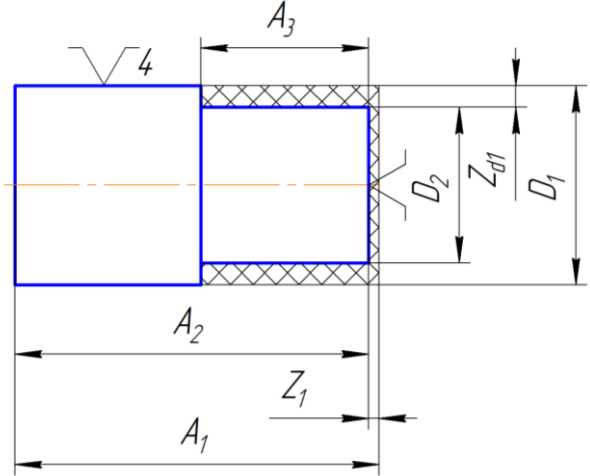
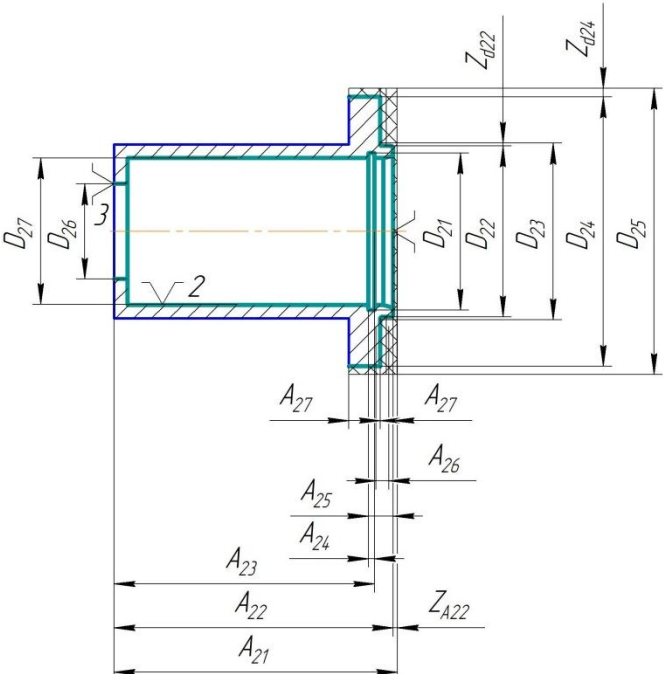
Продолжение таблицы 6

II Резьбонарезание	Метчик М8 2621-1223 ГОСТ 3266-81, материал метчика: Р6М5.	10	1,25	7	50
040 Координатно-расточная с ЧПУ I Сверление	Центровочное сверло Ø2 мм 2317-0104 ГОСТ 14952-75, материал сверла: Р6М5.	1,5	0,05	30	50
	Сверло Ø10мм 2301-3578 ГОСТ 10903-77, материал сверла: Р6М5;	4	0,15	45	50
II Фрезерование	Фреза Ø3 2220-0173 ГОСТ 18372-73	0,1	0,03	27	30
055 Круглошлифовальная	Круг шлифовальный 1 200x10x32 25А 10-П С2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	2600 (Число оборотов)	-	35	60

## 2.9 Размерный анализ детали

В системе технологической подготовки производства разработка технологического процесса изготовления деталей машин является одной из сложных задач. В свою очередь в создаваемом технологическом процессе есть наиболее важный раздел – размерный анализ, с помощью которого предусматривается согласование чертежных размеров детали со всеми операционными размерами, допусками, размерами заготовки и др. Именно на этом этапе проектирования предусматривается обеспечение надежности технологического процесса. Рассмотрим подробно размерный анализ

технологического процесса. Выполним размерный анализ для токарных операций технологического процесса. Результаты расчетов внесем в таблицу 7. Таблица 7 - Размерный анализ технологического процесса для токарных операций.

№ Операции	Эскиз	Расчет размерных цепей
010 Токарная		$A_1 = K_1 = 92 \pm 1 \text{ мм};$ $A_2 = K_2 = 90_{-0,35} \text{ мм};$ $Z_1 = A_1 - A_2 =$ $92_{-1,0}^{+1,0} - 90_{-0,35} =$ $= 2_{-1,0}^{+1,35} \text{ мм};$ $D_1 = 90_{-1,3}^{+0,3} \text{ мм};$ $D_2 = 54,86_{-0,074} \text{ мм};$ $Z_{d1} = \frac{D_1 - D_2}{2} =$ $= \frac{90_{-1,3}^{+0,3} - 54,86_{-0,074}}{2} =$ $= 17,57_{-1,3}^{+0,374} \text{ мм};$
020 Токарная с ЧПУ		$A_{21} = A_1 = 92 \pm 1 \text{ мм};$ $A_{22} = K_2 = 88_{-0,87} \text{ мм};$ $Z_{A22} = A_{21} - A_{22} =$ $= 92_{-1,0}^{+1,0} - 88_{-0,87} =$ $= 4_{-1,87}^{+1,0};$ $A_{24} = K_8 = 1,9^{+0,1} \text{ мм};$ $A_{25} = K_7 = 7 \pm 0,36$ $\text{ мм};$ $A_{26} = K_5 = 4,2 \pm 0,1$ $A_{27} = K_6 = 10_{-0,15} \text{ мм}$ $A_{23} = A_{22} - A_{25} =$ $88_{-0,87} - 7 \pm 0,36 =$ $= 81_{-1,23}^{+0,36} \text{ мм};$ $Z_{A27} = A_{26} = 4,2 \pm 0,1$ $\text{ мм};$

Продолжение таблицы 7

		$D_{21} = K_{13} = 49,5^{+0,25}$ <p style="text-align: center;">мм;</p> $D_{23} = K_{11} = 54,1_{-0,1}$ <p style="text-align: center;">мм;</p> $D_{24} = K_9 = 85_{-0,35}$ мм; $D_{25} = D_1 = 90^{+0,3}_{-1,3}$ мм; $D_{26} = K_{12} = 30^{+0,21}$ <p style="text-align: center;">мм;</p> $D_{27} = K_{14} = 46,4^{+0,062}$ <p style="text-align: center;">мм;</p> $Z_{D22} = \frac{D_{24} - D_{23}}{2} =$ $\frac{85_{-0,35} - 54,1_{-0,1}}{2} =$ $= 15,45^{+0,1}_{-0,35}$ мм; $Z_{D24} = \frac{D_{25} - D_{24}}{2} =$ $= \frac{90^{+0,3}_{-1,3} - 85_{-0,35}}{2} =$ $= 5^{+0,65}_{-1,3}$ мм;
--	--	--

### 2.10 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Для создания управляющих программ для станков с ЧПУ воспользуемся САМ-системой FeatureCAM. Программы разрабатываются для операций токарная с ЧПУ 020 и координатно-расточная 040.

Коды управляющих программ представлены в приложении А.

### 2.11 Расчет норм времени технологического процесса

Для нормирования времени технологического процесса механической обработки партии деталей рассчитывается штучно-калькуляционное время, которое определяется как:

$$t_{\text{ШК}} = t_0 + t_B + t_{\text{Обс}} + t_{\text{П}}$$

где  $t_0$  – основное время обработки;

$t_B$  – вспомогательное время;

$t_{\text{Обс}}$  – время обслуживания рабочего места;

$t_{\text{П}}$  – время на личные потребности рабочего;

Операционное время определяется как:

$$t_{\text{оп}} = \frac{L \cdot i}{S_M}$$

где  $L$  – расчетная длина обработки;  $i$  – число рабочих ходов;  $S_M$  – минутная подача инструмента.

Вспомогательное время берется от основного времени в соотношении

$$t_B = 0,15t_o.$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}};$$

где  $t_T$  – время технического обслуживания (6% от  $t_{\text{оп}}$ );

$t_{\text{орг}}$  – время организационного обслуживания (0,6 - 8 % от  $t_{\text{оп}}$ ).

$t_{\text{лп}}$  – время на личные потребности (2,5% от  $t_{\text{оп}}$ ).

### **Расчет норм времени для операции 005**

Определяем расчетную длину обработки по формуле:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}}$$

где:  $l_{\text{под}}$  – длина подвода;  $l_{\text{сх}}$  – длина схождения;  $l_{\text{вр}}$  – длина врезания;

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 90 + 1,5 + 1 + 1,0 = 93,5 \text{ мм}$$

Минутная подача:

$$S_M = 35 \text{ м/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=1$ .

Тогда основное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{93,5 \cdot 1}{35} = 2,67 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_o = 0,15 \cdot 2,67 = 0,4 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_o = T_{\text{оп}} + T_B = 2,67 + 0,4 = 3,07 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_o + 0,08t_o = 0,37 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_{оп} = 0,025 \cdot 2,67 = 0,07 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{ШК } 005} = t_{оп} + t_{\text{В}} + t_{\text{Обс}} + t_{\Pi} = 2,67 + 0,4 + 0,37 + 0,07 = 3,51 \text{ мин}$$

### **Расчет норм времени для операции 010**

Подрезка торца

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 45 + 1 + 1 = 47 \text{ мм}$$

Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 1900 = 380 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=2$ .

Тогда оперативное время

$$t_{оп} = \frac{47 \cdot 2}{380} = 0,25 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{В}} = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,25 = 0,038 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_o = T_{оп} + T_{\text{В}} = 0,25 + 0,038 = 0,288 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{Обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,035 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_{оп} = 0,0065 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{ШК } 005} = t_{оп} + t_{\text{В}} + t_{\text{Обс}} + t_{\Pi} = 0,25 + 0,038 + 0,0035 + 0,0065 = 0,298 \text{ мин}$$

Точение наружной поверхности

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 74 + 1 + 1 = 76 \text{ мм}$$

Определяем минутную подачу:



$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 1150 = 230 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=9$ .

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{76 \cdot 9}{230} = 2,97 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_o = 0,15 \cdot 2,97 = 0,45 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_o = T_{\text{оп}} + T_B = 3,41 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,41 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,044 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_B + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 2,97 + 0,45 + 0,51 + 0,044 = 3,974 \text{ мин}$$

### **Расчет норм времени для операции 020**

Подрезка торца

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 85 + 1 + 1 = 87 \text{ мм}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 750 = 150 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=2$ .

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{87 \cdot 2}{150} = 1,16 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_o = 0,15 \cdot 1,16 = 0,174 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_o = T_{\text{оп}} + T_B = 1,16 + 0,174 = 1,33 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,16 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,03 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 1,16 + 0,174 + 0,16 + 0,03 = 1,524 \text{ мин}$$

Точение наружной поверхности

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 4 + 1 + 1 = 6 \text{ мм}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,2 \cdot 1158 = 230 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=9$ .

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{6 \cdot 9}{230} = 0,23 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_{\text{о}} = 0,15 \cdot 0,23 = 0,035 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_{\text{о}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 0,23 + 0,035 = 0,265$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,0322 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,01 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,23 + 0,035 + 0,0322 + 0,01 = 0,3072 \text{ мин}$$

Центровка отверстия

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 2,5 + 1 = 3 \text{ мм}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,05 \cdot 127 = 6,35 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=1$ .

Тогда основное время

$$t_{0П} = \frac{3 \cdot 1}{6,35} = 0,47 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,11 = 0,07 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{0П} + T_B = 0,54 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06t_{0П} + 0,08t_{0П} = 0,07 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_{0П} = 0,008 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{ШК 005} = t_{0П} + t_B + t_{обс} + t_{П} = 0,47 + 0,07 + 0,07 + 0,008 = 0,618 \text{ мин}$$

Сверление отверстия

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 88 + 1 + 1 = 90 \text{ мм}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,25 \cdot 144 = 36 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=1$ .

Тогда основное время

$$t_{0П} = \frac{90 \cdot 1}{36} = 2,5 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_o = 0,15 \cdot 2,5 = 2,65 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{0П} + T_B = 5,15 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06t_{0П} + 0,08t_{0П} = 0,35 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_{0П} = 0,038 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как  
 $t_{\text{ШК 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 2,5 + 2,65 + 0,5 + 0,038 = 5,688$  мин

Рассверливание отверстия

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 88 + 1 + 1 = 90 \text{ мм}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,5 \cdot 150 = 75 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=1$ .

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{90 \cdot 1}{75} = 1,2 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_o = 0,15 \cdot 1,2 = 0,18 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_o = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 1,38 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,168 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,02 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как  
 $t_{\text{ШК 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 1,2 + 0,18 + 0,168 + 0,02 = 1,568$  мин

Расточка отверстия

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 88 + 1 + 1 = 90 \text{ мм}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,3 \cdot 1000 = 300 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=6$ .

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{90 \cdot 6}{300} = 1,8 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_o = 0,15 \cdot 1,8 = 0,27 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_o = T_{оп} + T_B = 2,07 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,25 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{п} = 0,025t_{оп} = 0,03 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как  
 $t_{шк 005} = t_{оп} + t_B + t_{обс} + t_{п} = 1,8 + 0,27 + 0,25 + 0,03 = 2,35 \text{ мин}$

### **Расчет норм времени для операции 030**

Центрование

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 1,5 + 0,5 = 2 \text{ мм}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,05 \cdot 173 = 9 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=1$ .

Тогда основное время

$$t_{оп} = \frac{2 \cdot 1}{9} = 0,22 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,22 = 0,33 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_o = T_{оп} + T_B = 0,55 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,03 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{п} = 0,025t_{оп} = 0,004 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как  
 $t_{шк 005} = t_{оп} + t_B + t_{обс} + t_{п} = 0,22 + 0,33 + 0,03 + 0,004 = 0,584 \text{ мин}$

Сверление

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 10 + 1 + 1 = 12 \text{ мм}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,15 \cdot 260 = 39 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=1$ .

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{12 \cdot 1}{39} = 0,3 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,3 = 0,045 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{\text{оп}} + T_B = 0,345 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,042 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,008 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_B + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 0,3 + 0,045 + 0,042 + 0,008 = 0,395 \text{ мин}$$

Нарезание резьбы

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 10 + 1 + 1 = 12 \text{ мм}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 1,25 \cdot 200 = 250 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=6$ .

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{12 \cdot 6}{250} = 0,29 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_o = 0,15 \cdot 0,08 = 0,043 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{0П} + T_B = 0,33 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,04 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_{оп} = 0,004 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как  
 $t_{ШК 005} = t_{0П} + t_B + t_{обс} + t_{П} = 0,29 + 0,043 + 0,04 + 0,004 = 0,377 \text{ мин}$

### **Расчет норм времени для операции 040**

Центрование

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 1,5 + 0,5 = 2 \text{ мм}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,05 \cdot 173 = 9 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=10$ .

Тогда основное время

$$t_{0П} = \frac{2 \cdot 10}{9} = 2,22 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_o = 0,15 \cdot 2,22 = 0,33 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{0П} + T_B = 2,55 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,21 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{П} = 0,025t_{оп} = 0,003 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как  
 $t_{ШК 005} = t_{0П} + t_B + t_{обс} + t_{П} = 2,22 + 0,33 + 0,21 + 0,003 = 2,763 \text{ мин}$

Сверление

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 4 + 1 + 1 = 6 \text{ мм}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,05 \cdot 260 = 13 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=10$ .

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{6 \cdot 10}{13} = 4,61 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_o = 0,15 \cdot 4,61 = 0,69 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{\text{оп}} + T_B = 5,3 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,64 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,07 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_B + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 4,61 + 0,69 + 0,64 + 0,07 = 6,01 \text{ мин}$$

Фрезерование

Общая длина обработки::

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 72 + 1 + 1 = 74 \text{ мм}$$

Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,03 \cdot 2200 = 66 \text{ мм/мин}$$

Число рабочих ходов  $i=10$ .

Тогда основное время

$$t_{\text{оп}} = \frac{74 \cdot 10}{66} = 11,21 \text{ мин}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_o = 0,15 \cdot 11,21 = 1,68 \text{ мин}$$

Оперативное время:

$$T_0 = T_{\text{оп}} + T_B = 12,89 \text{ мин}$$



Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 1,57 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{л}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,28 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк 005}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{л}} = 11,21 + 1,68 + 1,57 + 0,28 = 14,74 \text{ мин}$$

## 2.12 Проектирование специального приспособления

Для обработки детали на операции 040 координатно-расточная с ЧПУ было разработано специальное приспособление для закрепления заготовки (рисунок 8).

Приспособление представляет собой вал с прижимающей шайбой, которые обеспечивают надежное закрепление детали, так же в приспособлении предусмотрен срезанный палец, по которому базируется отверстие  $\varnothing 9\text{мм}$ , он не дает заготовке провернуться при обработке. Приспособление устанавливается в трехкулачковый патрон, базируясь по цилиндрической поверхности и торцу. Таким образом, деталь может поворачиваться вокруг оси вместе с приспособлением, что необходимо для фрезерования отверстий по цилиндрической поверхности.

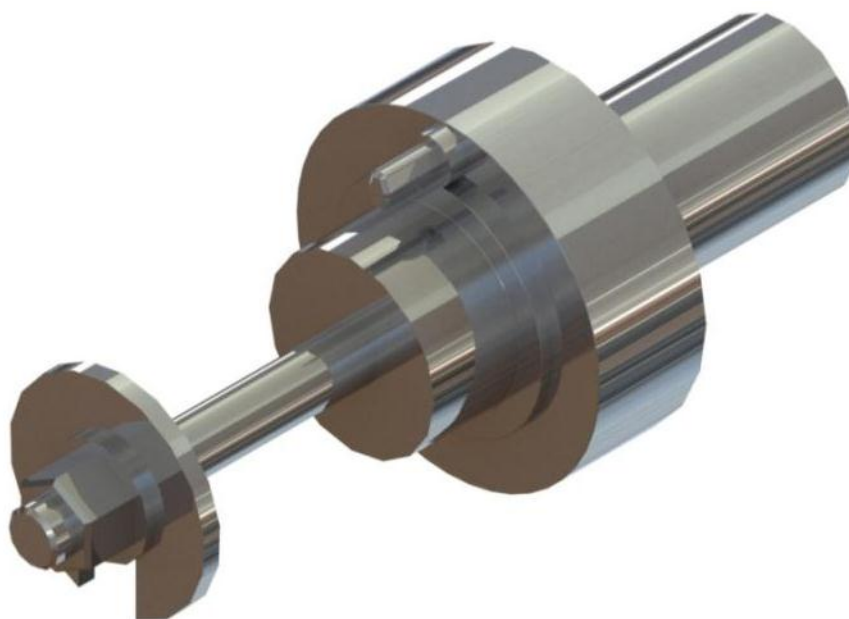


Рисунок 8 – Трехмерная модель специального приспособления

На рисунке 9 видно, как деталь располагается в приспособлении. Благодаря конструкции, инструмент при обработке не может повредить приспособление. Кроме того, шайба с прорезью представляет возможность быстрого снятия и установки детали.

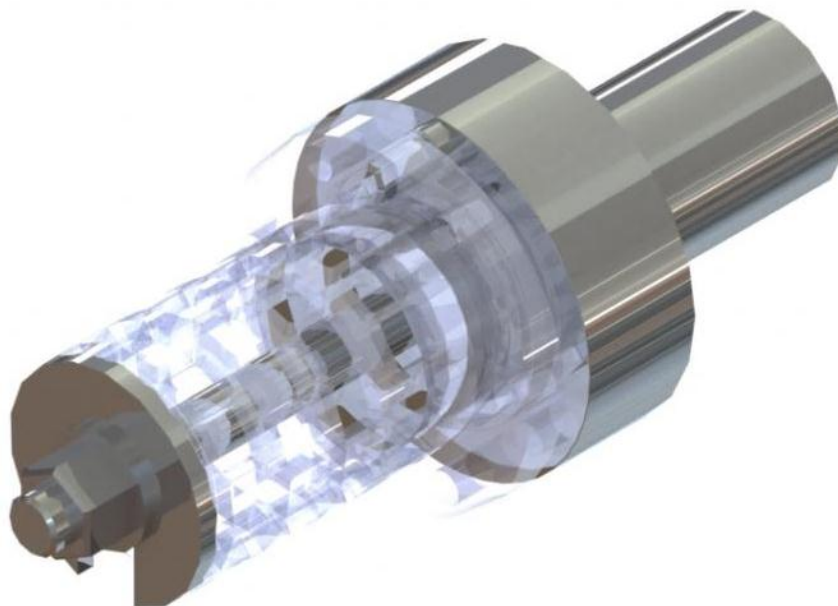


Рисунок 9 – Трехмерная модель специального приспособления с установленной на него деталью

Чертеж специального приспособления представлен в приложении Б.

### 2.13 Расчет погрешности базирования и установки заготовки

Суммарная погрешность при выполнении любой операции механической обработки состоит из погрешности установки детали, погрешности настройки станка и погрешности обработки. Расчетная суммарная погрешность приспособления определяется по формуле из [7]:

$$\Delta_{\text{пр}} \leq \delta - (K_1 \cdot \varepsilon_{\text{б}} + \Delta_y + K_2 \cdot \omega),$$

где  $\delta$  – допуск на размер обрабатываемой детали, мм;

$\varepsilon_{\text{б}}$  – погрешность базирования, мм;

$K_1$  и  $K_2$  – коэффициенты ( $K_1=0,8 \dots 0,85$ ;  $K_2=0,6 \dots 1,0$ );

$\Delta_y$  – погрешность установки детали при выполнении данной операции;  $\omega$  – точность обработки детали при выполнении данной операции.

Допуск на размер заготовки, зажимаемой в кулачках – 90h14 (для заготовки) равен 0,35 мм. Погрешность базирования для самоцентрирующегося устройства равна нулю, согласно таблицам справочника. Погрешность установки при установке в трехкулачковом патроне с чисто обработанной базой, при радиальном смещении заготовки, для диаметра от 80 до 120 мм равна 100мкм. Точность обработки на размер на данной операции равна 0,074мм (допуск на наибольший обрабатываемый размер заготовки – 90h14 после тонкого точения). Тогда по формуле рассчитываем погрешность приспособления:

$$\Delta_{\text{пр}} \leq \delta - (K_1 \cdot \varepsilon_6 + \Delta_y + K_2 \cdot \omega)$$

$$= 0,35 - (0,8 \cdot 0 + 0,1 + 0,8 \cdot 0,074) = 0,19 \text{ мм.}$$

Данный расчет показывает, что погрешность установки детали составляет 0,19 мм.

## 2.14 Расчет усилий зажима заготовки

Усилия зажима будем определять в зависимости от выбранной схемы закрепления заготовки. При данном расположении сил, наибольшее значение имеет сила  $P_x$ , по которой обычно и производится расчет. Сила  $P_x$  стремится повернуть заготовку в патроне. Этому препятствует сила зажима в патроне  $W$ . В трехкулачковом патроне суммарное усилие зажима всеми кулачками определяется по формуле [7]:

$$W = \frac{K \cdot P_x \cdot R_0}{f \cdot R}$$

где  $P_x$  – сила резания, проворачивающая заготовку в кулачках, Н;

$K$  – коэффициент запаса, принимается равным от 1,3 ... 1,6;

$R_0$  – радиус обработанной поверхности, мм;

$R$  – радиус, на котором осуществляется усилие зажима, мм;

$f$  – коэффициент трения, для рифленой поверхности кулачков равен

1. Для данного случая, учитывая конструктивные размеры  $R=45\text{мм}$  и  $R_0=27,43\text{мм}$

$$P_x = P_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2;$$

Табличная величина силы резания  $P_x$  для глубины резания 2 мм, подачи 1 мм/об, равна 2 кН. Величина коэффициента  $K_1$ , при обработке стали твердостью до 300 НВ, равен 0,9. Коэффициент  $K_2$  для скорости резания до 200 м/мин равен 0,9. Тогда фактическая величина силы резания равна:

$$P_x = 2 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 1,62 \text{ кН}$$

Усилие зажима для данной заготовки будет равно:

$$W = \frac{1,5 \cdot 1,62 \cdot 27,43}{1 \cdot 45} = 1,48 \text{ кН} = 150,9 \text{ кгс}$$

Таким образом, для закрепления заготовки в трехкулачковом патроне, обеспечивая оптимальные условия обработки, необходимо усилие в 150,9 кгс.

## **2.15 Проектирование гибкой производственной системы**

Гибкая производственная система (ГПС), согласно терминологии ГОСТ 26228–88, представляет совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплектов (РТК), гибких производственных модулей (ГПМ), отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного интервала времени. В ГПС предусмотрена автоматизированная переналадка при изготовлении изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик.

Основным элементом ГПС является гибкий производственный модуль – это единица технологического оборудования автоматически осуществляющая технологические операции в пределах его технических характеристик, способная работать автономно и в составе гибких производственных систем или гибких производственных ячеек.

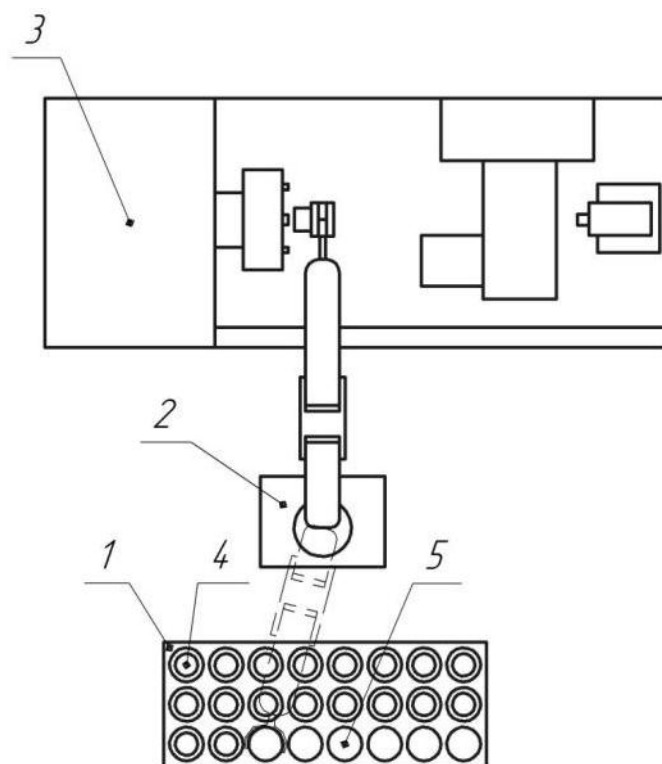
В новых условиях хозяйствования прогрессивным является только такое производство, которое активно и динамично реагирует на возникающие задачи. Научно-технический прогноз развития промышленного

производства показывает, что именно гибкие производственные системы (ГПС) наилучшим образом удовлетворяют требованиям заказчика, решают проблемы конкурентоспособности продукции на мировом рынке, обеспечивают высокую рентабельность производства и его эффективность.[11]

Для производства детали «Сепаратор» целесообразно провести автоматизацию токарной операции 020 с использованием станка с ЧПУ OPTIMUM L520 CNC. Так как на ней затрачивается наибольшее количество времени на обработку. Для автоматизации операции используем промышленного робота Kawasaki FS010E (рисунок 10). Его максимальная загрузка 10 кг, а радиус действия 1450 мм, что отлично подойдет для проектируемой ГПС. Робот помогает выполнять функцию загрузки заготовок и разгрузки готовых деталей. Заготовки робот берет с накопителя-приемника, подводит их к автоматическому зажимному устройству, после зажима он возвращается в исходное положение. По завершению обработки робот извлекает готовую деталь из зажимного устройства и устанавливает ее обратно в накопитель приемник, далее цикл повторяется.



Рисунок 10 – Промышленный робот Kawasaki FS010E



1 – Накопитель-приемник; 2 – промышленный робот Kawasaki FS010E; 3 - токарный станок с ЧПУ OPTIMUM L520 CNC; 4- готовые детали; 5 – заготовки

Рисунок 11 - Схема автоматизированного модуля токарного станка с ЧПУ

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4А31	Булгину Максиму Алексеевичу

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

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

<p>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</p>	<p>1. Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску. 2. Стоимость электроэнергии - 5,8 руб. кВт*ч. Стоимость интернета – 360 руб. в месяц.</p>
<p>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</p>	<p>30 % премии 20 % надбавки 16% накладные расходы 13% районный коэффициент</p>
<p>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</p>	<p>Система налогообложения, принятая для образовательных учреждений (27,1% отчисления на социальные нужды).</p>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</p>	<p>1. Определение ресурсной (ресурсо-сберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования. 2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований. 3. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.</p>
<p>2. Планирование и формирование бюджета научно-исследовательских работ</p>	<p>1. Расчет основной заработной платы исполнителей темы. 2. Расчет отчислений на социальные нужды. 3. Расчет электроэнергии и прочих расходов. 4. Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта</p>

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

<p>1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Календарный график проведения НИ 4. Бюджет проект</p>
---

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А31	Булгин Максим Алексеевич		



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

В данной работе рассмотрен анализ технологической подготовки производства детали типа «Сепаратор».

Для инженерной разработки очень важным параметром является её коммерческая ценность, которая объединяет в себя множество факторов и позволяет инвесторам оценить перспективность разработки, не углубляясь в её суть. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценить коммерческой потенциал и перспективность проведения научных исследований;
- определить возможные альтернативы проведению научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- спланировать научно-исследовательскую работу.

## 4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

### 4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

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

В данном случае сегментирования целесообразно провести по критерию стоимости, так как необходимо обеспечить конкурентоспособность между производством детали «Корпус», так как деталь является новым продуктом, то сегментирование рынка произведем относительно всех разработок.

Выделяются следующие сегменты рынка:

- по разработке, проектированию и производству;
- по серийности производства;
- по экономичности получения детали.

Исходя из сегмента рынка, будет произведено сегментирование коммерческих организаций по отраслям. Сегментирование приведено в таблице 8.

Таблица 8 - Карта сегментирования рынка

	Другие схожие производства	Заготовка из круглого прутка	Заготовка из отливки
Проектирование и производство			
Серийность производства			
Экономичность			
Фирма А		Фирма Б	

Результаты сегментирования:

- Основными сегментами рынка являются все виды деятельности для других схожих устройств.

- Наиболее сильно предприятие должно быть ориентировано на создание достойной конкуренции в сфере других схожих устройств

- Наиболее привлекательными сегментами рынка являются отрасли, связанные с проектированием и производством, серийностью производства и экономичностью получения детали.

#### **4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

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 соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты.

Таблица 9 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>

Продолжение таблицы 9

Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Эксплуатационные характеристики	0,11	4	3	2	0,44	0,33	0,22
2. Срок службы	0,1	3	4	2	0,3	0,4	0,2
3. Ремонтпригодность	0,07	2	2	4	0,14	0,14	0,28
4. Удобство в эксплуатации	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
5. Надежность	0,09	4	3	2	0,36	0,27	0,18
6. Простота изготовления	0,09	2	3	4	0,18	0,27	0,36
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,03	4	3	2	0,12	0,09	0,06
2. Уровень проникновения на рынок	0,08	2	3	3	0,16	0,24	0,24
3. Цена	0,09	4	3	4	0,36	0,27	0,36
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,11	4	3	3	0,44	0,33	0,33
5. Обслуживание	0,03	4	5	4	0,12	0,15	0,12
6. Финансирование	0,1	3	2	3	0,3	0,2	0,3
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>40</b>	<b>38</b>	<b>37</b>	<b>3,32</b>	<b>3,09</b>	<b>3,05</b>

- Б<sub>ф</sub> – наше предприятие;

- Б<sub>к1</sub> - ОАО «Микран»;

- Б<sub>к2</sub> – ООО «Томский электромеханический завод».

Анализ конкурентных решений показал, что целесообразно использовать индикатор блокировки линий, так как он обладает рядом преимуществ по отношению к другим. Наивысший вклад вносят такие характеристики как: эксплуатационные характеристики, надежность, конкурентоспособность продукта.

### 4.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться.

В первом этапе обычно описываются сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в табличной форме (таблица 10).

Таблица 10 - Матрица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Квалифицированный персонал.;</p> <p>С2. Высокий срок эксплуатации;</p> <p>С3. Надежность данной детали по сравнению с другими;</p> <p>С4. Высокое качество продукции;</p> <p>С5. Наличие финансирования компании.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1 Разлом детали в процессе монтажа;</p> <p>Сл2. Отсутствие возможности проверки результатов исследования с помощью практических опытов;</p> <p>Сл3. Возможные ошибки в расчетной части.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В2. Появление</p>		

Продолжение таблицы 10

дополнительного спроса на данный продукт В3. Повышение стоимости конкурентных исследований; В4. Развитие технологий в данной отрасли		
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на данную деталь; У2. Появление новых конкурентных разработок технологического процесса; У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции		

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 11, таблице 12, таблице 13, таблице 14.

Таблица 11 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	0	0	+	+
	B2	0	-	0	0	-
	B3	-	-	-	0	0
	B4	+	+	0	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта.

Таблица 12 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	V1	-	-	-
	V2	-	0	-
	V3	0	0	-
	V4	-	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта.

Таблица 13 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта.

Таблица 14 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	-
	У2	-	0	+
	У3	-	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У2Сл3.

В рамках третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 15).

Таблица 15 - Матрица SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>
	<p>С1. Квалифицированный персонал.;</p> <p>С2. Высокий срок эксплуатации;</p> <p>С3. Надежность данной детали по сравнению с другими;</p> <p>С4. Высокое качество продукции;</p> <p>С5. Наличие финансирования компании.</p> <p>С6. Применение новых технологий</p>	<p>Сл1 Разлом детали в процессе монтажа;</p> <p>Сл2. Отсутствие возможности проверки результатов исследования с помощью практических опытов;</p> <p>Сл3. Возможные ошибки в расчетной части.</p>
<b>Возможности:</b>	<p>Для использования инновационной структуры производства требуется высококвалифицированный персонал, что приведет к повышению качества продукции.</p> <p>С развитием технологий в данной отрасли, повышением квалификации персонала возможно</p>	<p>С созданием новых технологий появится возможность избежать ошибки в расчетной части и появится возможность проверить результаты исследования.</p>
<p>В1. Использование инновационной инфраструктуры производства;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на данный продукт</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных исследований;</p>		



## Продолжение таблицы 15

В4. Развитие технологий в данной отрасли	создание качественной продукции с высоким сроком службы. Высокое качество продукции приведет к развитию технологий в данной отрасли.	
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на данную деталь;</p> <p>У2. Появление новых конкурентных разработок;</p> <p>У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>	Применение новых технологий приведет к введению дополнительных государственных требований к сертификации.	Использование инновационной структуры производства может привести к отсутствию возможных ошибок в расчетной части. Высокое качество продукции увеличивает ее себестоимость, из этого следует, что спрос на продукцию снизится.

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составим список этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по категориям работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 16.

Таблица 16 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

#### 4.2.2 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, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

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

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

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

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

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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$$

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

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

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

### 4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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

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

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

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

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

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

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

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

Все рассчитанные значения сведены в таблице 10.

Таблица 17 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работы			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$
	$t_{\text{min}}$ , Чел-дни	$t_{\text{max}}$ , Чел-дни	$t_{\text{ож}}$ , Чел-дни			

Продолжение таблицы 17

Составление и утверждение технического задания	1	4	2,2	Руководитель проекта	2	3
Подбор и изучение материалов по теме	10	14	11,6	Исполнитель	12	15
Проведение патентных исследований	4	6	4,8	Исполнитель	5	61
Календарное планирование работ по теме	1	3	1,8	Руководитель проекта, исполнитель	1	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	7	13	9,4	Исполнитель	10	13
Оформление чертежей	11	22	15,4	Исполнитель	15	19
Оценка результатов исследования	5	7	5,8	Руководитель проекта, исполнитель	3	4
Составление пояснительной записки	7	14	9,8	Руководитель проекта, исполнитель	5	6

На основе таблицы 17 строим план график, представленный в таблице 18.

Таблица 18 - Календарный план график проведения НИР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>кi</sub> , кал. дни	Продолжительность выполнения работ												
				Фев.			Март			Апрель			Май			
1	Составление и утверждение технического задания	Руков.		■												

Продолжение таблицы 18

2	Подбор и изучение материалов по теме	Испол.	8															
3	Проведение патентных исследований	Испол.																
4	Календарное планирование работ по теме	Руков. испол.																
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Дипл.	1 5															
6	Оформление чертежей	Дипл.	2															
7	Оценка результатов исследования	Руков. испол.																
8	Составление пояснительной записки	Руков. испол.																

■ - руководитель проекта □ - дипломник.

#### 4.2.4 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

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

#### 4.2.5 Расчет материальных затрат НИИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{рас\ i} = 804 \text{ руб,}$$

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

$N_{рас\ i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м,  $m^2$  и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ $m^2$  и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента ( $k_T$ ), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 19 – Прочие затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материалы, ( $Z_m$ ), руб.
Ручка	Шт.	4	40	192
Бумага	Шт.	150	3	540
Карандаш	Шт.	3	20	72
Итого:				804

#### 4.3.6 Основная заработная плата исполнителей темы

В данную статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, а также рабочих опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется на основе трудоемкости выполняемых работ и действующей системы тарифных ставок и окладов. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.



Таблица 20 - Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу(окладам), тыс. руб.
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта	2,2	1326	2917
2	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель	11,6	583	6762
3	Проведение патентных исследований	Исполнитель	4,8	583	2798
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель проекта, исполнитель	1,8	1909	3436
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Исполнитель	9,4	583	5480
6	Построение модели индикатора и проведение исследования	Исполнитель	15,4	583	8978
7	Оценка результатов исследования	Руководитель проекта, исполнитель	5,8	1909	11072
8	Составление пояснительной записки	Руководитель проекта, исполнитель	9,8	1909	18708
Итого:					60151

Настоящая статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением научно-технического исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

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

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

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

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

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

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

где  $Z_M$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

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

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

Таблица 21 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель проекта	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
- выходные	53	53
- праздничные	26	26

Продолжение таблицы 21

Потери рабочего времени:		
- отпуск	48	72
- невыходы по болезни	14	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	224	200

Месячный должностной оклад работника:

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

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

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

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

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

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

Таблица 22 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$ , тыс. руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , тыс. руб.	$Z_{дн}$ , тыс. руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , тыс. руб.
Руководитель проекта	33162	0,3	0,3	1,3	68976	3202	11	35222
Исполнитель	1742	0,3	0,3	1,3	3623	168	51	8578
Итого:								43801

#### 4.3.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

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

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

#### 4.3.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,302 \cdot (35222 + 4226) = 11913 \text{ руб},$$

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,302 \cdot (8578 + 1029) = 2901 \text{ руб},$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов, равный 30,2%. На основании пункта 1

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

Таблица 23 - Отчисления во внебюджетные фонды

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

#### **4.3.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта**

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Накладные расходы включают в себя прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов, к ним относятся: печать, интернет, услуги связи, электроэнергия.

Расчет накладных расходов:

$$\sum_{1-4} \cdot 0,16 = (43801 + 12842 + 14814,6 + 804) \cdot 0,16 = 11561,8 \text{ руб.}$$

Таблица 24 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	43801	Пункт 4.3.6
2. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12842	Пункт 4.2.6
3. Отчисления во внебюджетные фонды	14814,6	Пункт 4.2.7
4. Расчет материальных затрат НТИ	804	Пункт 4.2.5
5. Расчет накладных расходов	11561,8	16% от п. 1-4
Бюджет затрат	83823,4	Сумма п 1-5

#### 4.4 Определение ресурсоэффективности проекта

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{192930}{192930} = 1,$$

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  - максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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:

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

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент разработки;

$b_i$  – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 25 – Критерии ресурсоэффективности

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

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение, что говорит об эффективности использования технического проекта. Таким образом применение индикатора блокировки линий остается эффективным и сохраняет конкурентоспособность.

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Корпус» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой металлоемкостью, высокой производительностью труда, в связи с чем, считаю, данный научно-исследовательский проект конкурентоспособным. Также можно сказать, что задачи, поставленные в данном разделе выпускной квалификационной работы, решены в полном объеме. А именно:

1 Согласно анализу конкуренции научной разработки, коэффициент составил 3,32, что больше чем у конкурентов, для которых он составил 3,09 и 3,05.

2 Был проведен SWOT анализ, который показал, что при соблюдении выполненных условий, внедрение нашей технологии производства позволит организации укрепиться и конкурировать на внутреннем рынке, и выйти на внешний рынок.

3 Был проведен расчет всех затрат, суммарные затраты составили 83823,4 руб.

4 Рассчитан бюджет НИР (на основную заработную плату – 43801 руб., на дополнительную – 12842 руб., отчисления во ВБФ - 3248 руб., прочие расходы составили 804 рубля).



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 4А31	ФИО Булгину Максиму Алексеевичу
----------------	------------------------------------

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

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

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>Рабочее место – технологические цеха, место у станка. Оборудование – станки (отрезной, токарный, токарный с ЧПУ, координатно-расточной, шлифовальной) Вредные факторы: Повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; недостаточная освещенность рабочей зоны Опасные факторы: Движущиеся машины и механизмы; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов и заготовок; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования, электрический ток</p>
<p>2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 – Шум на рабочих местах; СанПиН 2.2.4/2.1.8.566-96 – Производственная вибрация; СанПиН 52.13330.201 – Естественное и искусственное освещение; ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ - Электробезопасность; ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ – Оборудование производственное; ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ – Безопасность рабочих мест; СанПиН 60.13330.2012 – Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.</p>

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> </ul>	<p>Физико-химическая природа вредных факторов: - повышенные уровни шума; - повышенные уровни вибрации. Действие факторов на организм человека: - ухудшение слуха; - влияние на нервную систему; - раздражение человека; - нарушение работы сердечно-сосудистой системы; - головные боли; - тошнота. Средства коллективной защиты: - шумопоглощающая изоляция;</p>
--	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- звукоизолирующие кожухи;</li> <li>- активные средства виброзащиты.</li> <li>Средства индивидуальной защиты:</li> <li>- противошумные наушники;</li> <li>- противошумные вкладыши;</li> <li>- рукавицы, нагрудники, специальные костюмы</li> </ul>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>Источник опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- движущиеся машины;</li> <li>- режущие инструменты;</li> <li>- поверхность заготовки.</li> </ul> <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прихваты или прижимы;</li> <li>- термостойкие перчатки;</li> <li>- системы пожаротушения.</li> </ul> <p>Причины проявления опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- токи короткого замыкания,</li> <li>- электрические перегрузки;</li> <li>- курение в неположенных местах..</li> </ul> <p>Профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучение пожарной ТБ;</li> <li>- контроль оборудования.</li> </ul> <p>Первичные средства пожаротушения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- огнетушитель;</li> <li>- песок.</li> </ul>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Учет санитарно-защитной зоны при производстве деталей.</p> <p>Воздействие на атмосферу:</p> <p>Выделение пыли, стружки, туманов масел и эмульсий</p> <p>Воздействие на гидросферу:</p> <p>Сброс отработанных СОЖ в канализацию</p> <p>Воздействие на литосферу:</p> <p>Твердые отходы при производстве детали в виде стружки.</p> <p>Решения по обеспечению экологической безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- соблюдение инструкций при операциях по наливу и сливу смазочно-охлаждающих жидкостей;</li> <li>- Все работники должны быть обучены безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90;</li> <li>- применение индивидуальных средств защиты по типовым отраслевым нормам при работе со станками..</li> </ul>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>Возможные ЧС на объекте:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аварийная остановка при превышении рабочей температуры станка;</li> <li>- аварийная остановка при превышении уровня вибрации;</li> <li>- нарушение рабочего режима маслосистемы;</li> <li>- пожар на территории цеха.</li> </ul> <p>Превентивные меры по предупреждению ЧС: проведение эмпирических испытаний после получения результатов при моделировании процессов в программном комплексе является наиболее важной мерой на пути предупреждения чрезвычайной ситуации.</p> <p>В случае возникновения данной аварийной ситуации необходимо действовать согласно инструкции, предписанной данному предприятию на случай возникновения ЧС.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>Допуск к работе имеют лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, обученные безопасным методам и приемам работы, применению средств индивидуальной защиты, правилам и приемам оказания первой медицинской помощи пострадавшим и прошедшие проверку знаний в установленном порядке.</p> <p>К выполнению работ допускаются руководители,</p>

	<i>специалисты и рабочие, обученные и сдавшие экзамены на знание правил безопасности и техники безопасности, умеющие пользоваться средствами индивидуальной защиты и знающие способы оказания первой (доврачебной) помощи.</i>
<b>Перечень графического материала:</b>	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А31	Булгин М.А.		

## 4 Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления детали «Сепаратор».

Цель работы: произвести анализ производственной и экологической безопасности, безопасности в чрезвычайных случаях, затронув правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

### 4.1 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 12.0.003-74. Проанализировав всевозможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 26.

Таблица 26. Опасные факторы при проведении технологических операций

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Заготовительная операция, оборудование ножовочный автоматический отрезной станок 8725; 2. Токарная, оборудование токарно-винторезный станок особо-высокой точности SAMAT 400 S/S; 3. Токарная с ЧПУ, оборудование токарный станок С ЧПУ OPTIMUM L520 CNC; 4. Координатно-расточная, оборудование координатно-расточной станок 2В440А с УЦИ;	1. Превышение уровней шума и вибрации; 2. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 2. Электрический ток; 3. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материала и заготовок.	Шум: СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96; Вибрация: СанПиН 2.2.4/2.1.8.566-96; Освещение: СанПиН 52.13330.2011; Отопление: СанПиН 60.13330.2012; Электричество: ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;

Продолжение таблицы 26

<p>5. Координатно-расточная с ЧПУ, оборудование координатно- расточной станок с ЧПУ 24К40СФ4;6. Круглошлифовальная, оборудование круглошлифовальный станок 3С120В.</p>		<p>4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p>	<p>Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ; СанПиН к ЭВМ: 2.2.1/2.1.1.1278-03; СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96; СанПиН отопление: 60.13330.2012; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.</p>
<p>1. Контрольная; 2. Слесарная; 3. Промывочная; 4. Консервация.</p>	<p>1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.</p>	<p>1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; 2. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.</p>	<p>СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.</p>

Приведем допустимые нормы с необходимой размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора.

## **Превышение уровней шума**

Источником шума будут являться металлообрабатывающие станки, используемые при данном производственном технологическом процессе. Данный фактор относится к природе физического характера. Согласно п.4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96, допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ. Если уровень шума будет выше допустимого, то это скажется на физическом состоянии рабочего. При превышении уровня шума можно воспользоваться следующими методами снижения шума:

- Снижение шума в источнике осуществляется за счет улучшения конструкции машины или изменения технологического процесса.

- Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. Принцип действия СИЗ – защитить наиболее чувствительный канал воздействия шума на организм человека – ухо. Применение СИЗ позволяет предупредить расстройство не только органов слуха, но и нервной системы от действия чрезмерного раздражителя.

- Методы и средства коллективной защиты, которые включают в себя применение звукоизоляции, акустическую обработку помещений, рациональную планировку предприятий и производственных помещений, а также изменение направленности излучения шума.

## **Отклонение параметров микроклимата**

Основные виды работ, выполняемые рабочими, по степени физической тяжести, относятся к категории средних работ. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, в соответствии с периодом года и категорией работ, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 предоставлены в таблице 28.

Таблица 27 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория Пб (233...290)	17-19	16-20	40-60	0,2
Теплый	Категория Пб (233...290)	19-21	18-22	40-60	0,2

Если отклонение параметров микроклимата выходит за пределы установленные в СанПиН 2.2.4.548-96 необходимо воспользоваться методами регулирования параметров, такими как установка отопительных систем и систем кондиционирования помещений.

### **Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Освещённость – физическая величина, характеризующая освещение поверхности, создаваемое световым потоком, падающим на эту поверхность, измеряется в люксах (СИ) и обозначают её буквой Е.

Хорошее освещение действует тонизирующие, создаёт хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов нервной высшей деятельности. Улучшение освещённости способствует улучшению работоспособности даже в тех случаях, когда процесс труда практически не зависит от зрительного восприятия.

Работая при освещении плохого качества или низких уровней, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к ухудшению физического состояния.

Нормирование естественного и искусственного освещения производится по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 в зависимости от разряда зрительной работы (наименьший размер объекта различения), от контраста объекта различия с фоном и от характеристики фона. Также существует

нормирование коэффициента пульсации освещенности для каждого типа ламп.

В производственных помещениях, в случаях преимущественной работы с деталями, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов и тд.).

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 определяем, что вид работ относится к работам средней точности, следовательно, освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали должна быть 400-500 лк.

В случаях если освещенность не достигает 400-500 лк следует пересмотреть проектировку размещения устройств освещения, либо заменить устройства освещения.

### **Электрический ток**

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Цех производственного предприятия относится к категории помещений с повышенной опасностью, т.к. в помещении имеются токопроводящие изделия, повышенная влажность и т.д. Оборудование должно подключаться к сети, которая имеет защитное заземление.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает тепловое (ожоги, нагрев сосудов), механическое (разрыв тканей, сосудов при судорожных сокращениях мышц), химическое (электролиз крови), биологическое (раздражение и возбуждение живой ткани) или комбинированное воздействие.

Основными средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются: недоступность токоведущих частей для



случайного прикосновения; защитное заземление, зануление или отключение; вывешивание предупреждающих надписей; контроль за состоянием изоляции электрических установок.

Требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации, а также технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность электроустановок различного назначения приведены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

### **Термическая опасность**

Источником данного фактора может возникнуть горячий инструмент, заготовка, поверхности оборудования и др. Характер фактора – физический. Термические опасности могут приводить к:

- ожогам и ошпариванию из-за соприкосновения с предметами или материалами, имеющими чрезвычайно высокую или низкую температуру, вызванную, например, пламенем или взрывом, а также излучением источников тепла;

- ущерб здоровью из-за воздействия высокой или низкой температуры окружающей производственной среды.

Работники, связанные с термической обработкой заготовки (детали) должны иметь при себе средства индивидуальной защиты: специальные защитные очки, индивидуальные средства защиты органов дыхания, перчатки, прихватыватели, прижимы и др. Данные средства защиты подойдут и для защиты от механических повреждений, таких как, острые кромки, шероховатость поверхностей заготовки и др.

Оградительные устройства применяются для изоляции систем привода машин и агрегатов, зоны обработки заготовок станков, прессов, штампов, ограждения токоведущих частей, зон интенсивных излучений, зон выделения вредностей, загрязняющих воздушную среду, и т. д. Ограждаются также рабочие зоны, расположенные на высоте (леса и т. п.).

– Стационарные ограждения (любое стационарное ограждение является постоянной частью данной машины и не зависит от движущихся частей, выполняя свою функцию);

– Совмещенные защитные устройства; – Регулируемые защитные устройства (регулируемые защитные устройства позволяют достичь гибкости в выборе различных размеров материалов);

– Саморегулирующиеся защитные устройства (открытие саморегулирующихся устройств зависит от движения материала).

Применение этих методов отдельно или комплексно помогут избежать несчастных случаев, связанных с подвижными частями производственного оборудования.

#### **4.2 Экологическая безопасность**

В результате изготовления детали по технологическому процессу, были выявлены источники загрязнения гидросферы – использованная смазочно-охлаждающая жидкость для обработки детали и химический раствор для получения покрытия.

Приготовление жидкости состоит в смешении масла с водой и эмульгатором. Все масляные эмульсии обладают большой устойчивостью. При обычном отстаивании в течение 3 месяцев концентрация масла снижается всего на 10—20 %. Обычно срок службы эмульсий не превышает 1 мес.

Предприятия производят сброс отработанных СОЖ в канализацию и наносит вред окружающей среде. Для утилизации, отработанной СОЖ применяют следующие методы: центрифугирование, реагентную коагуляцию, термический метод, а также их комбинацию.

На предприятии предлагается использовать метод центрифугирования с добавлением кислоты, содержанием которой можно обеспечивать рН среды, равный 1-2. Для этого требуется покупка или изготовление центрифуги с кислотостойким покрытием.

В гальваническом производстве неизбежно образуются токсичные сточные воды, которые необходимо обезвреживать.

Значительная часть предприятий, имеющих гальваническое производство, не имеет очистных сооружений и сбрасывает промышленные стоки в городскую канализацию.

Учитывая вышеизложенное, а также в целях экономии материальных ресурсов (поскольку содержание цветных металлов в осадках очистных сооружений соизмеримо с их содержанием в природном сырье), утилизация отходов гальванических производств имеет важное экологическое и экономическое значение.

Методы очистки сточных вод гальванических производств подразделяются на химические, электрохимические и физические. Система очистки сточных вод может быть проточной и замкнутой. При проточной системе очистки сточные воды после нейтрализации сбрасываются в канализацию. Замкнутые системы очистки используют в технологическом цикле очищенные сточные воды. Конечно, замкнутая система требует от предприятия более глубокой очистки сточных вод, но ее использование исключает сброс токсичных веществ в городскую канализацию, поэтому оно более прогрессивно и предпочтительно.

Таким образом, проблема с экологической безопасностью является решенной.

#### **4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайными ситуациями на производственном предприятии могут быть пожары. Основы пожарной безопасности определены по ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.1.010-76.

Все производства по пожарной опасности подразделяются на 5 категорий: А, Б, В, Г, Д. Производственное помещение, в котором выполняется технологический процесс, относится к категории В.

Причинами пожара могут быть: токи короткого замыкания, электрические перегрузки, выделение тепла, искрение в местах плохих контактов при соединении проводов, курение в неположенных местах.

#### **4.3.1 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара и разработка порядка действия в случае его возникновения**

Тушение горящего электрооборудования под напряжением должно осуществляться имеющимися огнетушителями ОУ-5. Чтобы предотвратить пожар в производственном помещении, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы поводится влажная уборка всех помещений;

- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;

- на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из здания с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;

- уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы, оборудование и т.д. и отключение силовой и осветительной электрической сети. Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

- правильная эксплуатация приборов, установок;

- правильное содержание помещения;

- противопожарный инструктаж сотрудников аудитории;

- издание приказов по вопросам усиления ПБ;

- организация добровольных пожарных дружин, пожарно-технических комиссий;

- наличие наглядных пособий и т.п.

В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану по номеру 01 и покинуть помещение, руководствуясь планом пожарной эвакуации.

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

### **4.4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности**

Согласно трудовому кодексу РФ, принятому 26 декабря 2001 г., существует перечень регламентов касающихся правовых вопросов обеспечения безопасности, таких как:

- заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста шестнадцати лет, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом, другими федеральными законами;

- лица, получившие общее образование или получающие общее образование и достигшие возраста пятнадцати лет, могут заключать трудовой договор для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда их здоровью;

- обязательному предварительному медицинскому осмотру при заключении трудового договора подлежат лица, не достигшие возраста восемнадцати лет, а также иные лица в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами;

- нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать сорока часов в неделю;

- во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.

### **4.4.2 Организационные вопросы обеспечения безопасности**

Согласно ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования», определяются общие эргономические положения при работе стоя, такие как:

- рабочее место для выполнения работ стоя организуют при физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя. Категория работ - по ГОСТ12.1.005-76;

– конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы;

– рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

Также в данном ГОСТе указаны общие характеристики рабочего места, требования к размещению органов управления и средств отображения информации.

Согласно ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», существует ряд общих положений, которые предъявляются к системе «человек — машина — среда», таких как:

– эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливать его соответствие антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда;

– эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться к тем его элементам, которые сопряжены с человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации, монтажа, ремонта, транспортирования и хранения производственного оборудования;

– при установлении эргономических требований к производственному оборудованию необходимо рассматривать оборудование в комплексе со средствами технологической и в необходимых случаях организационной оснастки.

## **Заключение**

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были проведены анализ технологичности конструкции детали, проверены эксплуатационные свойства детали, выбрана исходная заготовка для изготовления, спроектирован технологический маршрут и рассчитаны припуски на обработку. Кроме того разработан технологический процесс изготовления детали, требующий минимального количества оборудования и инструмента. Было подобрано оборудование, которое включает в себя станки с ЧПУ, и инструмент для изготовления детали. Были выбраны режимы резания, обеспечивающие максимальную эффективность обработки, проведен размерный анализ для точных операций, рассчитаны нормы времени технологического процесса. А так же было спроектировано специальное приспособление для одной из операций, рассчитаны погрешности базирования и установки заготовки, разработан гибкий производственный модуль. Проведены необходимые расчеты в разделах финансового менеджмента и социальной ответственности. Цели выпускной квалификационной работы выполнены в полном объеме. Обработаны данные по производству детали «Сепаратор». Даны конечные результаты расчетов и проведена технологическая подготовка производства, предусматривающая эффективное использование технологического обеспечения условного предприятия.

## Список используемой литературы

1 Проблемы развития машиностроения [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://www.grandars.ru/shkola/geografiya/razvitie-mashinostroeniya.html>

2 Должиков В.П. Технология наукоемких производств: учебное пособие – Томск: изд. ТПУ, 2013. – 301 с.

3 Гольдштейн Г.Я. Стратегический инновационный менеджмент: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, – 2004. – 294 с.

4 Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства деталей [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://www.studfiles.ru/preview/3978295/page:5/>

5 Васильев А.С., Кондаков А.И. Выбор заготовок в машиностроении: Учебное пособие.-Москва: Изд-во МГТУ, 2002.-800 с.

6 Костюков В.Д. Системы управления техническими и общими процессами предприятия. Конспект лекций по курсу «Автоматизация процессов обработки информации». МАТИ, каф. ТИАС, 2005. -44 с.

7 Самылов В.А. Определение припусков расчетно-аналитическим методом: Методические указания – Тюмень: изд. ТГНУ, 2004. – 15 с.

8 Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: изд. ТПУ, 2003 – 324 с.

9 Пашкевич М.Ф. Технологическая оснастка: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 320 с.

10 Коротков В.С. Технологическая оснастка: курс лекций. – Томск.: изд. ТПУ, 2010. – 152 с.

11 Хватов Б.Н. Гибкие производственные системы. Расчет и проектирование: учебное пособие. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. - 112 с.



**Приложение А**  
**(обязательное)**

**Комплект документов**

Дубл.										
Взам.										
Подп.										

ТПУ				ФВТМ.4А31076.004				ФВТМ 4А31	
Корпус									

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

## КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На технологический процесс механической обработки

детали «Сепаратор»

Проверил: руководитель, ассистент

Анисимова М.А.

Выполнил: студент группы 4А31

Булгин М.А.



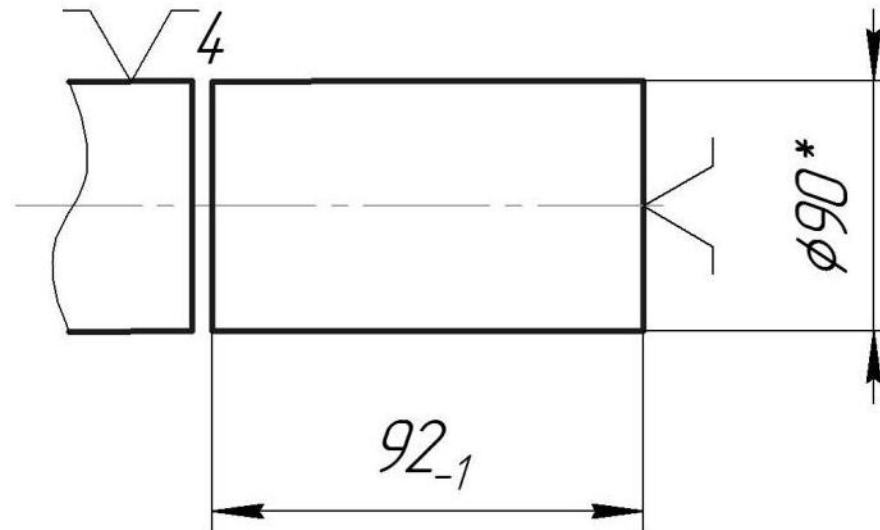


Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

3

Разраб.	Булгин М.А.				ВКР.ФВТМ.4А31076.002		ИФВТ.10100.00001
Провер.	Анисимова М.А.						
Н.контр.					Сепаратор		005

 $\sqrt{Ra\ 12,5}$ 











Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			

															8
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Разраб.	Булгин М.А.				ВКР.ФВТМ.4А31076.002				ИФВТ.10100.00001			
Провер.	Анисимова М.А.											

Н.контр.															015
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----

Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка		МЗ	КОИ
Контрольная		40Х ГОСТ 4573-71		НВ 217		кг	0,527	Круг ø90x92		4,58	1
Оборудование		Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	Сож			
					0,5		1				

Р	Содержание перехода	То	Д или В	L	t	i	S	n	V
О01	Контролировать размер Ø 54,86 <sub>-0,074</sub> мм								
Т02	Микрометр МКЦ-I-75 ГОСТ 6507-90								
О03	Контролировать размер 74±0,2 мм								
Т04	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89								
О05	Контролировать размер 88 <sub>-0,87</sub> мм								
Т06	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89								

ОК	Операционная карта										106
----	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

9

Разраб.	Булгин М.А.								
Провер.	Анисимова М.А.								

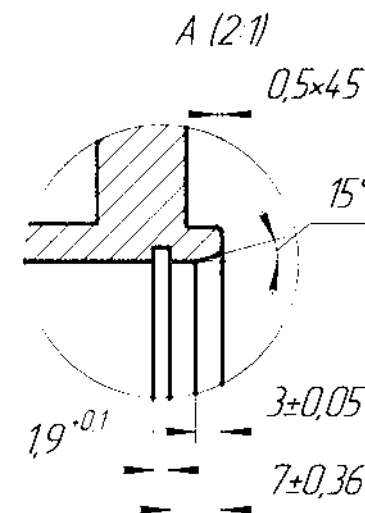
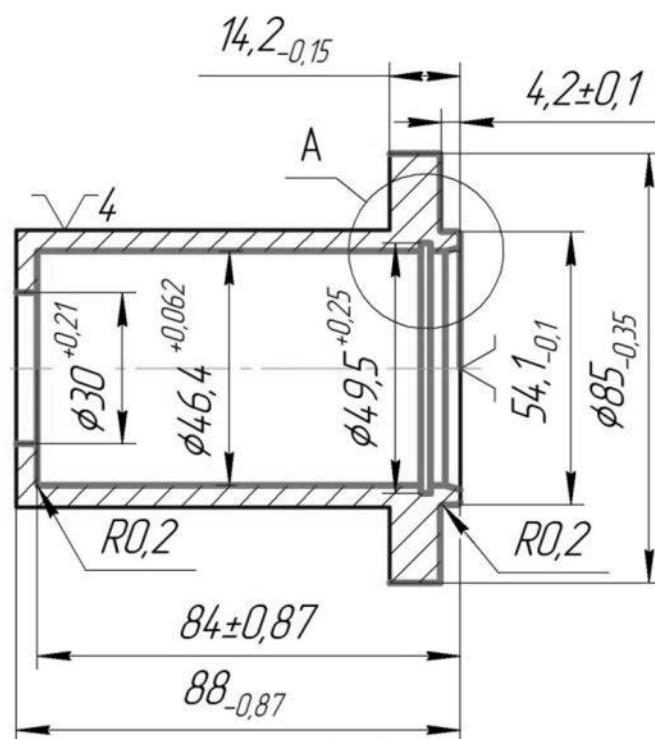
ВКР.ФВТМ.4А31076.002

ИФВТ.10100.00001

Н.контр.									
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Сепаратор

020

 $\sqrt{Ra} 1,6$ 



















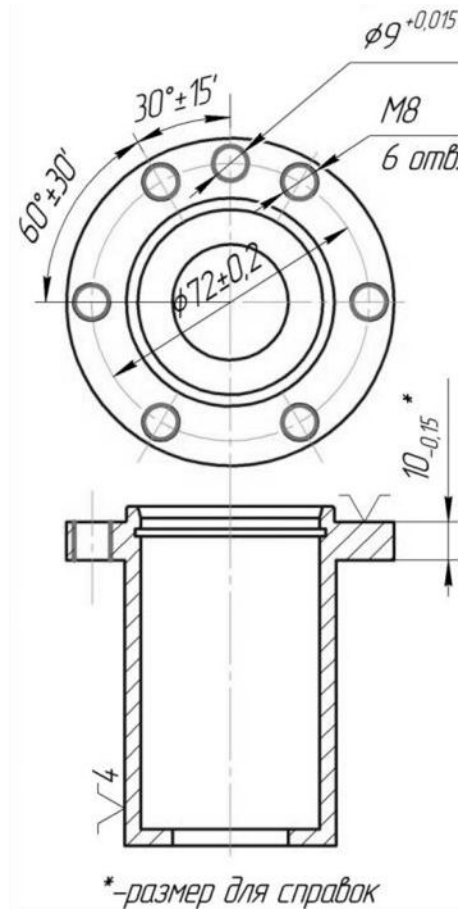


Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

19

Разраб.	Булгин М.А.					ВКР.ФВТМ.4А31076.002		ИФВТ.10100.00001
Провер.	Анисимова М.А.							
Н.контр.						Сепаратор		030

 $\sqrt{Ra 1,6}$ 

КЭ

Карта эскизов

117









Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

23

Разраб.	Булгин М.А.		
Провер.	Анисимова М.А.		

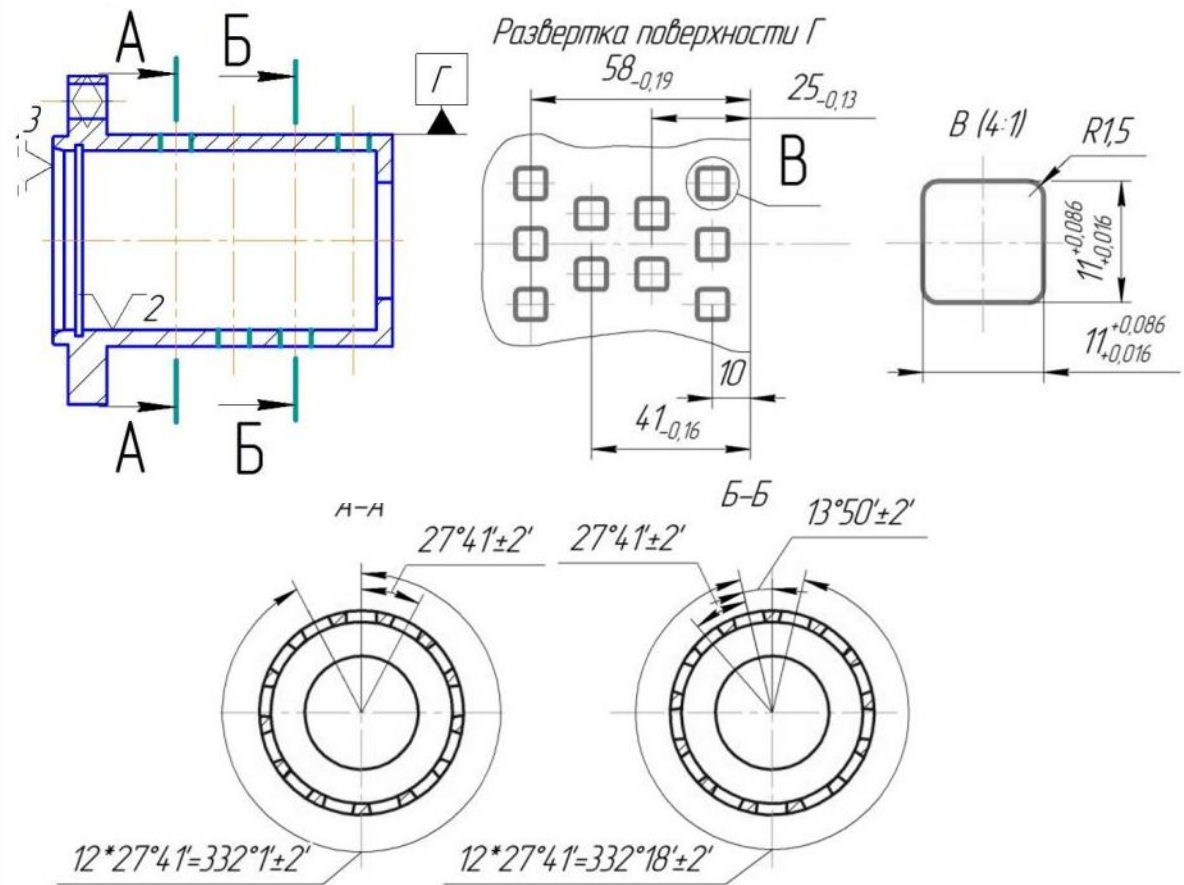
ВКР.ФВТМ.4А31076.002

ИФВТ.10100.00001

Н.контр.			
----------	--	--	--

Сепаратор

040



$\sqrt{Ra 1,6}$





										26	
ТПУ		ВКР.ФВТМ.4А31076.002						ИФВТ.15140.00001			
								1	2	3	040
Оборудование, устройство ЧПУ					Особые указания						
24К40СФ4; Sinumerik 828D											
Кодирование информации, содержание кадра						Содержание перехода					
N020 G70 G94 G75 G90											
'ОТВЕРСТИЕ1'											
'TOOL NUMBER:1'											
'SPINDLE RPM:892'											
N030 S892											
N045 X1.3976 Y2.2835											
N050 Z0.1181 M8											
N055 G81 Z0.382 F5.4											
N060 X1.3976											
N065 G80											
N070 Z0.9843											
N080 G81 Z0.382 F5.4											
N085 X2.185											
N090 G80											
N095 Z0.9843											
N100 X2.9724 Z0.1181											
N105 G81 Z0.382 F5.4											
N110 X2.9724											
N115 G80											
N120 Z0.9843											
N125 X1.7913 Y1.6142 Z0.1181											
N130 G81 Z0.382 F5.4											
N135 X1.7913											
N140 G80											
N145 Z0.9843											
						Разраб.		Булгин М.А.			
						Консульт.		Анисимова М.А.			
						Н. контр.					
ККИ										124	



















Дубл.														
Взам.														
Подп.														

35

Разраб.	Булгин М.А.													
Провер.	Анисимова М.А.													

ВКР.ФВТМ.4А31076.002

ИФВТ.10100.00001

Н.контр.														045
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль, разм., заготовка	МЗ	КОИ
Слесарная	40Х ГОСТ 4573-71	НВ 217	кг	0,527	Круг $\varnothing 90 \times 92$	4,58	1
Оборудование	Обозначение программы	То	Тв	Тпз	Тшт	Сож	
			1		2		

Р	Содержание перехода	То	Д или В	L	t	i	S	n	V
---	---------------------	----	---------	---	---	---	---	---	---

001	Снять заусенцы по контуру, притупить острые кромки								
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

T02	Напильник 2821-0001 ГОСТ 1465-80								
-----	----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

T03	Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77								
-----	--------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ОК	Операционная карта									133
----	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	-----



Дубл.			
Взам.			
Подп.			


37

Разраб.	Булгин М.А.		
Провер.	Анисимова М.А.		

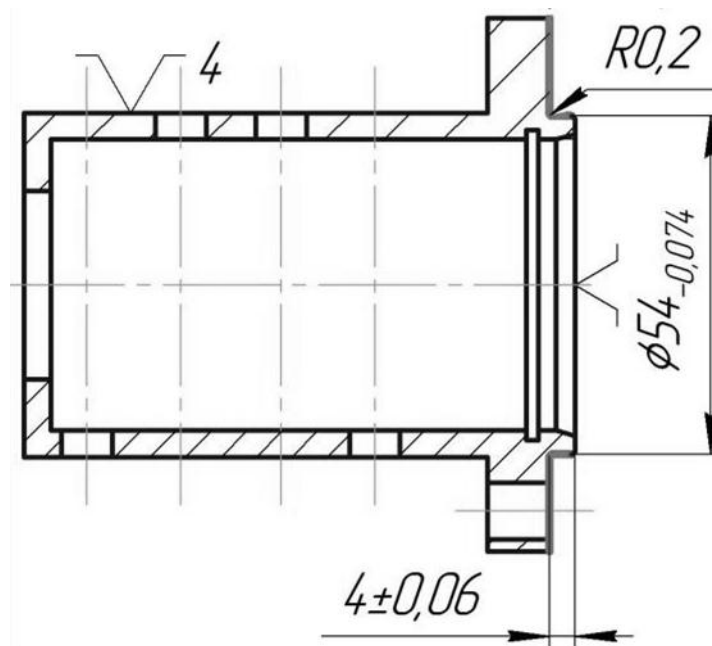
ВКР.ФВТМ.4А31076.002

ИФВТ.10100.00001

Н.контр.			
----------	--	--	--

Сепаратор

055

 $\sqrt{Ra} 0,8$ 















## **Приложение Б**

**Чертеж специального приспособления**