

**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 «Корпус» на станках с ЧПУ</b> |

УДК 621.9.06-529:621.81-21

Студент

| Группа | ФИО                    | Подпись | Дата |
|--------|------------------------|---------|------|
| 4А31   | Дронов Денис Сергеевич |         |      |

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-2017г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

| Код результата                      | Результат обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Профессиональные компетенции</i> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| P1                                  | Уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции. |
| P2                                  | Уметь 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.                                                                                                                                                               |
| P3                                  | 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.                                                   |
| P4                                  | 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.                                                                                                                                                              |
| <i>Универсальные компетенции</i>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| P5                                  | 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.                                                                                                         |
| P6                                  | 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.                                                                                          |
| P7                                  | 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.                                                                                                                                                                                |
| P8                                  | Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях.                               |

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  
\_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О) С.Г. Псахье

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме

|                     |
|---------------------|
| Бакалаврской работы |
|---------------------|

Студенту:

|        |                           |
|--------|---------------------------|
| Группа | ФИО                       |
| 4А31   | Дронову Денису Сергеевичу |

Тема работы:

|                                                                          |                    |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Технологическая подготовка производства детали «Корпус» 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   | Дронов Денис Сергеевич |         |      |

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа 92 страницы, 12 рисунков, 27 таблиц, 16 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: корпус, технологический процесс, инструмент, технологическая подготовка, станок, ЧПУ, нормы времени, режимы резания.

Объектом исследования является деталь типа «Корпус».

Цель работы – разработка технологии производства детали «Корпус».

В результате исследования был проведен анализ технологичности конструкции детали, анализ прочности детали, спроектирован технологический процесс изготовления детали, подобраны средства технологического оснащения, измерительные инструменты, разработаны управляющие программы для станков с ЧПУ, спроектирован гибкий производственный модуль.

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

## Оглавление

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                                                               | 3  |
| 1 Технологическая подготовка производств .....                                              | 4  |
| 1.1 Основные положения.....                                                                 | 4  |
| 1.2 Этапы технологической подготовки детали «Корпус» .....                                  | 5  |
| 2 Проектирование технологического процесса изготовления детали .....                        | 7  |
| 2.1 Анализ технологичности конструкции детали .....                                         | 7  |
| 2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали.....                                        | 8  |
| 2.3 Способ получения заготовки .....                                                        | 10 |
| 2.4 Проектирование технологического маршрута .....                                          | 11 |
| 2.5 Расчет припусков на обработку .....                                                     | 17 |
| 2.6 Проектирование технологических операций .....                                           | 21 |
| 2.6.1 Выбор средств технологического оснащения .....                                        | 27 |
| 2.6.2 Выбор и расчет режимов резания .....                                                  | 30 |
| 2.6.3 Нормирование технологических переходов .....                                          | 33 |
| 2.7 Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ .....                                 | 39 |
| 2.8 Размерный анализ технологического процесса .....                                        | 40 |
| 2.9 Проектирования и выбор средств технологического оснащения .....                         | 43 |
| 2.9.1 Расчет погрешности базирования и установки заготовки .....                            | 46 |
| 2.10 Проектирование гибкой производственной системы.....                                    | 44 |
| 3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 51                     |    |
| 3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований ..... | 52 |
| 3.2 Планирование научно-исследовательских работ.....                                        | 59 |
| 3.3 Определение ресурсоэффективности проекта .....                                          | 72 |
| 4 Социальная ответственность .....                                                          | 78 |
| 4.1 Производственная безопасность.....                                                      | 78 |
| 4.2 Экологическая безопасность.....                                                         | 85 |
| 4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....                                              | 86 |
| 4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....                        | 88 |
| Заключение .....                                                                            | 90 |
| Список используемых источников.....                                                         | 90 |
| Приложение А. Комплект технологической документации.....                                    | 91 |

## **Введение**

Во всем мире стремительно растет выпуск сложных изделий, применяемых как в производственных условиях, так и в бытовой жизни. Становятся более сложными системы управления и конструкции машин. Наряду с этим возрастают и требования к их качеству и дизайну. Для производства машин с усовершенствованными характеристиками необходимо внедрение новых технологий. Любые новые технологии – это результат развития современной науки и производства. Создание новых технологий довольно сложный процесс, который требует применения всех накопленных знаний в области техники, производства, технологий и экономики.

На настоящий момент производство деталей машин в большей мере связано с механической обработкой. Удельный вес механической обработки, по большей части, зависит от типа производства и составляет от 30 до 70%. На пути проектирования технологических процессов механической обработки все чаще приходится сталкиваться с определенными трудностями: для каждого случая необходимо решать конкретные задачи со многими параметрами.

В представленной выпускной квалификационной работе затронуты вопросы технологической подготовки производства детали типа «Корпус», которые включают в себя: проектирование технологического процесса изготовления детали, маршрута, операций, а также средств технологического оснащения.

Важной частью данной работы является разработка управляющей программы для станка с числовым программным управлением (ЧПУ). Так же необходимо произвести размерный и прочностной анализ с целью снижения процента брака в партии, для производства детали типа «Корпус».

# **1 Технологическая подготовка производства**

## **1.1 Основные положения**

Технологическая подготовка производства (ТПП) — совокупность процессов по обеспечению технологической готовности производства к выпуску спроектированного изделия, при соблюдении требований к срокам, качеству и объемам выпускаемой продукции, а также учитывая запланированные затраты[1]. ТПП включает в себя:

- обеспечение технологичности изделия (учитывая технологичность самой конструкции изделия и технологичность выполняемых работ при его изготовлении, эксплуатации и ремонте);
- проектирование и внедрение технологических процессов (штамповки, механической обработки, термообработки, сборки, литья, и др.) для производства деталей и узлов изделия;
- разработку и изготовление необходимого оборудования и средств технологической оснастки (приспособлений, штампов, пресс-форм, специального режущего и мерительного инструмента);
- управление процессами ТПП.

Основной целью ТПП является проектирование технологического процесса, его технического обеспечения, беря за основу проект изделия. Полученная на этом этапе информация, должна отвечать на следующий вопрос: как необходимо изготавливать изделие, чтобы сбалансировать технико-экономические показатели деятельности предприятия, которое его выпускает. Эта информация определяет нормативно-технические данные, которые необходимы для организации управления предприятием. Следовательно, от качества полученной информации и прописанной в технологической документации, в большей степени зависят качество продукции и эффективность производства[2,3].

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

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

Специфика проектирования технологических процессов и объем решаемых задач определяют трудоемкость и сроки реализации проектировочных работ на предприятии. С целью повышения эффективности проектировочных работ — снижения стоимости и сокращения времени на проектирование — необходимо применение автоматизации технологического проектирования на базе электронно-вычислительных машин (ЭВМ)[4].

Основой создания систем автоматизации технологического проектирования (САПР ТП) на отдельно взятых предприятиях является совокупность государственных стандартов, определяющих Единую систему технологической подготовки производства — ЕС ТПП[5-7]. Эти стандарты включают в себя общие правила и положения по организации научно-технических работ в области технологической подготовки производства, внедрения их в производство, определены этапы разработки документации по организации и оптимизации технологического проектирования, установлены правила разработки технического задания (ТЗ) на разработку автоматизированных технологических комплексов (АТК).

### **1.2 Этапы подготовки производства детали «Корпус»**

Первый этапом ТПП для данной детали (рисунок1) будет является разработка маршрутной технологии, которая содержит последовательность выполнения основных операций по изготовления детали, а именно: заготовительную операцию, токарную, токарную с ЧПУ, фрезерную с ЧПУ, сверлильную, слесарную, промывочную, гальваническую и консервацию.



Рисунок 1 - Изображение 3D модели детали «Корпус»

Использование станков с ЧПУ позволяет изготовить деталь с более точными размерами, сократить время на изготовление детали и от части автоматизировать технологический процесс, также данное оборудование более универсально. Далее для всех операций подбирается оборудование, учитывая габариты и массу заготовки. Так как масса и габариты заготовки невелики, предприятие не нуждается в дополнительном оборудовании для транспортировки заготовки (детали) по цехам. На этом же этапе осуществляется выбор инструмента и технологического оснащения, расчет норм времени и определение разряда работ, указывается специальность рабочих с требуемым уровнем квалификации.

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

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

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

Технологический процесс должен обеспечивать изготовление детали заданного качества и объема выпуска, удовлетворять требованиям высокой производительности обработки детали, наименьшей себестоимости, безопасности и облегчения условий труда.

Проектирование технологического процесса можно произвести на основе анализа ранее созданного (проектирование типового технологического процесса) или создать свой. В данной работе используется второй вариант.

При первом варианте должно быть учтено технологическое оборудование и средства технологического оснащения, которые имеются на предприятии. Если технологический процесс проектируется для вновь создаваемого производства, то перечень оборудования должен быть согласован с предприятием. На основании схем последовательности обработки и возможности объединения поверхностей в переходы одной операции, строится несколько возможных вариантов маршрута обработки. Второй вариант также используется в единичном и мелкосерийном производстве.

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

Под технологичностью конструкции понимают совокупность свойств изделия, которые при заданном типе и организации производства, применяемых технологических процессах она будет обладать наименьшей трудоемкостью и себестоимостью в процессе изготовления, надежной в эксплуатации, простой в ремонте, дешевой при утилизации.

Деталь – корпус – изготовлена из легированной стали 40Х. Конструкция корпуса характеризуется следующими признаками:

Внутренняя поверхность имеет ступенчатую форму. Поэтому необходимо сначала просверлить отверстие малого диаметра на всю длину внутренней поверхности, которое впоследствии будет расточено под отверстие большего диаметра.

В данном случае корпус имеет сложную конфигурацию наружного контура и высокие требования к качеству поверхности, поэтому обработку необходимо производить на точном оборудовании. Также следует отметить, что трудоемкость обработки будет заключаться в обеспечении малых отклонений радиального биения относительно базовой поверхности диаметра  $75_{(-0,046)}$  мм: 0,05. Чтобы добиться таких жестких отклонений необходимо перед обработкой на станке с ЧПУ точно выставить деталь в зажимном приспособлении.

Также необходимо отметить основные требования, предъявляемые к детали: отклонения для неуказанных размеров: для отверстий по H12, для валов по h12, для остальных размеров по  $\pm IT12/2$ ; нанесение покрытия – химическое оксидирование промасливанием.

В целом, эксплуатационные свойства будут сохранены, если будут достигнуты размеры в пределах их поля допуска, также достигнута шероховатость внутренних и наружных поверхностей, а это возможно при применении станков с числовым программным управлением повышенной точности.

## **2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали**

При воздействии на детали внешних факторов, они должны работать не изменяя своих свойств, поэтому требуется производить анализ, с целью выявления недостатков в конструкции детали. Кроме того, прочностной анализ также необходим из экономических соображений, для того, чтобы избежать затрат на опытное производство и проверку прочности деталей в реальных условиях, либо уменьшить их. Данный анализ в значительной мере определяется методом математического моделирования, статистики и теории вероятности.

В нашем случае моделирование и расчеты были выполнены при помощи программного пакета SolidWorks Simulation.

Предположим, что наша деталь базируется по торцу (установочная база), наружной цилиндрической поверхности (направляющая база),

отверстиям на торце (опорная база). Приложим распределенную нагрузку  $10000 \text{ Н/м}^2$  по наружной поверхности таким образом, чтобы она давила на стенки корпуса в радиальном направлении, рисунок 2.

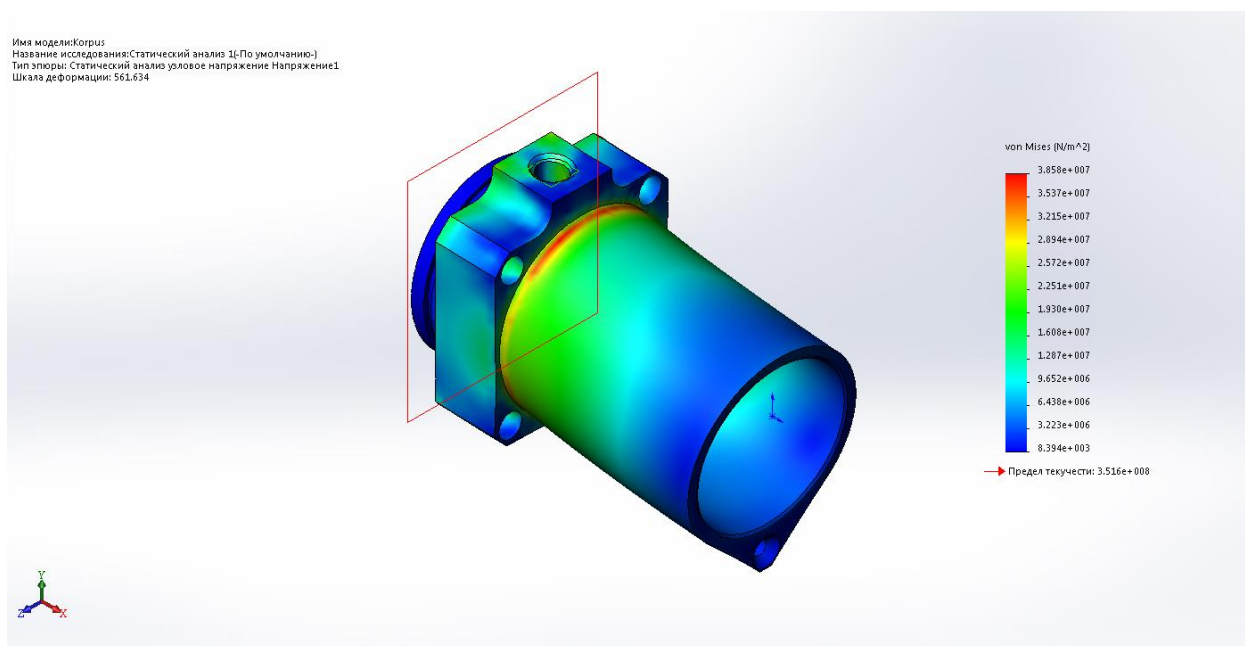


Рисунок 2 – Напряженное состояние детали

Из рисунка 2 видно, что максимальное напряжение доходит до отметки  $3.85831 \cdot 10^7 \text{ Па}$ , что меньше предела текучести, который равен  $3.516 \cdot 10^8 \text{ МПа}$ . На остальных конструктивных элементах, в среднем действует напряжение в  $6.438 \cdot 10^6 \text{ МПа}$ . Из этого можно сделать вывод, что деталь работает в зоне упругой деформации.

Из рисунка 3 видно, что при данной распределенной нагрузке достигается перемещение наружной поверхности корпуса на  $2,445 \cdot 10^{-2} \text{ мм}$ , что эквивалентно  $0,02445 \text{ мм}$  и является не критическим перемещением.

По результату проделанного анализа, можно прийти к выводу о том, что данная конструкция детали вполне удовлетворяет условиям прочности. Предел текучести при данных нагрузках не достигается.

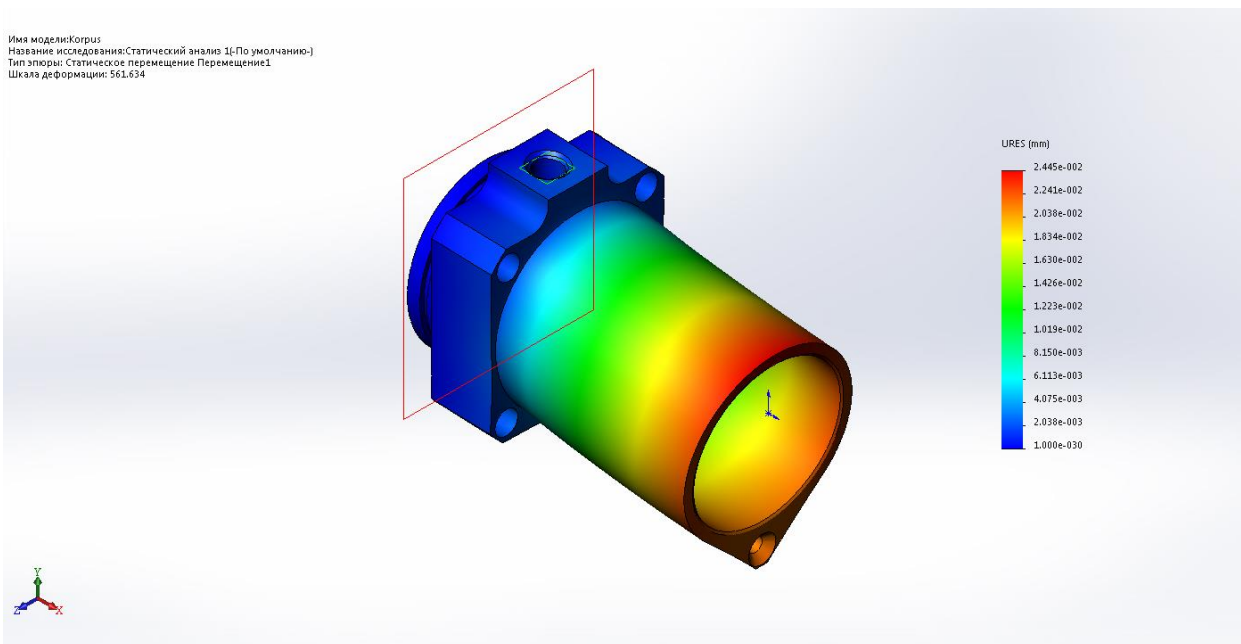


Рисунок 3 – Статическое перемещение детали

## 2.3 Способ получения заготовки

Метод выполнения заготовок для деталей определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления. При выборе способа получения заготовки необходимо стремиться к максимальному приближению формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали и снижению трудоемкости заготовительных операций.

Целесообразно сделать сопоставление двух возможных способов получения заготовки (с целью выбора оптимального). В данном случае для детали «Корпус» возможно два варианта получения заготовки: получение из поковки и использование сортового проката.

Определим коэффициент использования материала:

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

где Q - масса заготовки, г;

q - масса готовой детали, г.

Для поковки: Q=3,65 кг; q=1,59 кг, тогда:

$$K = \frac{q}{Q} = \frac{1,59}{3,65} = 0,4435 .$$

Для прутка:  $Q=3,86$  кг;  $q=1,59$  кг, тогда:

$$K = \frac{q}{Q} = \frac{1,59}{3,86} = 0,412 .$$

Отсюда можно сделать вывод, что использование в качестве заготовки поковки позволяет снизить металлоёмкость. Но при получении заготовки из поковки, существует необходимости в обдирке заготовки. Также требуется изготовление форм и присутствие необходимого оборудования либо его закупка. Исходя из вышеперечисленного, целесообразно выбрать для заготовки прутки. При использовании этого проката не требуется закупать дополнительное оборудование.

В качестве заготовки для данной детали выбираем прокат сортовой, круглый, горячекатаный. Условное обозначение: Пруток-110-В2 ГОСТ 2590-2006.

Такой прокат поставляется длиной от 2 до 12 м, согласно ГОСТ 2590-2006. В нашем случае прокат будет поставляться длиной по 6 метров.

## **2.4 Проектирование технологического маршрута**

Задачей для проектирования технологического маршрута является определить правильную последовательность обработки для того, чтобы обеспечить изготовление детали, полностью отвечающих всем требованиям чертежа. Последовательность обработки зависит от: получения необходимого качества поверхности, точностных параметров детали.

Проектирование ТП представляет собой многовариантную задачу, правильное решение которой требует проведения ряда расчетов. В начале проектирования предварительно устанавливаются виды обработки отдельных поверхностей заготовки и методы достижения их точности, соответствующие требованиям чертежа, серийности производства и существующего на предприятии оборудования.

При низкой точности исходных заготовок ТП начинается с черновой обработки поверхности, имеющей наибольшие припуски. При этом в самую первую очередь снимается припуск с тех поверхностей, на которых возможны дефекты с целью скорейшего отсеивания брака.

Дальнейший маршрут строится по принципу обработки сначала грубых, а затем более точных поверхностей. Наиболее точные поверхности обрабатываются в последнюю очередь.

Наиболее легко повреждаемые поверхности обрабатываются на заключительной стадии ТП.

На первом этапе нужно получить технологические базы на универсальном токарном станке, чтобы на последующих операциях можно было получить более точные поверхности, для этого сначала обрабатываем поверхности: 1,2,3,4 (рисунок 4). Поверхности 3 и 4 точные и будут служить в дальнейшем базами для обеспечения допуска радиального и торцевого биения, а также обеспечения допуска формы.

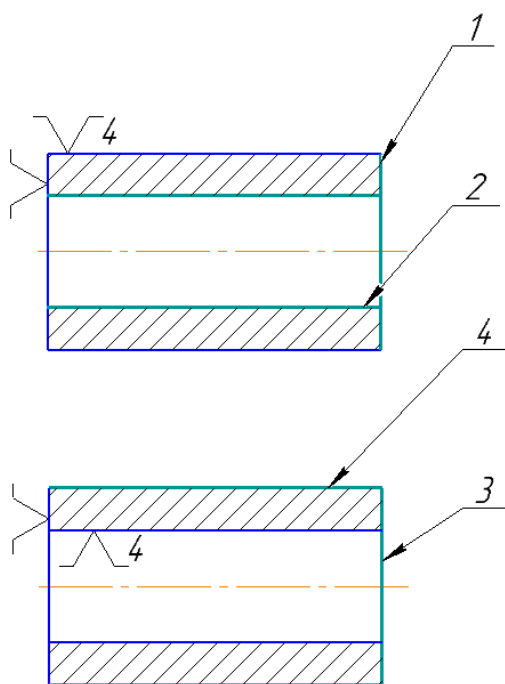


Рисунок 4 – Эскиз для токарной операции

На втором этапе будут получены поверхности 5,7-14 и канавка 6 (рисунок 5). Будет выдержан допуск на радиальное (поверхность 9) и

торцевое (поверхность 6) биение, а также допуск формы за счет базирования детали по точным поверхностям. Поверхности 5, 8 и 9 будут иметь шероховатость Ra 1,25. Остальные Ra 2,5.

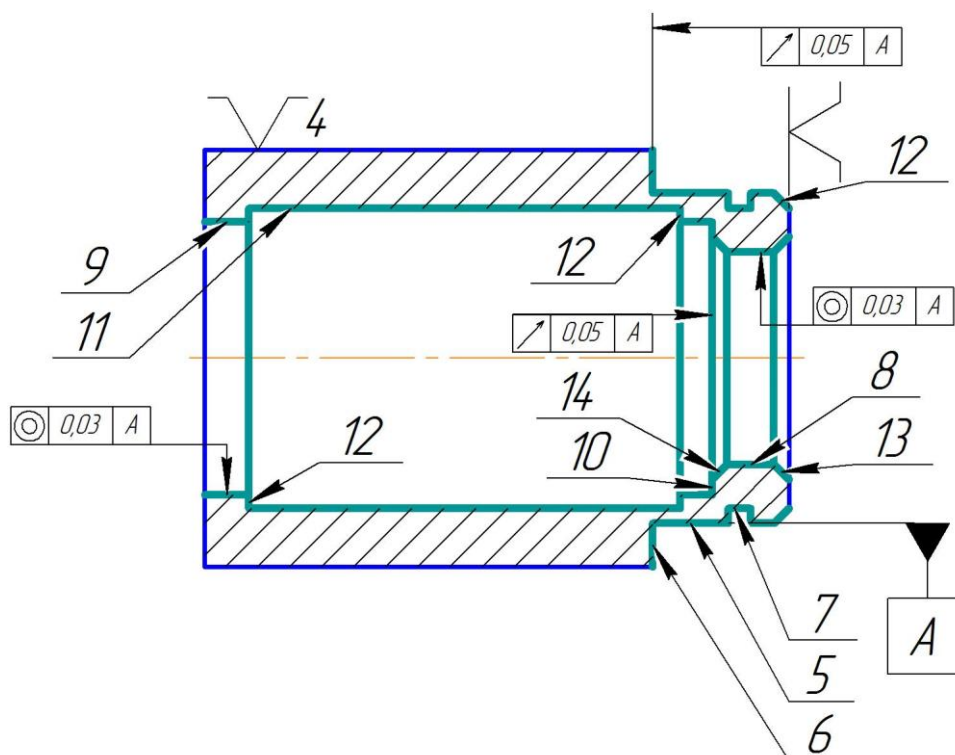


Рисунок 5 – Эскиз для токарной операции с ЧПУ

На следующем этапе обрабатываются поверхности 15-18 (рисунок 6). Поверхность 16 будет служить в дальнейшем базой.

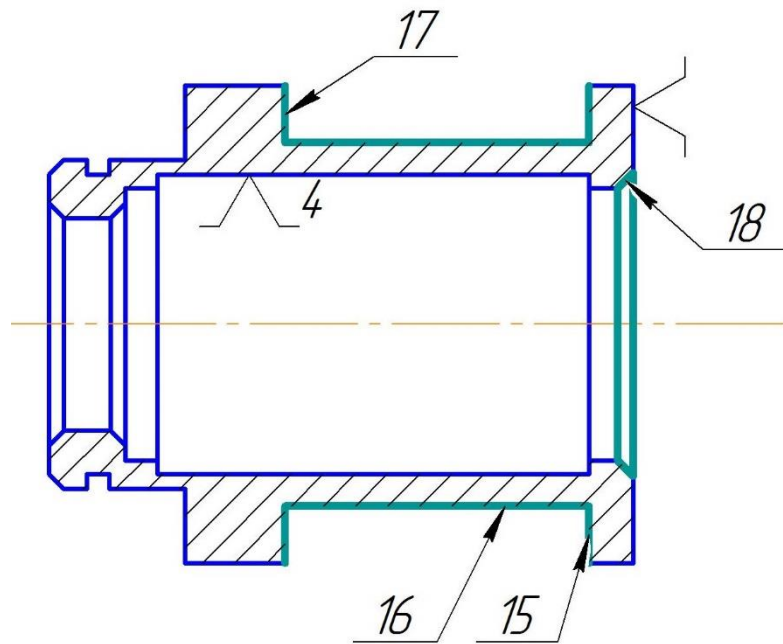


Рисунок 6 – Эскиз для токарной операции

На четвертом этапе необходимо получить наружный контур 19 и четыре отверстия 20 (рисунок 7). Все отверстия сквозные. В дальнейшем одно из отверстий будет служить базой.

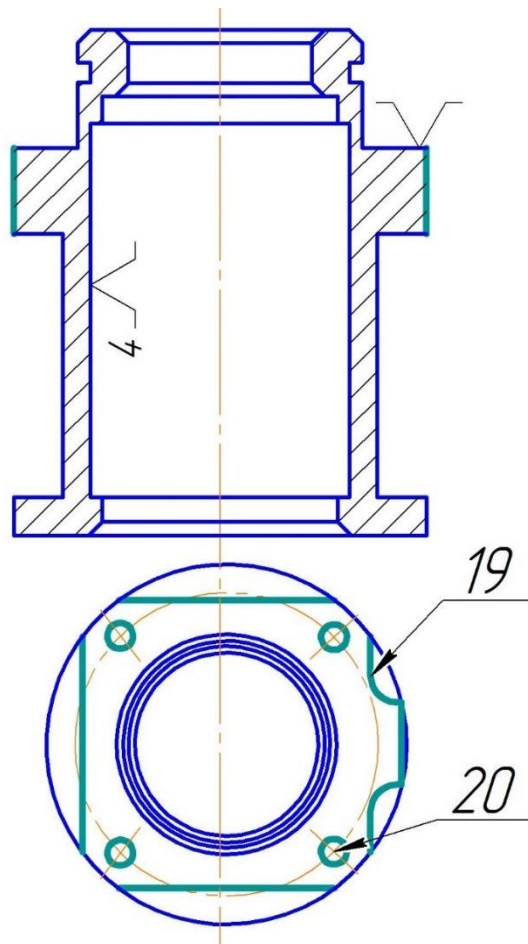


Рисунок 7 – Эскиз для фрезерной операции с ЧПУ

На пятом этапе необходимо получить наружный контур 21 и зенковать 4 отверстия, полученных на предыдущей операции (рисунок 8). Также необходимо получить новое отверстие 22 и тоже зенковать его. В дальнейшем отверстие 22 будет служить базой.

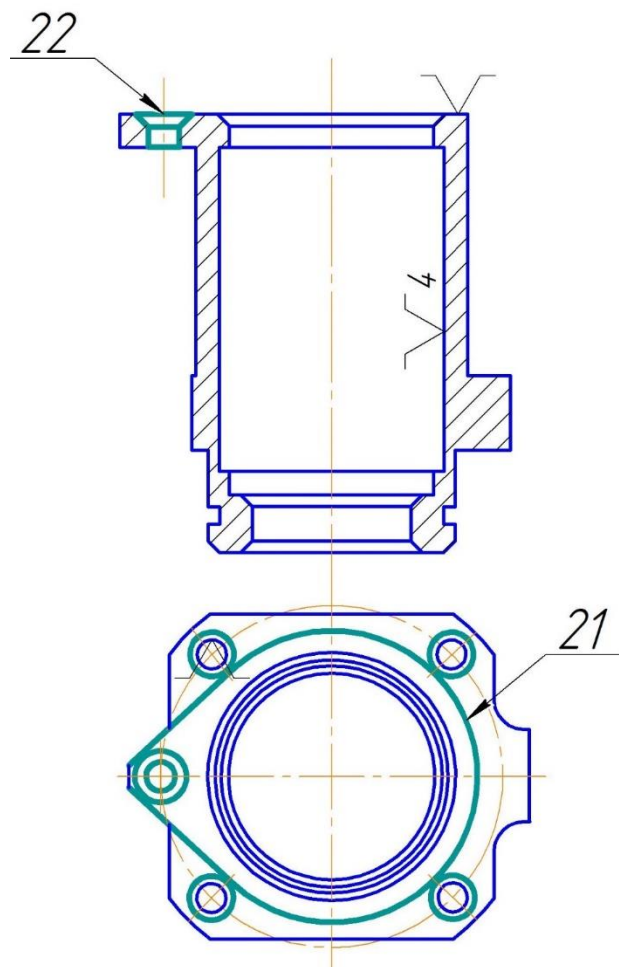


Рисунок 8 – Эскиз для фрезерной операции с ЧПУ

Последний этап механической обработки заключается в получении сквозного отверстия 23 (рисунок 9), его зенкования и нарезания резьбы.

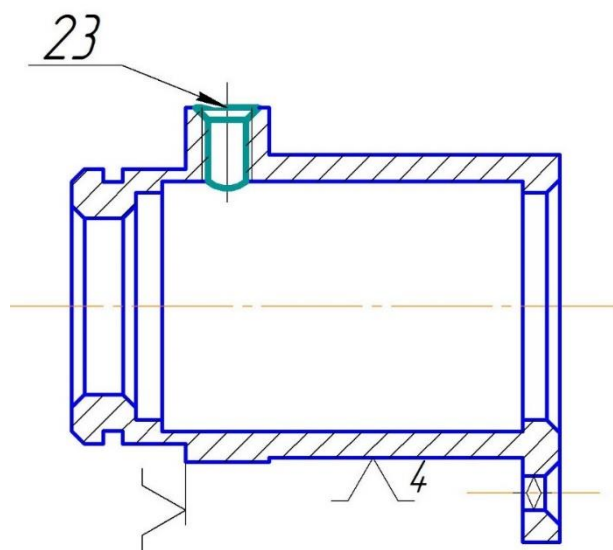


Рисунок 9 – Эскиз сверлильной операции

Далее требуется выполнить слесарную операцию: притупить острые кромки и снять заусенцы.

После следует процесс промывки, согласно типовому технологическому процессу.

После промывки производится химическое оксидирование по ГОСТ 9.306-85.

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

## **2.5 Расчет минимальных припусков на обработку**

Минимальный припуск должен быть таким, чтобы его удаление было достаточно для обеспечения требуемой точности и качества поверхностного слоя обработанной поверхности заготовки.

Расчет припуска дается по ГОСТ 31109-82. Методами расчета минимального припуска являются два метода: опытно-статистический; расчетно-аналитический (ГОСТ 7505-74; 7062-79; 7829-70). Расчетно-аналитический метод предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам обработки поверхности детали (промежуточные припуски, их суммирование для определения общего припуска на обработку поверхности и расчет промежуточных размеров, определяющих положение поверхности, и размеров заготовки). Применение этого метода сокращает в среднем отход металла в стружку, по сравнению с табличными значениями, создает единую систему припусков на обработку и размеров деталей по технологическим переходам и заготовок, способствует повышению технологической культуры производства.

Для аналитического расчета требуется установить все составляющие элементы припуска [8].

$R_{zi-1}$  – 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 обработки поверхностей (односторонний припуск):

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

При параллельной обработке величина припуска удваивается.

$$2z_{i \min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta\Sigma_{i-1} + \varepsilon_i)$$

Величины  $R_z$  и  $h$  определяются по таблицам справочника [8], в зависимости от вида обработки поверхности и способа получения исходной 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  $\Delta_{см}$  и погрешности коробления (кривизны)  $\Delta_{кор}$ , эти величины так же определяются по таблицам. Произведем расчет припусков на механическую обработку наружного и внутреннего диаметров детали и занесем их в таблицы 1 и 2.

Пространственные погрешности  $\Delta$  определяются согласно рекомендациям [8].

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

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

где  $D = 110$  - диаметр поверхности, мм;

$\Delta K = 1$  – удельная погрешность заготовки длиной от 120 до 180 мм обычной точности без правки, мкм/мм (таблица 5.9 [8]);

$L = 138$  – длина заготовки, мм.

Общая пространственная погрешность, рассчитывается как:

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

Подставив величины имеем:

$$\Delta' = 110 * 1 = 110 \text{ мкм},$$

$$\Delta'' = 138 * 1 = 138 \text{ мкм}.$$

Тогда общая погрешность для заготовки будет равна:

$$\Delta_1 = \sqrt{(110)^2 + (138)^2} = 176,5 \text{ мкм}.$$

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

$$\Delta_2 = \Delta_1 * K_y,$$

где,  $K_y = 0,06$  – коэффициент уточнения для черновой обработки, дан в таблице [8].

Тогда общая погрешность для черновой обработки будет равна:

$$\Delta_2 = 176,5 * 0,06 = 10,59 \text{ мкм}.$$

Для последующих операций Общая пространственная погрешность рассчитывается по подобию.

Определить погрешность установки заготовки  $\varepsilon$  можно расчетным путем или из таблиц. Используем расчетный метод.

Погрешности установки  $\varepsilon$ , мкм, определяем как:

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

где,  $\varepsilon_3^2 = 110^2$  – погрешность, зависящая от диаметра поверхности, мкм;  $\varepsilon_p^2 = 0,25\sqrt{T_D^2 + 1}$ ,

где,  $T_D^2 = 2,6^2$  – погрешность, зависящая от допуска на диаметр проката, мкм.

Тогда погрешность установки, будет равна:

$$\varepsilon_2 = \sqrt{110^2 + 0,7^2} = 110 \text{ мкм}.$$

Погрешность заготовки для последующих операций определяем по подобию.

Далее рассчитывается минимальный расчетный припуск  $2Z_{\min}$ , мкм, согласно формуле [5]:

$$2Z_{\min} = 2 * (R_{Zi-1} + h_{i-1} + \Delta_{i-1} + \varepsilon_i)$$

Подставив все, уже полученные, данные получим:

$$2Z_{2\min} = 2 * (320 + 300 + 176,5) = 2 * 796,5 \text{ мкм.}$$

Погрешность заготовки для последующих операций определяем по подобию.

Далее рассчитывается минимальный расчетный припуск  $2Z_{\min}$ , мкм, согласно формуле [5]:

$$2Z_{\min} = 2 * (R_{Zi-1} + h_{i-1} + \Delta_{i-1} + \varepsilon_i)$$

Подставив все полученные данные получим:

$$2Z_{2\min} = 2 * (320 + 300 + 176,5) = 2 * 796,5 \text{ мкм.}$$

Для по последующих операций припуск  $2Z_{\min}$  рассчитывается аналогично.

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

$$d_4 = 105 \text{ мм;}$$

$$d_3 = 105 + 2 * 0,5 = 106 \text{ мм;}$$

$$d_2 = 106 + 2 * 0,625 = 106,250 \text{ мм;}$$

$$d_1 = 106,250 + 2 * 0,741 = 106,482 \text{ мм.}$$

Для внутреннего диаметра расчет ведётся аналогичным методом. Все требуемые коэффициенты задаются в соответствии со справочными таблицами [5].

Если в таблице 1 расчетный диаметр рассчитывался путем сложения диаметра и припуска, то в таблице 2 он рассчитывается путем вычитания припуска от диаметра.

Таблица 1 – Припуски на механическую обработку наружной поверхности

| Технологические операции и переходы обработки поверхности | Элементы припуска в <i>мкм</i> |          |          |                 | Расчётный припуск $2Z_{\min}$ <i>мкм</i> | Расчётный размер в <i>мм</i> | Допуск $\delta$ в <i>мкм</i> | Предельные размеры в <i>мм</i> |            | Предельные значения припусков, <i>мм</i> |             |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|----------|-----------------|------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------|------------------------------------------|-------------|
|                                                           | Rz                             | <i>h</i> | $\Delta$ | $\varepsilon_i$ |                                          |                              |                              | $d_{\min}$                     | $d_{\max}$ | $2Z_{\min}$                              | $2Z_{\max}$ |
| Прокат                                                    | 250                            | 300      | 176,5    | -               | -                                        | 107,840                      | 2100                         | 107,840                        | 109,940    | -                                        | -           |
| Токарная Черновое                                         | 250                            | 120      | 10,59    | 110             | 2·796,5                                  | 106,054                      | 1600                         | 106,054                        | 106,654    | 1,754                                    | 4,584       |
| Токарная с ЧПУ<br>Черновая<br>Чистовая                    | 250                            | 120      | 0,58     | 105             | 2·458,5                                  | 106,000                      | 650                          | 106,000                        | 106,650    | 1,035                                    | 1,265       |
|                                                           | 125                            | 85       | 0,046    | -               | 2·446,7                                  | 105,000                      | 450                          | 105,000                        | 106,450    | 1,000                                    | 1,134       |
| Итого, $\Sigma$ :                                         |                                |          |          |                 |                                          |                              |                              |                                |            | 3,789                                    | 6,983       |

Таблица 2 – Припуски на механическую обработку внутренней поверхности

| Технологические операции и переходы обработки поверхности | Элементы припуска в <i>мкм</i> |          |          |                 | Расчётный припуск $2Z_{\min}$ <i>мкм</i> | Расчётный размер в <i>мм</i> | Допуск $\delta$ в <i>мкм</i> | Предельные размеры в <i>мм</i> |            | Предельные значения припусков, <i>мм</i> |             |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|----------|-----------------|------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------|------------------------------------------|-------------|
|                                                           | Rz                             | <i>h</i> | $\Delta$ | $\varepsilon_i$ |                                          |                              |                              | $d_{\min}$                     | $d_{\max}$ | $2Z_{\min}$                              | $2Z_{\max}$ |
| Растачивание                                              | 250                            | 75       | 10,59    | -               | -                                        | 48,541                       | 700                          | 48,541                         | 49,241     | -                                        | -           |
| Токарная с ЧПУ<br>Черновая<br>Чистовая                    | 250                            | 120      | 0,58     | 105             | 2·364,8                                  | 62,146                       | 720                          | 62,146                         | 62,846     | 0,634                                    | 0,689       |
|                                                           | 125                            | 85       | 0,046    | -               | 2·239,4                                  | 62,759                       | 750                          | 62,759                         | 63,509     | 0,543                                    | 0,594       |
| Итого, $\Sigma$ :                                         |                                |          |          |                 |                                          |                              |                              |                                |            | 1,117                                    | 1,283       |

## 2.6 Проектирование технологических операций

Проектирование технологических процессов механической обработки начинается с изучения служебного назначения детали, технических требований к ней, норм точности и программы выпуска, анализа возможности предприятия по обработке данной детали.

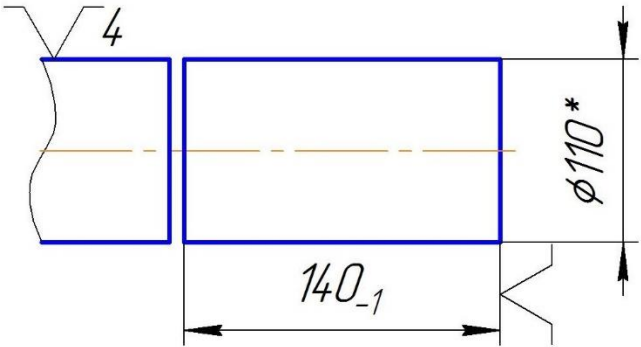
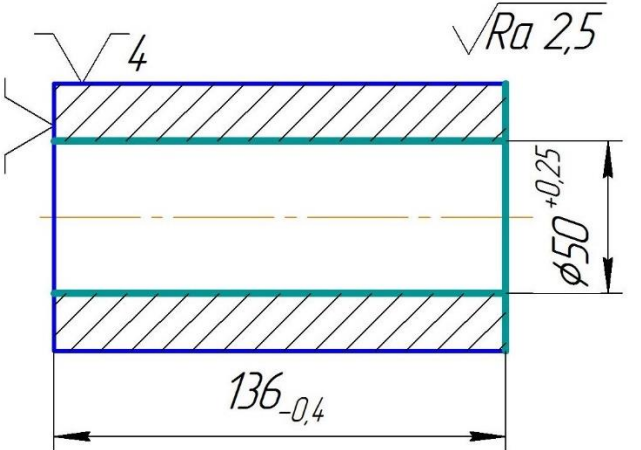
Проектирование ТП представляет собой многовариантную задачу, правильное решение которой требует проведения ряда расчетов. В начале проектирования предварительно устанавливаются виды обработки отдельных

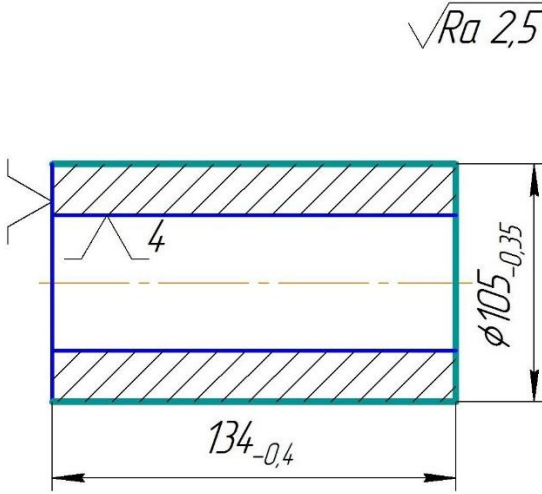
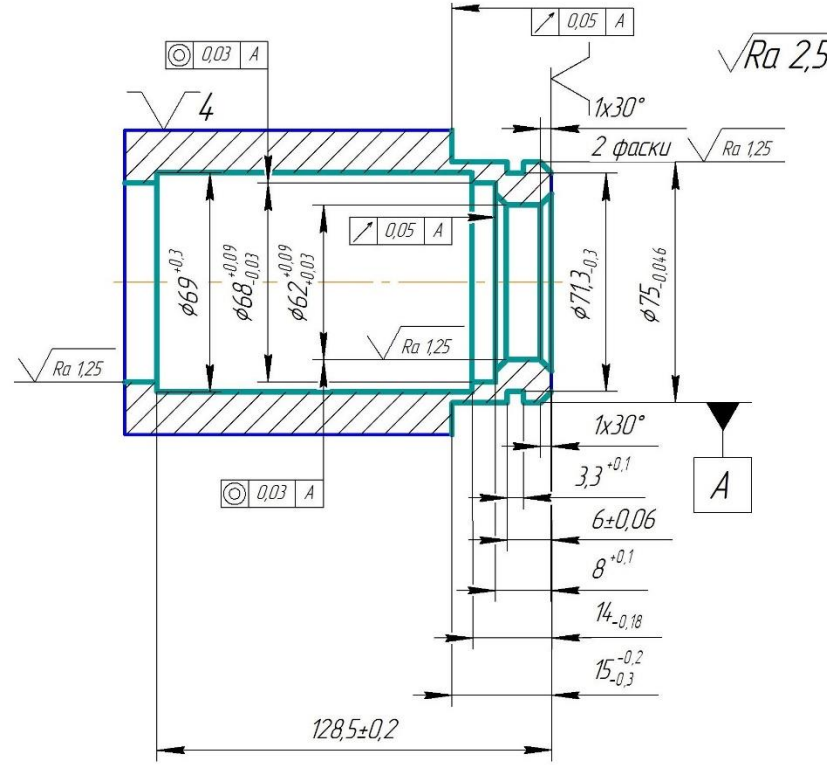
поверхностей заготовки и методы достижения их точности, соответствующие требованиям чертежа, серийности производства и существующего на предприятии оборудования. При низкой точности исходных заготовок ТП начинается с черновой обработки поверхности, имеющей наибольшие припуски. При этом в самую первую очередь снимается припуск с тех поверхностей, на которых возможны дефекты с целью скорейшего отсеивания брака.

Дальнейший маршрут строится по принципу обработки сначала грубых, а затем более точных поверхностей. Наиболее точные поверхности обрабатываются в последнюю очередь.

Маршрут технологии изготовления корпуса представлен в виде таблицы 3, где также обозначены технологические базы.

Таблица 3 – Технологический процесс изготовления детали

| Эскиз                                                                                                             | Описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>* – размер для справок</p> | <p><b>005 Заготовительная</b></p> <p>А. Установить заготовку в призмы.</p> <p>База: наружный диаметр и торец</p> <p>1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 140<sub>-1</sub> мм.</p>                                                                                                                                                               |
|                                | <p><b>010 Токарная</b></p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.</p> <p>База: наружный диаметр и торец.</p> <p>1. Подрезать торец в размер 136<sub>-0,4</sub> мм.</p> <p>2. Сверлить сквозное отверстие Ø15 мм.</p> <p>3. Рассверлить отверстие Ø15 мм до Ø40 мм.</p> <p>4. Расточить отверстие Ø40 мм до Ø50<sup>+0,25</sup> мм.</p> |

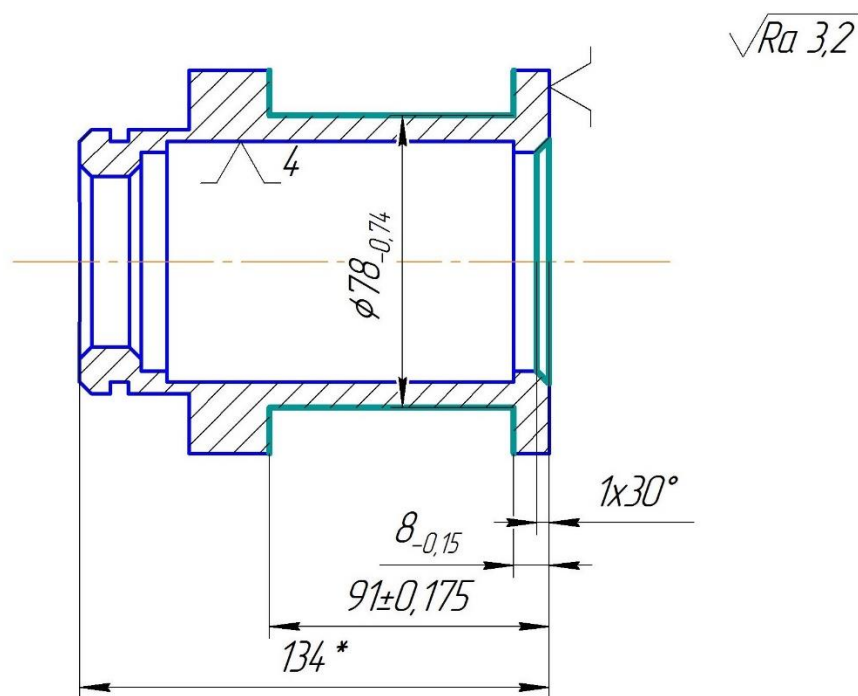
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Б. Переустановить заготовку в оправку.<br/>База: внутренний диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать торец в размер 134<sub>-0,4</sub> мм.</li> <li>2. Точить наружный диаметр в размер Ø105<sub>-0,35</sub> мм.</li> </ol> |
|  <p style="text-align: center;"><b>015 Токарная с ЧПУ</b></p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон<br/>База: наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Точить наружный диаметр в размер Ø75<sub>-0,046</sub> мм на длину 15<sup>-0,2</sup><sub>-0,3</sub> мм.</li> <li>2. Точить канавку шириной 3,3<sup>+0,1</sup> мм, выдерживая размеры Ø71,3<sub>-0,3</sub> мм и 6±0,06 мм.</li> <li>3. Расточить отверстие Ø62<sup>+0,09</sup><sub>-0,03</sub> мм на всю длину.</li> <li>4. Расточить отверстие Ø68<sup>+0,09</sup><sub>-0,03</sub> мм, выдерживая размер 8<sup>+0,1</sup> мм на всю длину.</li> <li>5. Расточить отверстие Ø69<sup>+0,3</sup> мм, выдерживая размеры 14<sub>-0,18</sub> мм и 128,5±0,2 мм.</li> </ol> |                                                                                                                                                                                                                                                                |

Продолжение таблицы 3

6. Снять наружную фаску  $1 \times 30^\circ$ .
7. Снять 2 внутренние фаски  $1 \times 30^\circ$ .

**020 Контрольная**

1. Контролировать размеры полученных поверхностей.
2. Контролировать биения полученных поверхностей.
3. Контролировать шероховатость полученных поверхностей.
4. Контролировать соосность полученных поверхностей.



\* – размер для справок

**025 Токарная**

А. Установить заготовку в специальное приспособление.

База: внутренний диаметр и торец.

1. Точить наружный диаметр в размер  $\varnothing 78$  мм, выдерживая размеры согласно эскизу.
2. Снять фаску  $1 \times 30^\circ$ .

**030 Контрольная**

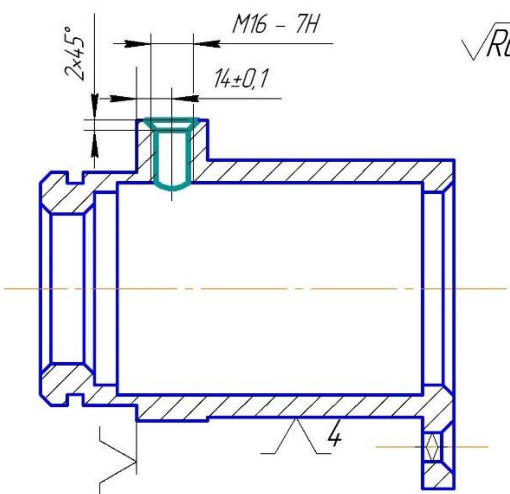
1. Контролировать размеры полученных поверхностей.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;"><math>\sqrt{Ra} 3,2</math></p> <p style="text-align: center;"><math>28^*</math></p> <p style="text-align: center;"><math>4</math></p> <p style="text-align: center;"><math>90^\circ</math></p> <p style="text-align: center;"><math>39,5 \pm 0,125</math>   <math>40 \pm 0,125</math></p> <p style="text-align: center;"><math>41 \pm 0,125</math>   <math>41 \pm 0,125</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\phi 6,5</math>   <math>\phi 92 \pm 0,2</math></p> <p style="text-align: center;"><math>4 \text{ отв.}</math>   <math>* - \text{размер для справок}</math></p> | <p style="text-align: center;"><b>035 Фрезерная с ЧПУ</b></p> <p>А. Установить заготовку в специальное приспособление.</p> <p>База: внутренний диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать заготовку по контуру, выдерживая размеры согласно эскизу.</li> <li>2. Центровать 4 отверстия, выдерживая размеры согласно эскизу.</li> <li>3. Сверлить 4 сквозных отверстия <math>\phi 6,5</math> согласно эскизу.</li> </ol> |
| <p style="text-align: center;"><b>040 Контрольная</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Контролировать размеры полученных поверхностей.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Продолжение таблицы 3

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><math>\phi 6,5/13 \times 90^\circ</math> <math>\sqrt{Ra\ 3,2}</math></p> <p><math>8^*</math></p> <p><math>7,47 \pm 0,075</math></p> <p><math>45,5 \pm 0,15</math></p> <p><math>41 \pm 0,125</math></p> <p><math>90^\circ</math></p> <p><math>39^*</math></p> <p><math>\phi 6,5/11 \times 8</math><br/>4 отв.</p> <p><math>R39</math></p> <p><i>* – размер для справок</i></p> | <p><b>045 Фрезерная с ЧПУ</b></p> <p>А. Установить заготовку в специальное приспособление.</p> <p>База: внутренний диаметр, торец и отверстие.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать заготовку по контуру, выдерживая размеры согласно эскизу.</li> <li>2. Центровать отверстие выдерживая размеры <math>45 \pm 0,15</math> мм и <math>41 \pm 0,125</math> мм.</li> <li>3. Сверлить сквозное отверстие <math>\phi 6,5</math> мм.</li> <li>4. Зенковать отверстие <math>\phi 6,5</math> мм, выдерживая размеры <math>13 \times 90</math> мм.</li> <li>5. Зенковать 4 отверстия <math>\phi 6,5</math> мм, выдерживая размеры <math>11 \times 8</math> мм.</li> </ol> |
| <p><b>050 Контрольная</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Контролировать размеры полученных поверхностей.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Продолжение таблицы 3

|                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                       | <p><b>055 Сверлильная</b></p> <p>А. Установить заготовку в призмы.</p> <p>База: наружный диаметр, торец и отверстие.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Центровать отверстие, выдерживая размер <math>14\pm0,1</math> мм.</li> <li>2. Сверлить сквозное отверстие <math>13,9^{+0,18}</math> мм.</li> <li>3. Зенковать отверстие, согласно эскизу.</li> <li>4. Нарезать резьбу, согласно эскизу.</li> </ol> |
| <p><b>060 Слесарная</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.</li> </ol>              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p><b>065 Промывочная</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Промыть детали по ТТП 01279-00002, опер. 001</li> </ol>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p><b>070 Контрольная</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Контролировать все размеры, согласно чертежу.</li> </ol>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p><b>075 Гальваническая</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Покрыть деталь согласно чертежу</li> </ol>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p><b>080 Консервация</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Консервировать детали по ТТП 60270-00001, вариант 1</li> </ol> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

### 2.6.1 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения – это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса [9]. Технологический процесс оснащается с целью обеспечения требуемой точности обрабатываемых деталей и повышения производительности труда. Под оптимальной оснащенностью понимается такая оснащенность, при которой достигается максимальная эффективность производства изделия с

обязательным получением требуемого количества продукции и необходимого качества за заданный промежуток времени с учетом комплекса условий, связанных с технологическими и организационными возможностями производственных фондов и рабочей силы[9].

Средства технологического оснащения можно разделить на[9]:

- технологическое оборудование;
- средства механизации и автоматизации технологических процессов (вспомогательных операций и переходов);
- технологическую оснастку.

Технологическое оборудование – это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка [9]. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от конструкции детали и требованиями по обеспечению качества поверхности. В отдельных случаях технологи разрабатывают техническое задание на проектирование специальных станков [9].

Подберем необходимые для механической обработки средства технологического оснащения, а также необходимые средства контрольно-измерительного оснащения. Данные занесем в таблицу 5 и 6 соответственно.

Таблица 5 – Средства технологического оснащения

| Операция:              | Оборудование:                             | Инструмент:                             | Приспособление                           |
|------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| 005<br>Заготовительная | Отрезной<br>круглопильный<br>станок 8Г682 | Дисковая пила 3421-0565<br>ГОСТ 9769-79 | Призмы 7033 –<br>0040 ГОСТ 12195 -<br>66 |

Продолжение таблицы 5

|                              |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                 |
|------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 010<br>Токарная<br>Установ А | Универсальный<br>токарный станок<br>PROMA SPZ-700     | Резец подрезной 2112-0015 ГОСТ 18880-73<br>материал пластины:<br>T15K6;<br>Сверло 2300 – 7066 ГОСТ 866 – 77 (спиральное Ø15);<br>Сверло спиральное 23001 – 4417 ГОСТ 12121 – 77 (спиральное Ø40);<br>Резец расточной 2141-0059 T15K6 ГОСТ 18883-73 материал пластины:<br>T15K6             | Трёхкулачковый<br>патрон 7100 – 0003<br>ГОСТ 2675-80                            |
| 010<br>Токарная<br>Установ Б | Универсальный<br>токарный станок<br>PROMA SPF-1500PHS | Резец подрезной 2112-0015 ГОСТ 18880-73,<br>материал пластины:<br>T15K6;<br>Резец проходной 2103-0009 T15K6 ГОСТ 18879-73;                                                                                                                                                                 | Оправка<br>кулачковая 7112-0856 ГОСТ<br>31.1066.04-97                           |
| 015<br>Токарная с ЧПУ        | Токарный станок<br>ТС1625Ф3 С ЧПУ                     | Резец проходной 2103-0009 T5K10 ГОСТ 18879-73;<br>Резец канавочный 2120-0503 ГОСТ 18874-73;<br>Резец расточной 2141-0059 T15K6 ГОСТ 18883-73; Резец подрезной 2112-0015 ГОСТ 18880-73                                                                                                      | Трёхкулачковый<br>патрон 7100 – 0003<br>ГОСТ 2675-80;<br>Резцовый блок.         |
| 025<br>Токарная              | Универсальный<br>токарный станок<br>PROMA SPF-1500PHS | Резец проходной 2103-0009 T5K10 ГОСТ 18879-73; Резец подрезной 2112-0015 T5K10 ГОСТ 18880-73;                                                                                                                                                                                              | Специальное<br>приспособление;<br>Резцовый блок                                 |
| 035<br>Фрезерная с<br>ЧПУ    | Фрезерный<br>обрабатывающий<br>центр МЦ3-700 с<br>ЧПУ | Фреза торцевая<br>цилиндрическая DIN 844,<br>ISO 1641, ~CSN 222132.<br>Центр. св. Ø4мм 2317-0111 ГОСТ 14952-75,<br>материал сверла: P6M5;<br>Сверло 2301-3558 ГОСТ 10903-77 (спиральное Ø6,5)<br>Зенкер 2320-2724 ГОСТ 12489-71;<br>Коническая<br>зенковка Karnasch артикул<br>20.1720.050 | Разжимное<br>приспособление<br>(цанга) ГОСТ<br>24379.1-2012<br>Цанговый патрон. |

Продолжение таблицы 5

|                       |                                      |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                    |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 055<br>Сверлильная    | Вертикально-сверлильный станок 2Л132 | Центр. св. Ø4мм 2317-0111 ГОСТ 14952-75, материал сверла: Р6М5; Сверло 2301-3596 ГОСТ 10903-77 (спиральное Ø13,8)<br>Зенковка коническая 2353-0117 ГОСТ 14953-80; Метчик 2621-1601 ГОСТ 3266-81, (М16) материал метчика: Р6М5. | Призмы 7033 – 0038 ГОСТ 12195 – 66; Упор, Зажимное приспособление. |
| 060<br>Слесарная      |                                      | Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77; Напильник 2821-0001 ГОСТ 1465-80                                                                                                                                                               | Тиски 7200-0221 ГОСТ 14904-80.                                     |
| 070<br>Промывочная    | Промывочная ванна БП-6.8.10/0,7      | Раствор по ТТП 01279-0002                                                                                                                                                                                                      |                                                                    |
| 075<br>Гальваническая | Гальваническая ванна                 | Реагенты по ГОСТ 9.306-85                                                                                                                                                                                                      |                                                                    |
| 075<br>Консервация    |                                      | Материалы по ТТП 60270-00001 вар.1.                                                                                                                                                                                            |                                                                    |

Таблица 6 – Средства контроля точности изготовления детали

| № Операции             | Способ контроля              | Измерительный прибор                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 005<br>Заготовительная | Инструментальный, визуальный | Штангенциркуль ШЦ-I-160-0,1-1 ГОСТ 166-89                                                                                                                                                                                                                            |
| 010<br>Токарная        | Инструментальный, визуальный | Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1-1 ГОСТ 166-89;<br>Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;<br>Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89                                                                                                                                   |
| 015<br>Токарная с ЧПУ  | Инструментальный             | Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;<br>Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89; Нутромер НМ-75-0,01 ГОСТ 10-88;<br>Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,01 ГОСТ 166-89;<br>Нутромер НИ-50-100-1 ГОСТ 868-82; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88 |

Продолжение таблицы 6

|                            |                  |                                                                                                                                                              |
|----------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 025<br>Токарная            | Инструментальный | Штангенциркуль ШЦЦ-I-150-0,01 ГОСТ 166-89;<br>Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;<br>Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88.                                     |
| 035-045<br>Фрезерная с ЧПУ | Инструментальный | Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89;<br>Набор радиусных шаблонов №2 ГОСТ 4126; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; |
| 055<br>Сверлильная         | Инструментальный | Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;<br>Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89;<br>Калибр резьбовой ГОСТ 2016-86;                                     |
| 060<br>Слесарная           | Инструментальный | Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ГОСТ 166-89.                                                                                                                   |

### 2.6.2 Выбор и расчет режимов резания

Режимом резания называется совокупность элементов, определяющих условия протекания процесса резания. К элементам режима резания относятся – глубина резания, подача, период стойкости режущего инструмента и скорость резания. Произведем выбор и расчет оптимальных режимов обработки, уточнение геометрии и материала режущей части инструмента [10].

#### 010 Токарная операция:

Обработка цилиндрической поверхности

Инструмент: резец проходной 2103-0009 ГОСТ 18879-73 (проходной упорный);

Материал режущей пластины: T15K6.

Обрабатываемый материал: Сталь 40X ГОСТ 4543-71

Скорость резания определяется по формуле [10]:

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

где  $C_v = 350$  – коэффициент, учитывающий материал заготовки и резца, принятый в соответствии с таблицей [10];

$T = 50$  мин – период стойкости резца;

$t = 5$  мм – глубина резания за один проход;

$S = 0,5$  мм/об – подача, принятая в соответствии с таблицей [10];

$x, m, y$  – показатели степени, принятые по таблице [6]:  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ;  $m = 0,20$ ;

$K_v$  – общий поправочный коэффициент, определяемый по формуле:

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

где  $K_{uv} = 0,9$  – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки, принят в соответствии с таблицей [10];

$K_{pv} = 1$  – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала, принят в соответствии с таблицей [10];

$K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий влияние физико- механических свойств заготовки, определяется по формуле [10]:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_v} \right)^{n_v}$$

где  $K_r = 1$  – коэффициент, учитывающий обработку твердосплавным инструментом, принят в соответствии с таблицей [10];

$\sigma_v = 450$  МПа – предел прочности обрабатываемого материала;

$n_v = 1$  – коэффициент, учитывающий обработку твердосплавным инструментом, принят в соответствии с таблицей [10];

$$K_{mv} = 1 \cdot \left( \frac{750}{450} \right)^{n_v} = 1,6$$

Тогда, общий поправочный коэффициент будет равен:

$$K_v = 1 \cdot 1,6 \cdot 0,9 = 1,44.$$

Следовательно, скорость резания равна:

$$V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 1,44 = 161,33 \text{ м/мин}$$

### **010 Токарная операция:**

Получение сквозного отверстия Ø15мм.

Инструмент: Сверло Ø15мм 2300-7066 ГОСТ 10902-77;

Материал сверла: P6M5;

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71;

Скорость резания определяется по формуле [10]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{qv}}{T^{mv} \cdot S^{uv}} \cdot K_v;$$

где  $C_v = 9,8$  – коэффициент, учитывающий материал заготовки и сверла, принятый в соответствии с таблицей [10];

$D = 15$  мм – диаметр сверла;

$T = 50$  мин – период стойкости сверла;

$S = 0,4$  мм/об – подача, принятая в соответствии с таблицей [10];

$mv, uv, qv$  – показатели степени, принятые по таблице [6];

$uv = 0,5; mv = 0,20; qv = 0,4;$

$K_v$  – общий поправочный коэффициент, определяемый по принципу, описанному ранее.

Следовательно, скорость резания равна:

$$V = \frac{9,8 \cdot 15^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 0,8 = 16,76 \text{ м/мин}$$

### **035 Фрезерная операция с ЧПУ:**

Получение плоскости на цилиндрической части заготовки.

Инструмент: Фреза торцевая Ø40,0 мм 2210-0076 ГОСТ 9304-69

Материал сверла: T15K6;

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71;

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v;$$

где  $C_v = 332$  - коэффициент, характеризующий материал заготовки и фрезы;  
 $T = 120$  - стойкость фрезы (мин);  
 $t = 2$  - глубина резания (мм);  
 $S_z = 0,2$  - подача на зуб, принятая в соответствии с рекомендациями (мм/зуб);  
 $B = 28$  - ширина фрезерования (мм);  
 $Z = 10$  - число зубьев фрезы;  
 $q, m, x, y, u, p$  - показатели степени;  
 $K_v$  - общий поправочный коэффициент, определяемый по принципу, описанному ранее.

Следовательно, скорость резания равна:

$$V = \frac{332 \cdot 40^{0,2}}{120^{0,2} \cdot 2^{0,1} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 28^{0,2} \cdot 10^0} \cdot 1,1 = 266,73 \text{ м/мин}$$

Аналогичным методом проводим расчет режимов резания для остальных операций.

### **2.6.3 Нормирование технологических переходов**

В зависимости от размеров заготовки, конечной детали, технологического процесса, обрабатывающего инструмента и глубины съема металла, назначается количество установов, технологических переходов и рабочих ходов.

Установом называют часть технологической операции, выполняемую при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы.

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, характеризуемую постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой и соединяемых при сборке. Когда изменится режим резания или режущий инструмент, начинается следующий переход.

Под рабочим ходом понимают законченную часть технологического перехода, состоящую из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.

В заключительном этапе проектирования технологического маршрута рассмотрим время обработки на каждой операции [11].

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

$$t_{шк} = t_o + t_B + t_{обс} + t_{л} + t_{пз} / n;$$

где  $t_o$  – основное время обработки;

$t_B$  – вспомогательное время;

$t_{обс}$  – время обслуживания рабочего места;

$t_{л}$  – время на личные потребности рабочего;

$t_{пз}$  – подготовительно – заключительное время;

$n = 1500$  дет. – годовая программа выпуска партии деталей.

Основное время определяется как:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M};$$

где  $L = l + l_{BP} + l_{CX}$  – 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:

$$t_{обс} = t_T + t_{орз};$$

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

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

Время на личные потребности (2,5% от  $t_{оп}$ ).

Подготовительно – заключительное время ( $t_{пз} = t_{смены} = 8ч.$ ).

### **Расчет норм времени для заготовительной операции**

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + t \cdot \text{ctg} \varphi = 140 + 1,5 + 1 + 1 = 143,5 \text{ мм.}$$

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

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = 25 \text{ м / мин}$$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время:

$$t_o = \frac{143,5 \cdot 1}{25} = 5,74 \text{ мин}$$

5) Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15 t_o = 0,15 \cdot 5,74 = 0,861 \text{ мин}$$

6) Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_B = 5,74 + 0,861 = 6,6 \text{ мин}$$

7) Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06 t_{\text{оп}} + 0,08 t_{\text{оп}} = 0,396 + 0,528 = 0,924 \text{ мин}$$

8) Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025 t_o = 0,025 \cdot 5,74 = 0,1435 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{оп}} + t_B + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 5,74 + 0,861 + 0,924 + 0,1435 = 7,668 \text{ мин}$$

### **Расчет норм времени для токарной операции**

#### **Подрезка торца**

1) Определяем расчетную длину обработки:

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

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,6 \cdot 1100 = 660 \text{ мм/мин}$$

3) Число рабочих ходов  $i=2$ .

4) Тогда основное время

$$t_0 = \frac{5 \cdot 2}{660} = 0,015 \text{ мин}$$

5) Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_0 = 0,15 \cdot 0,015 = 0,002 \text{ мин}$$

6) Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_B = 0,015 + 0,002 = 0,017 \text{ мин}$$

7) Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,0009 + 0,0012 = 0,0021 \text{ мин}$$

8) Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,000375 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{оп}} + t_B + t_{\text{обс}} + t_{\Pi} = 0,015 + 0,002 + 0,0021 + 0,000375 \\ = 0,01947 \text{ мин}$$

#### Точение наружной поверхности

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 91 + 1 + 1 = 93 \text{ мм}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,6 \cdot 1100 = 660 \text{ мм/мин}$$

3) Число рабочих ходов  $i=9$ .

4) Тогда основное время

$$t_0 = 0,64 \text{ мин}$$

5) Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_0 = 0,15 \cdot 0,64 = 0,096 \text{ мин}$$

6) Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_B = 0,64 + 0,096 = 0,736 \text{ мин}$$

7) Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_{\text{оп}} + 0,08t_{\text{оп}} = 0,044 + 0,059 = 0,1 \text{ мин}$$

8) Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_{оп} = 0,0184 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{шк} = t_{оп} + t_{в} + t_{обс} + t_{\Pi} = 0,736 + 0,096 + 0,1 + 0,0184 = 0,95 \text{ мин}$$

### **Расчет норм времени для сверлильной операции**

#### **Центровка отверстия**

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 29 + 1 + 1 + 1 = 32 \text{ мм}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,15 \cdot 800 = 120 \text{ мм/мин}$$

3) Число рабочих ходов  $i=2$ .

4) Тогда основное время

$$t_0 = \frac{32 \cdot 2}{120} = 0,53 \text{ мин}$$

5) Вспомогательное время операции:

$$t_{в} = 0,15t_0 = 0,15 \cdot 0,53 = 0,08 \text{ мин}$$

6) Оперативное время:

$$T_{оп} = T_0 + T_{в} = 0,53 + 0,08 = 0,61 \text{ мин}$$

7) Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,0366 + 0,0488 = 0,0854 \text{ мин}$$

8) Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_{оп} = 0,01525 \text{ мин}$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{шк} = t_{оп} + t_{в} + t_{обс} + t_{\Pi} = 0,61 + 0,08 + 0,0854 + 0,01525 = 0,79 \text{ мин}$$

#### **Сверление отверстия**

1) Определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 16,5 + 1 + 1 + 1 = 19,5 \text{ мм}$$

2) Определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,14 \cdot 500 = 70 \text{ мм/мин}$$

3) Число рабочих ходов  $i=1$ .

4) Тогда основное время

$$t_0 = \frac{19,5 \cdot 1}{70} = 0,28 \text{ мин}$$

5) Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15t_0 = 0,15 \cdot 0,28 = 0,042 \text{ мин}$$

6) Оперативное время:

$$T_{оп} = T_0 + T_B = 0,322 \text{ мин}$$

7) Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06t_{оп} + 0,08t_{оп} = 0,045 \text{ мин}$$

8) Время на личные потребности:

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

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{шк} = t_{оп} + t_B + t_{обс} + t_{\Pi} = 1,3 + 0,195 + 0,182 + 0,0325 = 0,375 \text{ мин}$$

Далее зададим нормы времени с учетом рекомендаций [12].

## **2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ**

Для размерной обработки детали на станках с ЧПУ необходимо разработать управляющую программу, данные которой считывает устройство числового программного управления – УЧПУ.

В общем случае управляющая программа (УП) представляет собой последовательность команд, язык программирования которой определяется моделью постпроцессора установленного на станке. Особенностью числового программного управления является то, что траектория движения задается строго определенной последовательностью чисел, в которых закодирована информация не только о перемещении инструмента по декартовой системе координат (или других), но и данные о подачи и интерполяции инструмента. Сама по себе управляющая программа – это написанная на носитель (цифровой, перфокарту, перфоленту и др.) в закодированном виде маршрутная технология на обрабатываемую деталь.

В нашем случае, при изготовлении делали типа «Корпус», предполагается использовать управляющую программу в цифровом виде. Создание УП является весьма долгим процессом.

Существует множество программных продуктов, автоматизирующих процесс написания управляющих программ для станков с ЧПУ. Одним из таких программных продуктов является FeatureCAM фирмы Delcam. FeatureCAM – это удобная и простая в использовании САМ система, предназначенная для фрезерных, токарных, токарно – фрезерных и электроэрозионных станков с ЧПУ. Кроме того, данный программный продукт позволяет не только составлять УП для станков с ЧПУ, но и содержит в себе большую базу знаний об обрабатываемых и обрабатывающих материалах, режимах резания и др.

Разработанные программы для операций: токарной с ЧПУ (015) и фрезерной с ЧПУ (035-045) представлены в приложении А.

## **2.8 Размерный анализ технологического процесса**

Целью размерного анализа является нахождение недостатков технологического процесса. Должна быть обеспечена требуемая точность конструкторских размеров.

Технологический процесс должен быть спроектирован таким образом, чтобы обеспечивалось изготовление деталей в соответствии с чертежом при минимальных затратах.

Размерный анализ позволяет решить следующие задачи:

- 1) Установить научно обоснованные операционные размеры и технические требования на всех операциях технологического процесса, что позволит спроектировать технологический процесс, при внедрение которого потребуются минимальные его корректировки или они не потребуются совсем.

2) Установить при проектировании потребные размеры заготовок с минимально необходимыми припусками, чем обеспечивается минимальный расход металла.

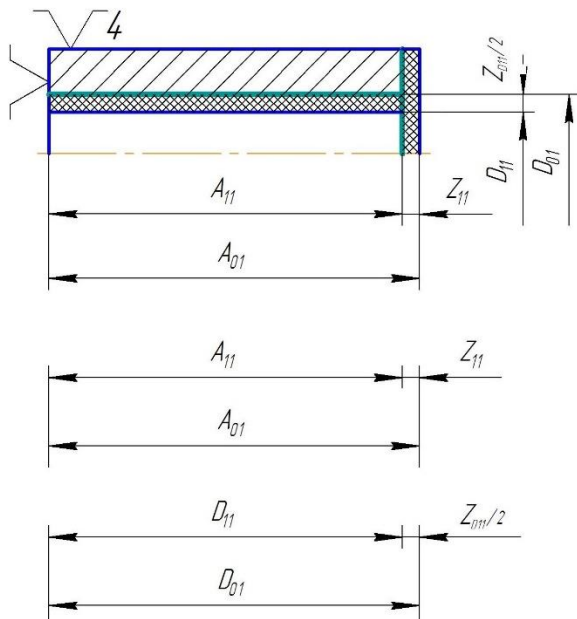
3) Обеспечить проектирование технологического процесса, в котором будет минимально необходимое число технологических операций (или переходов).

Трудоемкость выполнения качественного размерного анализа значительна, однако тот труд, который затратит технолог на стадии проектирования, многократно окупится при внедрении процесса в производство.

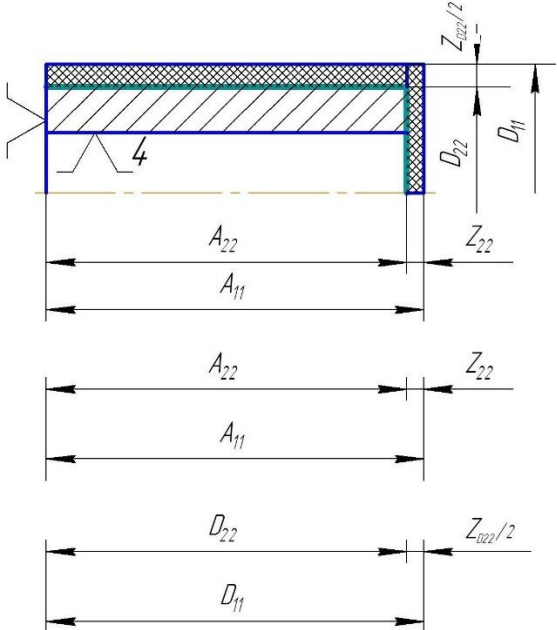
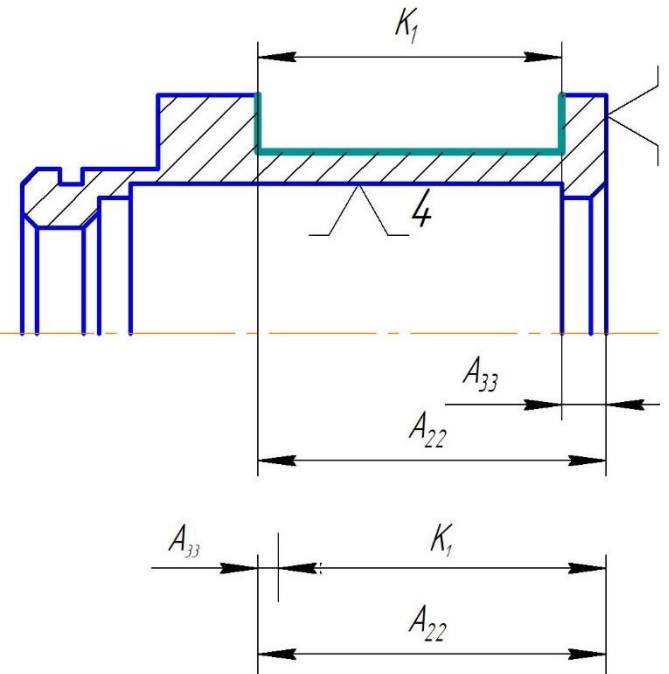
Расчет линейных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку.

Выполним размерный анализ для токарных операций технологического процесса.

Таблица 7 – Размерный анализ технологического процесса для токарных операций

| № Операции                  | Эскиз                                                                                | Расчет размерных цепей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 010 Токарная<br>(Установ А) |  | $A_{01} = 138_{-1} \text{ мм}$<br>$A_{11} = 136_{-0,4} \text{ мм}$<br>$D_{01} = 50^{+0,25} \text{ мм}$<br>$D_{11} = 15^{+0,18} \text{ мм}$<br>$Z_{11} = A_{01} - A_{11} = 138_{-1} - 136_{-0,4} = 2^{+0,4}_{-1} \text{ мм}$<br>$Z_{11\text{max}} = 2,4 \text{ мм}$<br>$Z_{11\text{min}} = 1 \text{ мм}$<br>$Z_{D11} = D_{01} - D_{11} = 50^{+0,25} - 15^{+0,18} = 35^{+0,25}_{-0,18} \text{ мм}$<br>$Z_{D11\text{max}} = 35,25 \text{ мм}$<br>$Z_{D11\text{min}} = 34,82 \text{ мм}$ |

Продолжение таблицы 7

|                                            |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>010</p> <p>Токарная<br/>(Установ Б)</p> |    | <p><math>A_{01} = 136_{-0,4} \text{ мм}</math></p> <p><math>A_{11} = 134_{-0,4} \text{ мм}</math></p> <p><math>D_{11} = 110 \text{ мм}</math></p> <p><math>D_{22} = 105_{-0,35} \text{ мм}</math></p> <p><math>Z_{22} = A_{11} -</math></p> <p><math>A_{22} = 136_{-0,4} - 134_{-0,4} = 2 \pm 0,4_{-1} \text{ мм}</math></p> <p><math>Z_{22\text{max}} = 2,4 \text{ мм}</math></p> <p><math>Z_{22\text{min}} = 1,6 \text{ мм}</math></p> <p><math>Z_{D22} = D_{11} - D_{22} =</math></p> <p><math>110 - 105_{-0,35} =</math></p> <p><math>5^{+0,35}_{-0,18} \text{ мм}</math></p> <p><math>Z_{D22\text{max}} = 5,35 \text{ мм}</math></p> <p><math>Z_{D22\text{min}} = 5 \text{ мм}</math></p> |
| <p>025</p> <p>Токарная</p>                 |  | <p><math>A = 91 \pm 0,175 \text{ мм}</math></p> <p><math>A = 8_{-0,15} \text{ мм}</math></p> <p><math>K_1 = A_{22} - A_{33} =</math></p> <p><math>91 \pm 0,175 - 8_{-0,15} =</math></p> <p><math>83^{+0,325}_{-0,175} \text{ мм}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 2.9 Проектирование средств технологического оснащения

Цанговые зажимные механизмы предназначены для базирования и закрепления деталей вращения (типа валов, втулок, гильз, колец, дисков и др.) по обработанным внутренним или наружным цилиндрическим поверхностям при обработке на токарных, шлифовальных, зуборезных станках при выполнении финишных операций.

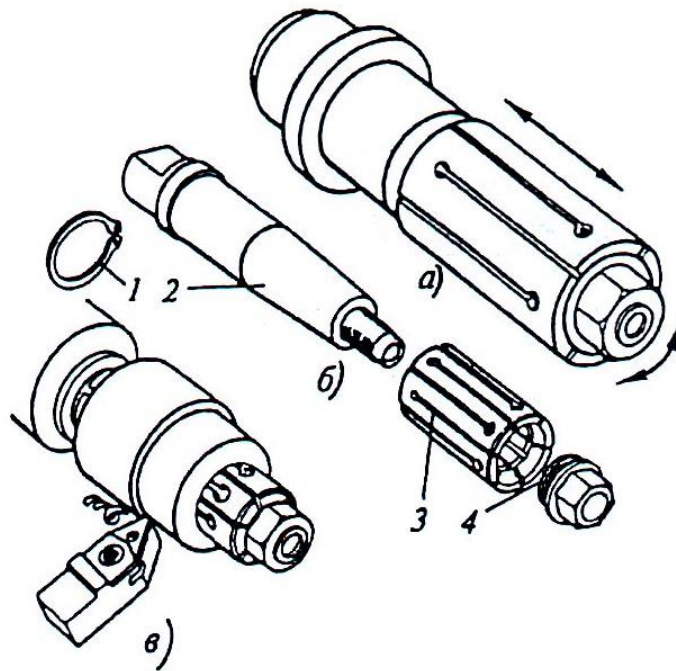
Цанги обеспечивают высокую точность центрирования обрабатываемых деталей вследствие использования для закрепления упруго деформируемых зажимных элементов, объединенных в одну деталь и перемещающихся при закреплении в пределах упругих деформаций, ограниченных величиной исходного радиального зазора между цангой и поверхностью закрепляемой детали.

Упруго деформируемые зажимные элементы называют лепестками цанги. Лепестки цанги образованы продольными прорезями и представляют консольно-закрепленную балку, которая получает радиальные упругие перемещения при продольном движении самой цанги или штока за счет взаимодействия с конусами в корпусе или на штоке.

Перемещение всех лепестков цанги происходит одновременно, что обеспечивает самоцентрирование детали. Для обеспечения работоспособности цанги деформация ее лепестков не должна выходить за пределы упругой зоны. Это требует повышенной точности базового диаметра обрабатываемой детали, который должен быть выполнен не более 9-го качества.

Цанги изготавливают из инструментальных сталей У8А, У10А, а также легированных сталей 65Г, 15ХА, 12ХН3А. Рабочую часть закаливают до твердости 55...62 HRC. Хвостовую часть подвергают отпуску до твердости 30...40 HRC.

Точность центрирования при установке деталей в цанге или на разжимной оправке обусловлена погрешностью, не превышающей 0.05...0.08 мм.



а - оправка в сборе; б – детали оправки; в – схема обработки с использованием оправки

Рисунок 10 – Разжимная оправка

Крутящий момент от силы  $P_z, H \cdot мм$

$$M'_{KP} = P_z \cdot D_o / 2, H \cdot мм$$

$$M'_{KP} = 110,5 \cdot 62,4 / 2 = 3447,6 \text{ } H \cdot мм$$

Момент от силы зажима,  $H \cdot мм$

$$M_3 = T \cdot D_3 / 2 = W' \cdot f \cdot D_3 / 2, H \cdot мм$$

где  $f = 0.10$

$$W' = K \cdot P_z \cdot D_o / f \cdot D_3, H$$

где  $K$  – коэффициент запаса

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

где  $K_0 = 1,5$  – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1,0$  – коэффициент состояния поверхности заготовки;

$K_2 = 1,0$  – коэффициент затупления инструмента;

$K_3 = 1,0$  – коэффициент учитывающий возрастание сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,0$  – коэффициент механизации силового привода;

$K_5 = 1,0$  – коэффициент эргономичности ручных ЗМ;

$K_6 = 1,0$  – коэффициент учитывающий наличие крутящих моментов[16]

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,5$$

Принимается:  $K=2,5$  [16]

$$W' = 2,5 \cdot 110,5 \cdot 62,4 / 0,1 \cdot 35 = 5162 \text{ Н}$$

Величина усилия, прикладываемая к штоку, будет несколько больше усилия  $W$  за счет трения в направляющих.

$$W_1 = \frac{W}{1 - (3l_K \cdot f / H_K)}, \text{ Н}$$

где  $f=0,1$  – коэффициент трения

В данном примере принимается  $H_K = 14$  мм;  $l_K = 70$  мм

$$W_1 = \frac{5162}{1 - (3 \cdot 70 \cdot 0,1 / 14)} = 10324 \text{ Н}$$

Усилие на приводе

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \gamma), \text{ Н}$$

где  $\alpha = 7^\circ 30'$  – угол клина;

$\gamma = 8^\circ 30'$  – при трении клина на двух поверхностях

$$Q = 10324 \cdot \operatorname{tg}(7^\circ 30' + 8^\circ 30') = 2787,5 \text{ Н}$$

Приспособление «Цанга разжимная» предназначено для базирования и закрепления заготовки «Корпус».

Заготовку насаживают на цангу 3 оправки 2 до упора в разжимное упорное кольцо 1 или промежуточную втулку и закрепляют гайкой 4. При этом цанга, перемещаясь по конусной поверхности оправки, разжимается, закрепляя заготовку. Оправку с заготовкой устанавливают в шпиндель станка.

После обработки заготовки оправку снимают со станка. Для разжима заготовки гайку вращают в противоположном направлении, в результате чего цанга перемещается в исходное положение.

### 2.9.1 Расчет погрешностей установки заготовки в приспособление

Суммарная погрешность при выполнении любой операции механической обработки состоит из погрешности установки детали, погрешности настройки станка и погрешности обработки. На стадии проектирования приспособления сложно учитывать погрешность установки и, таким образом, избежать, по возможности, этой погрешности.

Расчетная суммарная погрешность приспособления определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}$$

где  $\varepsilon_6 = 0$  – погрешность базирования (т.к. приспособление самоцентрирующее),

$\varepsilon_3 = 0$  – погрешность закрепления (т.к. приспособление самоцентрирующее),

$\varepsilon_{\text{пр}}$  – погрешность изготовления элементов приспособления.

В самоцентрирующем приспособлении погрешность базирования и закрепления равна 0.

Погрешность установки возникает вследствие неточности изготовления элементов станочного приспособления.

$$\varepsilon_y = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}$$

где  $\Delta_1$  – погрешность изготовления высоты лепестков цанги;

$\Delta_2$  – погрешность изготовления штока;

$\Delta_3$  – погрешность угла клина штока;

$\Delta_4$  – погрешность угла клина цанги;

$\Delta_5$  – погрешность установки штока в цангу.

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,017^2 + 0,02^2 + 0,116^2 + 0,151^2 + 0,008^2} = 0,192 \text{ мм}$$

## **2.10 Проектирование гибкой производственной системы**

Автоматизация производственных процессов на основе внедрения роботизированных технологических комплексов и гибких производственных модулей, вспомогательного оборудования, транспортно-накопительных и контрольно-измерительных устройств, объединенных в гибкие производственные системы, управляемые от ЭВМ, является одной из стратегий ускорения научно-технического прогресса в машиностроении.

Анализ действующих ГПС показывает, что на них обрабатываются детали партиями от 3 до 500 шт. Однако на отдельных ГПС выпускаются детали партиями в несколько тысяч штук. Применение ГПС целесообразно, когда объемы производства изделий недостаточны для принятия решений о жесткой автоматизации с использованием автоматических линий и когда за ожидаемый срок жизни изделия расходы на создание автоматических линий не могут быть оправданы.

Основной, нижним уровнем в иерархии гибкой производственной системы, ее технологическим ячейками являются гибкие производственные модули(ГПМ). Под ГПМ понимают, комплекс технологических, технических, программных и организационных средств, предназначенных для обработки деталей в автоматизированном режиме с минимальным участием человека. Кроме функции обработки деталей ГПМ выполняет в автоматическом режиме загрузку заготовок в зону резаний из какого-либо накопителя, выгрузку обработанных деталей из зоны резания в накопитель, частичный ил полный контроль точности обработки и другие функции. Применительно к механообработке основой ГПМ является станок с ЧПУ, оснащенный дополнительными технологическими и техническими средствами.

Для производства детали «Корпус» целесообразно провести автоматизацию токарной операции с использованием станка с ЧПУ ТС1625Ф3. Поскольку именно на ней предъявляется наибольшее количество и затрачивается больше времени на обработку.

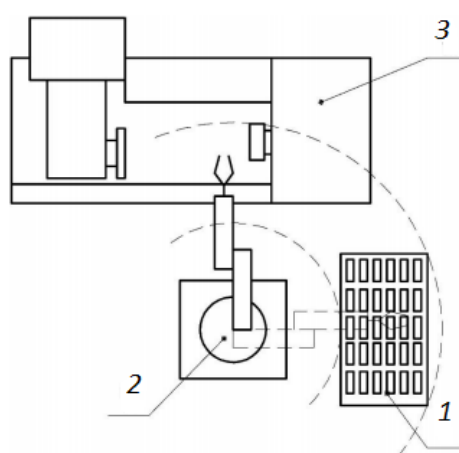


Рисунок 11 – Промышленный робот Kawasaki RS010N

Для автоматизации операции используем промышленного робота Kawasaki RS010N. Грузоподъемность манипулятора до 20 кг.

Роботы обеспечивают высокую надежность в эксплуатации и удобное обслуживание. Для их установки не требуется большая площадь.

Кинематическая конструкция манипулятора робота позволяет оптимизировать его положение относительно обрабатываемой детали или заготовки. Они имеют портативный пульт, который обеспечивает оператору удобное программирование движений робота на этапе отладки программы.



1 – Накопитель-приёмник; 2 – Промышленный робот Kawasaki RS010N; 3 – Станок с ЧПУ

Рисунок 12 – Схема автоматизированного модуля токарного станка с ЧПУ

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

Студенту:

|               |                           |
|---------------|---------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                |
| 4А31          | Дронову Денису Сергеевичу |

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

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

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

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

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

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

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

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

**Задание выдал консультант:**

| Должность | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент | Баннова К.А. | -                         |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                    | Подпись | Дата |
|--------|------------------------|---------|------|
| 4А31   | Дронов Денис Сергеевич |         |      |

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

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

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

### 3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

#### 3.1.1 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.

### **3.1.2 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<br>крите-<br>рия | Баллы          |                 |                 | Конкуренто-<br>способность |                 |                 |
|--------------------------------------------------|----------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------|-----------------|
|                                                  |                      | Б <sub>ф</sub> | Б <sub>к1</sub> | Б <sub>к2</sub> | К <sub>ф</sub>             | К <sub>к1</sub> | К <sub>к2</sub> |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности |                      |                |                 |                 |                            |                 |                 |
| 1. Эксплуатационные<br>характеристики            | 0,1                  | 3              | 3               | 2               | 0,46                       | 0,37            | 0,25            |
| 2. Срок службы                                   | 0,1                  | 4              | 3               | 2               | 0,38                       | 0,1             | 0,23            |
| 3. Ремонтопригодность                            | 0,06                 | 3              | 3               | 4               | 0,17                       | 0,16            | 0,25            |
| 4. Удобство в эксплуатации                       | 0,11                 | 4              | 4               | 4               | 0,31                       | 0,3             | 0,37            |
| 5. Надежность                                    | 0,09                 | 3              | 2               | 2               | 0,48                       | 0,21            | 0,21            |
| 6. Простота изготовления                         | 0,09                 | 2              | 3               | 4               | 0,12                       | 0,24            | 0,4             |
| Экономические критерии оценки эффективности      |                      |                |                 |                 |                            |                 |                 |
| 1. Конкурентоспособность<br>продукта             | 0,03                 | 2              | 3               | 2               | 0,15                       | 0,1             | 0,08            |
| 2. Уровень проникновения на<br>рынок             | 0,1                  | 4              | 4               | 3               | 0,18                       | 0,31            | 0,27            |
| 3. Цена                                          | 0,09                 | 4              | 4               | 4               | 0,41                       | 0,22            | 0,33            |
| 4. Предполагаемый срок<br>эксплуатации           | 0,11                 | 4              | 3               | 3               | 0,37                       | 0,35            | 0,36            |
| 5. Обслуживание                                  | 0,04                 | 3              | 4               | 4               | 0,13                       | 0,12            | 0,11            |
| 6. Финансирование                                | 0,1                  | 4              | 2               | 3               | 0,27                       | 0,24            | 0,35            |
| Итого                                            | 1                    | 40             | 38              | 37              | 3,43                       | 2,72            | 3,21            |

- Б<sub>ф</sub> - применение разработанной технологии;
- Б<sub>к1</sub> - применение технологий конкурента 1;
- Б<sub>к2</sub> - применение технологий конкурента 2.

Анализ конкурентных решений показал, что целесообразно использовать разработанную нами технологию, так как она обладает рядом преимуществ по отношению к другим. Наивысший вклад вносят такие характеристики как: эксплуатационные характеристики, надежность, конкурентоспособность продукта.

### 3.1.3 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

|  |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <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><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> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Продолжение таблицы 10

|                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на данный продукт</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных исследований;</p> <p>В4. Развитие технологий в данной отрасли</p> |  |  |
| <p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на данную деталь;</p> <p>У2. Появление новых конкурентных разработок технологического процесса;</p> <p>У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p>                     |  |  |

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<br>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: B1C1C4C5, B4C1C2C4.

Таблица 12 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

| Слабые стороны проекта |    |     |     |     |
|------------------------|----|-----|-----|-----|
| Возможности<br>проекта |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 |
|                        | B1 | -   | -   | -   |
|                        | B2 | -   | 0   | -   |
|                        | B3 | 0   | 0   | -   |
|                        | B4 | -   | +   | +   |

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта: B4Сл2Сл3.

Таблица 13 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

| Сильные стороны проекта |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Угрозы<br>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: У2С3С4.

Таблица 14 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

| Слабые стороны проекта |    |     |     |     |
|------------------------|----|-----|-----|-----|
| Угрозы<br>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

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

Продолжение таблицы 15

|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на данный продукт</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных исследований;</p> <p>В4. Развитие технологий в данной отрасли</p> | <p>На базе инфраструктуры ТПУ и наличие финансирования компании является возможным для создания детали.</p> <p>С развитием технологий в данной отрасли, повышением квалификации персонала возможно создание качественной продукции с высоким сроком службы.</p> | <p>С созданием новых технологий появится возможность избежать ошибки в расчетной части и появится возможность проверить результаты исследования.</p> |
| <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>                                               | <p>С появлением новых разработок появится угроза введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции.</p>                                                                                                                               | <p>Возможно отсутствие спроса при наличии ошибок в расчетной части.</p>                                                                              |

### 3.2 Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.2.1 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 |

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях 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.

### 3.2.3 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 17.

Таблица 17 – Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы                                 | Трудоёмкость работы |                     |                    | Исполнители                       | Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$ | Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$ |
|-------------------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                 | $t_{min}$ , Чел-дни | $t_{max}$ , Чел-дни | $t_{ож}$ , Чел-дни |                                   |                                             |                                                 |
| Составление и утверждение технического задания  | 1                   | 5                   | 2,5                | Руководитель проекта              | 2                                           | 3                                               |
| Подбор и изучение материалов по теме            | 12                  | 15                  | 14                 | Исполнитель                       | 12                                          | 15                                              |
| Проведение патентных исследований               | 6                   | 10                  | 7                  | Исполнитель                       | 5                                           | 61                                              |
| Календарное планирование работ по теме          | 1                   | 4                   | 2                  | Руководитель проекта, исполнитель | 1                                           | 2                                               |
| Проведение теоретических расчетов и обоснований | 10                  | 18                  | 14                 | Исполнитель                       | 10                                          | 13                                              |
| Оформление чертежей                             | 14                  | 20                  | 16                 | Исполнитель                       | 15                                          | 19                                              |
| Оценка результатов исследования                 | 4                   | 7                   | 5,7                | Руководитель проекта, исполнитель | 3                                           | 4                                               |
| Составление пояснительной записки               | 5                   | 10                  | 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                                       | Исполни-<br>тели | Т <sub>кп</sub> ,<br>кал.<br>дни | Продолжительность выполнения работ |   |  |      |   |   |        |   |  |     |   |  |
|---------|-------------------------------------------------|------------------|----------------------------------|------------------------------------|---|--|------|---|---|--------|---|--|-----|---|--|
|         |                                                 |                  |                                  | Фев.                               |   |  | Март |   |   | Апрель |   |  | Май |   |  |
|         |                                                 |                  |                                  |                                    |   |  |      |   |   |        |   |  |     |   |  |
| 1       | Составление и утверждение технического задания  | Руков.           |                                  | ■                                  |   |  |      |   |   |        |   |  |     |   |  |
| 2       | Подбор и изучение материалов по теме            | Испол.           | 8                                |                                    | □ |  |      |   |   |        |   |  |     |   |  |
| 3       | Проведение патентных исследований               | Испол.           |                                  |                                    |   |  | □    |   |   |        |   |  |     |   |  |
| 4       | Календарное планирование работ по теме          | Руков.<br>испол. |                                  |                                    |   |  |      | ■ |   |        |   |  |     |   |  |
| 5       | Проведение теоретических расчетов и обоснований | Дипл.            | 1<br>5                           |                                    |   |  |      |   | □ |        |   |  |     |   |  |
| 6       | Оформление чертежей                             | Дипл.            | 2                                |                                    |   |  |      |   |   |        | □ |  |     |   |  |
| 7       | Оценка результатов исследования                 | Руков.<br>испол. |                                  |                                    |   |  |      |   |   |        |   |  | ■   |   |  |
| 8       | Составление пояснительной записки               | Руков.<br>испол. |                                  |                                    |   |  |      |   |   |        |   |  |     | ■ |  |

■ - руководитель проекта □ - дипломник.

### **3.2.4 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;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

### **3.2.5 Расчет материальных затрат НТИ**

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:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{рас\ i} = 810 \text{ руб}$$

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, м<sup>2</sup> и т.д.);

$Ц_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> 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, ( $З_m$ ), руб. |
|--------------|-------------------|------------|------------------|---------------------------------------|
| Ручка        | Шт.               | 5          | 37               | 215                                   |
| Бумага       | Шт.               | 300        | 3                | 490                                   |
| Карандаш     | Шт.               | 5          | 15               | 105                                   |
| Итого:       |                   |            |                  | 810                                   |

### 3.2.6 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              | 2,6                    | 1451                                                       | 3772                                                 |
| 2     | Подбор и изучение материалов по теме            | Исполнитель                       | 12,4                   | 612                                                        | 7589                                                 |
| 3     | Проведение патентных исследований               | Исполнитель                       | 5,1                    | 613                                                        | 3126                                                 |
| 4     | Календарное планирование работ по теме          | Руководитель проекта, исполнитель | 2,2                    | 2013                                                       | 4428                                                 |
| 5     | Проведение теоретических расчетов и обоснований | Исполнитель                       | 10,2                   | 553                                                        | 5640                                                 |

Продолжение таблицы 20

|        |                                                        |                                   |      |      |       |
|--------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|------|------|-------|
| 6      | Построение модели индикатора и проведение исследования | Исполнитель                       | 16,1 | 553  | 8903  |
| 7      | Оценка результатов исследования                        | Руководитель проекта, исполнитель | 5,5  | 2013 | 11071 |
| 8      | Составление пояснительной записки                      | Руководитель проекта, исполнитель | 11,3 | 2013 | 22747 |
| Итого: |                                                        |                                   |      |      | 67276 |

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{69776 \cdot 11,2}{224} = 3489 \text{руб}$$

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 33546 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 69776 \text{ руб}$$

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

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

$k_d$  – 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  $Z_{tc}$ );

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

Тарифная заработная плата  $Z_{tc}$  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 данном предприятии.

Таблица 22 - Расчет основной заработной платы

| Исполнители             | З <sub>тс</sub> ,<br>тыс.<br>руб. | к <sub>пр</sub> | к <sub>д</sub> | к <sub>р</sub> | З <sub>м</sub> ,<br>тыс.<br>руб. | З <sub>дн</sub> ,<br>тыс.<br>руб. | Т <sub>р</sub> ,<br>раб.<br>дн. | З <sub>осн</sub> ,<br>тыс.<br>руб. |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Руководитель<br>проекта | 33162                             | 0,3             | 0,3            | 1,3            | 69776                            | 3489                              | 11                              | 35222                              |
| Исполнитель             | 1742                              | 0,3             | 0,3            | 1,3            | 3756                             | 157                               | 51                              | 8578                               |
| Итого:                  |                                   |                 |                |                |                                  |                                   |                                 | 43801                              |

### 3.2.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы 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).

### 3.2.8 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:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) = 0,271 \cdot (35222 + 4226) = 11913 \text{руб},$$

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) = 0,271 \cdot (8578 + 1029) = 2901 \text{руб},$$

где  $k_{внеб}$  – 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,<br>тыс. руб | Дополнительная заработная<br>плата, тыс. руб |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                                    | Исп. 1                                 |                                              |
| Руководитель проекта                               | 35222                                  | 4226                                         |
| Исполнитель                                        | 8578                                   | 1029                                         |
| Коэффициент<br>отчислений во<br>внебюджетные фонды | 0,302                                  |                                              |
| Итого                                              |                                        |                                              |
| Исполнение 1                                       | 14814,6                                |                                              |

### 3.2.9 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.

Таблица 24 - Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи                                             | Сумма, руб. | Примечание           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|----------------------|
| 1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы       | 43801       | Пункт 4.2.5          |
| 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 $\sum(1 - 4)$ |
| 6. Бюджет затрат НТИ                                            | 83823,4     | $\sum(1 - 5)$        |

### 3.3 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;

$\Phi_{\text{max}}$  – 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) была выявлена конкурентоспособность мелкосерийного производства изготовления детали из круглого прутка;
- 2) рассчитан SWOT-анализ, в котором рассматриваются все сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы;
- 3) был распланирован график проведения НИР;
- 4) рассчитан бюджет НИР (на основную заработную плату – 43801 руб., на дополнительную – 12842 руб., отчисления во ВБФ - 14814,6 руб., прочие расходы составили 810 рублей).

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

|        |                           |
|--------|---------------------------|
| Группа | ФИО                       |
| 4А31   | Дронову Денису Сергеевичу |

|                     |             |                           |                                                                                                              |
|---------------------|-------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Институт            | ИФВТ        | Кафедра                   | ФВТМ                                                                                                         |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 15.03.01 Машиностроение/<br>«Машины и технология<br>высокоэффективных<br>процессов обработки<br>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.<br/>Оборудование – станки (отрезной, токарный, токарный с ЧПУ, фрезерный с ЧПУ, сверлильный)<br/>Вредные факторы:<br/>Повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; недостаточная освещенность рабочей зоны<br/>Опасные факторы:<br/>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;<br/>СанПиН 2.2.4/2.1.8.566-96 – Производственная вибрация;<br/>СанПиН 52.13330.201 – Естественное и искусственное освещение;<br/>ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ - Электробезопасность;<br/>ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ – Оборудование производственное;<br/>ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ – Безопасность рабочих мест;<br/>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:<br/>- повышенные уровни шума;<br/>-повышенные уровни вибрации.<br/>Действие факторов на организм человека:<br/>- ухудшение слуха;<br/>- влияние на нервную систему;<br/>- раздражение человека;<br/>- нарушение работы сердечно-сосудистой системы;<br/>- головные боли;<br/>- тошнота.<br/>Средства коллективной защиты:<br/>- 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> </ul> <p>Средства индивидуальной защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                     | <i>К выполнению работ допускаются руководители, 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   | Дронов Денис Сергеевич |         |      |

## 4 Социальная ответственность

Цель раздела: 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,<br>наименование видов<br>работ                        | Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Нормативные<br>документы                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                         | Вредные                                                                                                       | Опасные                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1. Заготовительная операция,<br>оборудование:<br>Автомат отрезной 8Г682 | 1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;<br>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. | 1. Движущиеся машины и механизмы;<br>подвижные части производственного оборудования;<br>2. Электрический ток;<br>3. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материала и заготовок;<br>4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования. | СанПиН освещение: 52.13330.2011; СанПиН отопление: 60.13330.2012;<br>Электричество: ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ;<br>Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;<br>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;<br>Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. |

## Продолжение таблицы 26

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2. Токарная операция, оборудование:<br/>Универсальный токарный станок Prota SPF-1500PHS</p> <p>3. Токарная операция с ЧПУ, оборудование:<br/>токарный станок TC1625Ф3 с ЧПУ</p> | <p>1. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны</p> <p>3.Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> | <p>1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;</p> <p>2. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.</p>                                                          | <p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061- 81 ССБТ;</p> <p>Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ;</p> <p>Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Освещение: СанПиН 52.13330.2011; Типовая инструкция по охране труда: РД 153-34.0-03.289-00</p> |
| <p>4. Фрезерная операция с ЧПУ, оборудование:<br/>Фрезерный обрабатывающий центр МЦ3-700 с ЧПУ</p>                                                                                 | <p>1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.</p>                                                                                                         | <p>1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>2. Повышенный уровень статического электричества.</p> <p>3. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.</p> | <p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061- 81 ССБТ;</p> <p>Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ;</p> <p>Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p> <p>Типовая инструкция по охране труда: РД 153-34.0-03.290-00</p>                                  |
| <p>5. Сверлильная операция, оборудование:<br/>Вертикально-сверлильный станок 2Л132</p>                                                                                             | <p>1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.</p>                                                                                                         | <p>1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.</p> <p>2.Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок,</p>                                                                                        | <p>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061- 81 ССБТ;</p> <p>Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ;</p> <p>Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;</p>                                                                                                   |

## Продолжение таблицы 26

|                                                                 |                                                                                                               |                                                                                                                                             |                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 |                                                                                                               | инструментов и оборудования.                                                                                                                | Типовая инструкция по охране труда: РД 153-34.0-03.294-00                                                                                   |
| 6. Слесарная                                                    | 1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;<br>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны. | 1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.                                          | Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061- 81 ССБТ;                                                                                          |
| 7. Гальваническая операция, оборудование: Гальваническая ванна. | 1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.                                                | 1. Химически опасные и вредные токсичные вещества.                                                                                          | СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96;<br>Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ;<br>Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. |
| 8. Промывочная                                                  | 1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.                                                | 1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.<br>2. Отклонение параметров микроклимата | Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061- 81 ССБТ; СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96;                                                        |
| 9. Консервация                                                  | 1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.                                                | 1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.<br>2. Отклонение параметров микроклимата | Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061- 81 ССБТ; СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96;                                                        |

Приведем нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора. Приведем допустимые нормы с необходимой размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора.

### **Превышение уровней шума**

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**

Поскольку виды работ, выполняемые рабочими классифицируются как категория работ №3 – относятся к работам, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных тяжестей (свыше 10кг) и требующих больших физических усилий. 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 27.

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 IIб (233...290)                  | 17-19                   | 16-20                        | 40-60                              | 0,2                            |
| Теплый      | Категория IIб (233...290)                  | 19-21                   | 18-22                        | 40-60                              | 0,2                            |

В помещении должны быть предусмотрены система отопления, функционирующая в зимнее время, которая обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха и система вентилирования и кондиционирования в летнее время.

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

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.

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.

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.

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;
- ущербу 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, прихваты, прижимы и др. Данные средства защиты подойдут и для защиты от механических повреждений, таких как, острые кромки, шероховатость поверхностей заготовки и др.

### **Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.**

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 результате выполнения выпускной квалификационной работы была рассмотрена технологическая подготовка производства для изготовления деталей типа «Корпус».

В ходе выполнения работы, было решено множество задач, таких как: проектирование технологического процесса изготовления данной детали от выбора заготовки для изделия до выпуска конечного продукта. Было подобрано все необходимое технологическое оснащение, режущий и контрольно-измерительный инструмент, а также металлообрабатывающее оборудование. Был проведен анализ технологичности изделия –целью которого было определение целесообразности конструктивных элементов уже готового изделия, а также проверка обеспечения эксплуатационных свойств деталей с помощью программного продукта SolidWorks, в котором выполнен расчет статического перемещения изделия под действием нагрузок. Был проведен расчет минимальных значений припусков на обработку изделия, целью которого является гарантированное обеспечение съема слоя материала. Немаловажное значение на качество обработки резанием имеют режимы резания, параметры которых определяют качество обработанной поверхности, а также не позволяют инструменту выйти из строя раньше времени.

Основную часть технологического процесса занимает обработка детали на станках с ЧПУ, для которых были составлены управляющие программы (УП).

Так же выполнен раздел по финансовому менеджменту, где был проведён SWOT анализ, который выявил сильные и слабые стороны нашего проекта. В разделе социальной ответственности были проанализированы всевозможные опасные и вредные факторы которые могут возникнуть на производстве, безопасность при чрезвычайных ситуациях, а также экологическая безопасность.

### **Список используемых источников**

- 1 Яблочников Е.И Автоматизация технологической подготовки производства в приборостроении СПб.: СПб ГИТМО (ТУ), 2002
- 2 ГОСТ 14.001-73 - ГОСТ 14.416-83. Единая система технологической подготовки производства М.: Изд-во стандартов. 1984
- 3 Челищев Б.Е., Боброва И.В Автоматизированные системы технологической подготовки производства М. Энергия, 1975
- 4 Н.М. Капустин Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении М.: Машиностроение, 1985
- 5 Советов Б.Я., Цехановский В.В Информационные технологии М.: Высшая школа, 2005
- 6 Солдаткин А.Н Программа MSC.Super Forge как один из элементов системы виртуального производства и управления качеством изделия. САПР и Графика, № 7, 2000
- 7 Страшак А Методы синтеза структур управления большими системами // Методы оптимизации управления в больших системах София, Болгарская Академия наук, 1968
- 8 Должиков В.П. Технология наукоемких производств: учебное пособие – Томск: изд. ТПУ, 2013. – 301 с.
- 9 Коротков В.С. Технологическая оснастка: курс лекций. – Томск.: изд. ТПУ, 2010. – 152 с.
- 10 Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
- 11 Нормирование станочных работ. Определение вспомогательного времени при механической обработке заготовок, [Электронный ресурс].Режим доступа:  
[http://vk.com/doc181655985\\_437458220?hash=2163d1f710deee9f38&dl=80d4e38dedbb2db281](http://vk.com/doc181655985_437458220?hash=2163d1f710deee9f38&dl=80d4e38dedbb2db281)

12 Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, Н.А. Шевченко и др.; под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987. – 846 с.; ил.

13 Проектирование гибких производственных систем. – Екатеринбург: изд. УрФУ, 2008. – 27 с

14 Размерный анализ технологических процессов/ В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. // Б-ка технолога. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с.; ил.

15 Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно- методическое пособие/ Криницина З.В., Видяев И.Г.; Томский политехнический университет. – Томск: Издательство ТПУ, 2014. – 73с.

16 Технологическая оснастка, [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65625a2ac68a4d43b88521306c36\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65625a2ac68a4d43b88521306c36_0.html)

