

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ): Отделение материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка технологии изготовления корпуса разъема</b>

УДК 621.81.002-216

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15А	Харченко Денис Витальевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин Иван Сергеевич	к.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП	Скаковская Наталия Вячеславовна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Елена Владимировна	к.т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		

*Планируемые результаты обучения*

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.	Требования ФГОС (ОК-1; ОК-9; ОК-10) <sup>1</sup> , Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.	Требования ФГОС (ОК-7; ОК-11; ОК-12; ОК-13), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.	Требования ФГОС (ОК-6; ОК-8), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-4; ПК-9; ПК-10), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.	Требования ФГОС (ОК-2; ОК-3; ОК-5; ПК-5), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях.	Требования ФГОС (ОК-14; ОК-15; ОК-16), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P7	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и	Требования ФГОС

<sup>1</sup> Указаны коды компетенций по ФГОС ВПО (направление 150700 – МАШИНОСТРОЕНИЕ), утвержденному Приказом Министерства образования и науки РФ от 09.11.2009 г.

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
	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.	(ПК-7; ОК-10), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций	Требования ФГОС (ПК-1; ПК-3; ПК-26) , Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.	Требования ФГОС (ПК-2; ПК-4; ПК-16), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3.), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Умение проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	Требования ФГОС (ПК-18), Критерий 5 АИОР (пп. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.	Требования ФГОС (ПК-6; ПК-12; ПК-14; ПК-15; ПК-24), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.	Требования ФГОС (ПК-21; ПК-22; ПК-23), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P13	Готовность составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование), выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию	Требования ФГОС (ПК-11; ПК-13), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
	для создания системы менеджмента качества на предприятии.	
Р14	Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.	Требования ФГОС (ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-25), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р15	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве.	Требования ФГОС (ПК-8), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки (специальность): 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ): Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
<small>(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)</small>

Студенту:

Группа	ФИО
8Л15А	Харченко Денису Витальевичу

Тема работы:

Разработка технологии изготовления корпуса разъема
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Чертеж корпуса разъема, технические требования к детали, программа выпуска.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Анализ технологичности детали, разработка маршрута обработки, размерный анализ, выбор оборудования и инструмента, подбор режимов резания, расчет норм времени, разработка специального приспособления.

<b>Перечень графического материала</b>	Чертеж корпуса разъема, размерная схема, чертеж специального приспособления, технологические карты
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Технологическая часть</b>	Охотин И.С.
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Скаковская Н.В.
<b>Социальная ответственность</b>	Белоенко Е.В.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	11.12.2018
---	------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Охотин Иван Сергеевич	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15А	Харченко Денис Витальевич		

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа 85 с, 10 рис., 24 табл., 18 источника литературы.

Ключевые слова: технологический процесс, корпус разъема, ЧПУ, инструмент, режимы резания, нормы времени.

Объект исследования – деталь типа «Корпус».

Цель работы: разработка технологии изготовления корпуса разъема.

В результате исследования был проведен анализ технологичности конструкции детали, разработан технологический процесс изготовления детали. Были подобраны инструменты и выбрано оборудование. Рассчитаны режимы резания и проведен размерный анализ. Спроектировано специальное приспособление для поворота заготовки. Предложены пути решения вопроса об экологической безопасности, а также проведен финансовый анализ технологии изготовления корпуса.

## Оглавление

Введение.....	9
1. Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	10
1.1 Анализ технологичности конструкции детали.....	10
1.2 Определение типа производства.....	11
1.3 Разработка технологического маршрута изготовления детали .....	14
1.4 Размерный анализ технологического процесса.....	18
1.5 Определение минимальных припусков на обработку .....	19
1.6 Определение допусков на осевые технологические размеры.....	22
1.7 Определение допусков на диаметральные технологические размеры ...	23
1.8 Расчет диаметральных технологических размеров.....	25
1.9 Расчет осевых технологических размеров .....	28
1.10 Выбор средств технологического оснащения .....	30
1.11 Расчет режимов резания.....	32
1.12 Нормирование технологического процесса.....	38
2. Проектирование средств технологического оснащения.....	48
3. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение ....	53
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований .....	53
3.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	58
4. Социальная ответственность .....	73
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	73
4.2 Производственная безопасность.....	74
4.3 Экологическая безопасность .....	80
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	81
Заключение .....	83
Список источников литературы .....	84



## **Введение**

В современном мире внедрение автоматизированных систем помогает повысить качество обработки деталей, а также снизить себестоимость выпускаемой продукции. На предприятиях благодаря автоматизации снижается количество бракованных изделий и осуществляется бесперебойное производство. Для снижения себестоимости решается огромное количество задач. Используют высокопроизводительные технологии, унифицируют и стандартизируют номенклатуру составных частей конструктивных элементов, автоматизируют производственные процессы.

С механической обработкой связано изготовление большого количества деталей машин. При проектировании технологических процессов механической обработки технологи сталкиваются с рядом трудностей, для решения которых необходимо совершенствовать технологию обработки.

В 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.

## **1. Проектирование технологического процесса изготовления детали**

Использование станков с ЧПУ позволяет изготовить деталь с более точными размерами, сократить время на изготовление детали и автоматизировать технологический процесс, также данное оборудование более универсально. Далее для всех операций подбирается технологическое оснащение, режущие инструменты, мерительные инструменты. Так как масса и габариты заготовки невелики, предприятие не нуждается в дополнительных средствах для транспортировки заготовки (детали) по цехам. На этом же этапе осуществляется расчет режимов резания и норм времени.

### **1.1 Анализ технологичности конструкции детали**

Благодаря невысокой стоимости, высокой твердости, хорошей обрабатываемости на станках и коррозионной стойкости ЛС59-1 широко применяется во всех видах производства. Из этого сплава массово выпускаются различные заготовки. Хотя сплав данной марки относится к категории латуней, которые хорошо обрабатываются давлением, чаще всего изделия из него обрабатывают на скоростных металлорежущих станках.

Изделие является корпусом разъема электрического кабеля для горношахтного оборудования. Используется для защиты разъема и для его правильной установки в разъем. Все размеры и точности обработки поверхностей обеспечиваются возможностями станков. Внутренняя поверхность имеет ступенчатую форму, поэтому необходимо сначала просверлить отверстие малого диаметра на всю длину внутренней поверхности, которое затем будет расточено под отверстие большего диаметра. Также необходимо отметить основные требования, предъявляемые к детали: отклонения для неуказанных размеров выполняются по 12 качеству. При обработке детали используются точение, сверление и фрезерование.

Приведем данные о материале детали: по химическому составу, механическим свойствам [3].

Таблица 1 – Химический состав латуни ЛС 59-1 (ГОСТ 15527-2004)

Материал	Cu	Zn	Pb	Sn	Fe
Ед. изм., %	57-60	36,51	0,8-1,9	0-0,3	0-0,5

Таблица 2 – Механические свойства латуни ЛС 59-1

	Предел прочности $\sigma_s$ , МПа	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Предел текучести $\sigma_s$ , МПа	Твердость материала, НВ
отожженная	350	8500	140	80
деформированная	650		410	160

## 1.2 Определение типа производства

Для определения типа производства необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций, который определяется по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_e}{T_{ум}}$$

где  $t_e$  – такт выпуска изделия;

$T_{ум}$  – среднее штучное время.

$$t_e = \frac{F_o \cdot 60}{N}$$

где  $F_o$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования;

$N$  – годовая программа выпуска деталей.

$$T_{шт} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шкi}}{n}.$$

где  $t_{шкi}$  – штучно-калькуляционное время на каждой операции;

$n$  – число операций.

$$t_{шк} = \varphi_{\kappa} T_0.$$

где  $T_0$  – основное технологическое время;

$\varphi_{\kappa}$  – величина коэффициента.

Определим штучно-калькуляционное время для каждой операции и запишем в таблицу:

Таблица 3 – Штучно-калькуляционное время для каждой операции

Заготовительная	$t_{ш} = 1,98 \cdot 0,00019(32^2 - 0^2) = 0,38$ (мин)
Обработка торцов	$2t_{ш} = 2 \cdot 1,98 \cdot 0,000052(32^2 - 0^2) = 0,2$ (мин)
Обработка цилиндрических поверхностей	$t_{ш} = 1,98 \cdot 0,00017(27 \cdot 35 + 23 \cdot 8) = 0,4$ (мин)
Сверление отверстия	$t_{ш} = 0,00052(16 \cdot 60) = 1$ (мин)
Растачивание отверстия	$t_{ш} = 0,00018 \cdot 18 \cdot 30 = 0,2$ (мин)
Обработка канавок	$t_{ш} = 1,98 \cdot 0,00063((23^2 - 20^2) + (27^2 - 20^2)) = 0,57$ (мин)
Нарезание резьбы	$t_{ш} = 1,98 \cdot 0,0019 \cdot 13 \cdot 22 = 1$ (мин)
Фрезерование	$t_{ш} = 1,84 \cdot 0,007 \cdot 13 = 0,16$ (мин)

Найдем среднее штучное время:

$$T_{шт} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шт i}}{n} = \frac{4,367}{12} = 0,363 \text{ (мин)}.$$

Определим коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_6}{T_{шт}} = \frac{2070 \cdot 60}{5000 \cdot 0,363} = 32,5.$$

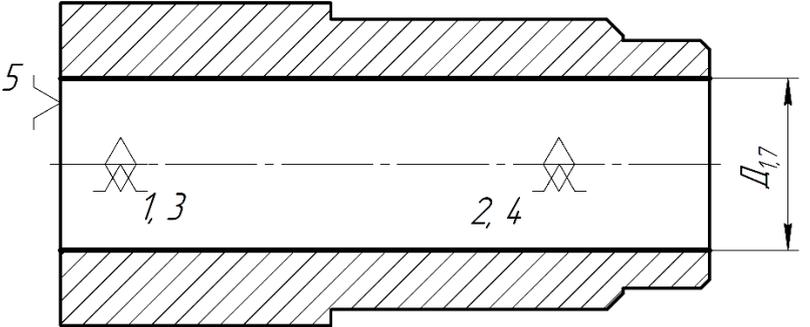
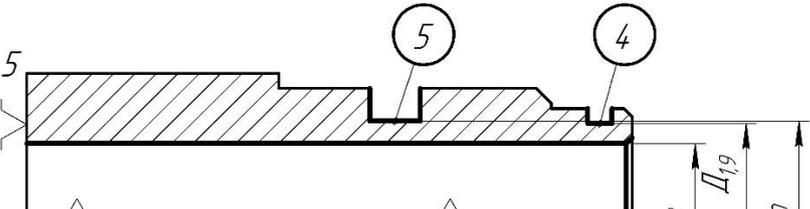
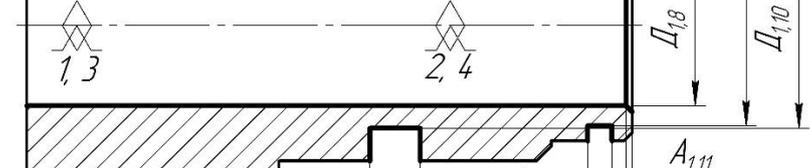
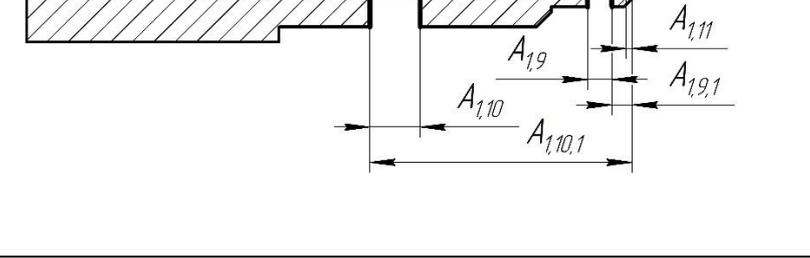
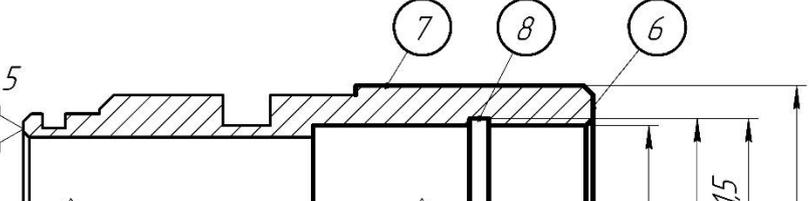
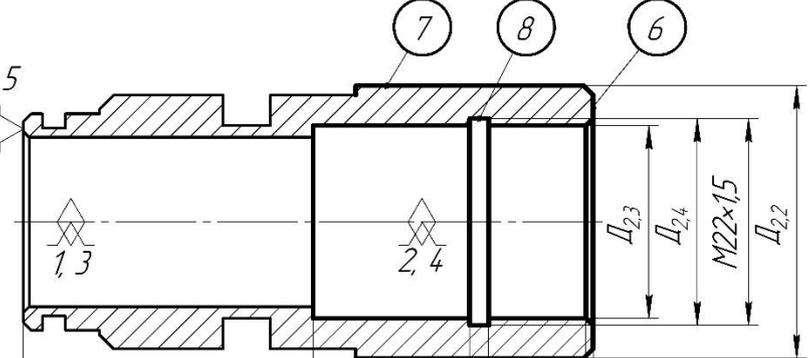
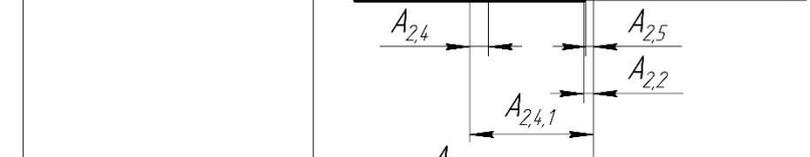
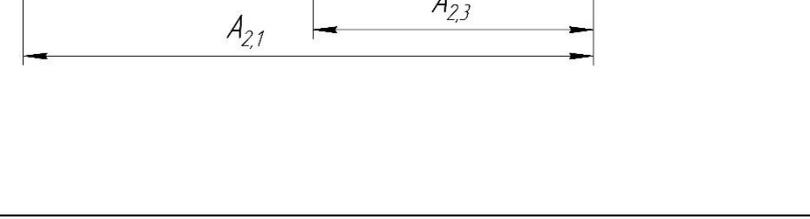
Так как  $K_{з.о} = 32,5$ , следовательно производство является мелкосерийным.

### 1.3 Разработка технологического маршрута изготовления детали

Таблица 4 – Технологический процесс изготовления детали

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода		
0	1	<u>Заготовительная операция</u> Отрезать заготовку в размер $A_{0,1}$ .	
1	1	<u>Токарная операция с ЧПУ</u> Подрезать торец 1, выдерживая размер $A_{1,1}$ .	
	2	Точить поверхность 2, выдерживая размеры $A_{1,2}$ и $D_{1,2}$ .	
	3	Точить поверхность 3, выдерживая размеры $A_{1,3}$ и $D_{1,3}$ .	
	4	Точить фаску, выдерживая размер $A_{1,4} \times 45^\circ$ .	
	5	Точить фаску, выдерживая размер $A_{1,5} \times 45^\circ$ .	
	6	Сверлить центровое отверстие $\varnothing 5$ .	

Продолжение таблицы 4

7	Сверлить сквозное отверстие $D_{1.7}$ .	
8	Расточить отверстие в размер $D_{1.8}$ .	
9	Точить фаску, выдерживая размер $A_{1.11} \times 45^\circ$ .	
10	Точить канавку 4, выдерживая размер $A_{1.9}$ , $A_{1.9,1}$ и $D_{1.9}$ .	
11	Точить канавку 5, выдерживая размеры $A_{1.10}$ , $A_{1.10,1}$ и $D_{1.10}$ .	
2	<p><u>Токарная операция с ЧПУ</u></p> <p>Подрезать торец 6, выдерживая размер <math>A_{2.1}</math>.</p>	
2	Точить поверхность 7, выдерживая размер $D_{2.2}$ .	
3	Точить фаску, выдерживая размер $A_{2.2} \times 45^\circ$ .	
4	Расточить отверстие, выдерживая размеры $A_{2.3}$ и $D_{2.3}$ .	

Продолжение таблицы 4

	5	Точить фаску, выдерживая размер $A_{2,5} \times 45^\circ$ .	
	6	Точить канавку 8, выдерживая размеры $A_{2,4}$ , $A_{2,4,1}$ и $D_{2,4}$	
	7	Нарезать резьбу $M22 \times 1,5$ .	
3	1	<u>Сверлильная операция</u> Сверлить отверстие $\varnothing 2$ , выдерживая размер $A_{3,1}$ .	
4	1	<u>Фрезерная операция</u> Фрезеровать паз, выдерживая размеры $D_{4,1}$ и $\Pi_{4,1}$ .	



Продолжение таблицы 4

5	1	<u>Слесарная операция</u> Притупить острые кромки фаской 0,3×45° и снять заусенцы.	
---	---	--	--

## 1.4 Размерный анализ технологического процесса

В разделе рассмотрим размерную схему на осевые и диаметральные размеры и граф дерево технологического процесса.

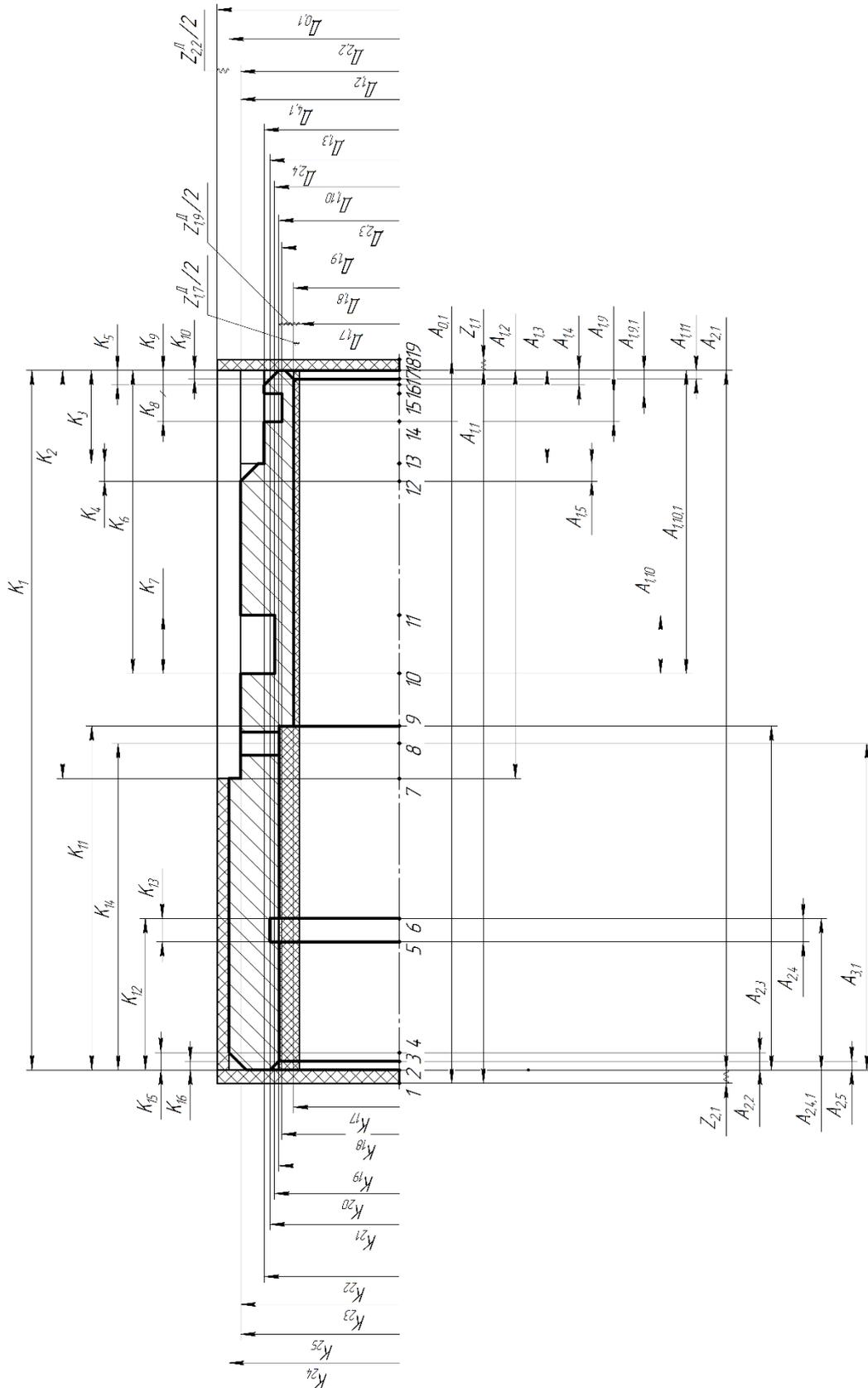


Рис.1. Размерная схема технологического процесса



$h_{i-1}$  – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного на предшествующем переходе обработки данной поверхности;

$\varepsilon_{yi}$  – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе;

$\rho_{i-1}$  – пространственные отклонения обрабатываемой поверхности.

Согласно Приложению 2 [1] шероховатость поверхности проката составляет  $Rz_{i-1} = 110$  мкм, а толщина дефектного слоя проката равна  $h_{i-1} = 125$  мкм.

Погрешность формы  $\rho_{\phi_{i-1}}$  представляет собой изогнутость заготовки. Чтобы определить кривизну проката, используем табл.9 Приложения 5 [1]. Изогнутость для данной установки заготовки определяем по формуле:

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} = \Delta_{\kappa} \cdot l = 0,5 \cdot 70 = 35(\text{мкм}).$$

где  $\Delta_{\kappa}$  – кривизна проката, мкм/мм;

$l$  – вылет заготовки из патрона, мм.

Погрешность установки заготовки равна погрешности закрепления заготовки в радиальном направлении, которую можно определить по табл.1 Приложения 4 [1]:

$$\varepsilon_{yi} = \varepsilon_{zi} = 70(\text{мкм}).$$

Минимальный припуск на обточку заготовки составит:

$$z_{i\min} = 2 \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = 2 \left( 110 + 125 + \sqrt{35^2 + 70^2} \right) = 700(\text{мкм}).$$

Минимальный припуск  $z_{1.1\min}$  на подрезку торца заготовки определим по формуле:

$$z_{i\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}.$$

Шероховатость поверхности для черного точения  $Rz_{i-1} = 115$  мкм, толщина дефектного слоя составляет  $h_{i-1} = 75$  мкм.

Пространственное отклонение торца определим по формуле:

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} + \rho_{r_{i-1}} = 30 + 80 = 110 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск  $z_{1.1\min}$  на подрезку торца заготовки равен:

$$z_{1.1\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 115 + 75 + 110 = 300 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск  $z_{1.7\min}$  на расточку отверстия определим по формуле:

$$z_{i\min} = 2 \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right).$$

Согласно Приложению 2 [1] шероховатость поверхности, полученная при сверлении, составляет  $Rz_{i-1} = 110$  мкм, а толщина дефектного слоя равна  $h_{i-1} = 70$  мкм.

Определим погрешность формы обрабатываемой поверхности, полученной на предшествующем переходе:

$$\rho_{\phi_{i-1}} = 20 \text{ мкм.}$$

Определим погрешность расположения поверхностей, полученной на предшествующем переходе:

$$\rho_{r_{i-1}} = 60 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки заготовки на данном переходе равна:

$$\varepsilon_{yi} = 320 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск  $z_{1.7\min}$  на расточку отверстия составит:

$$z_{1.7\min} = 2 \left( 110 + 70 + \sqrt{80^2 + 320^2} \right) = 1100 \text{ мкм.}$$

## 1.6 Определение допусков на осевые технологические размеры

Таблицы точности приведены в Приложении 1 [1], в них представлены статистические данные по погрешностям размеров заготовок, обрабатываемых на различных станках.

Определим допуски на осевые размеры:

$$TA_{1,2} = \omega_c + \rho = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{1,3} = \omega_c + \rho = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{1,4} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1,5} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1,9} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1,10} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

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

$$TA_{2,3} = \omega_c + \rho = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{2,4} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2,5} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{3,1} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}.$$

Условия обеспечения точности конструкторских размеров.

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера записывается в виде:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i.$$

Проверяем неравенства:

$$TK_1 = 0,6 \text{ мм} \geq TA_{2,1} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 0,5 \text{ мм} \geq TA_{1,2} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 0,3 \text{ мм} \geq TA_{1,3} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 0,2 \text{ мм} \geq TA_{1,5} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 0,2 \text{ мм} \geq TA_{1,4} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_6 = 0,41\text{мм} \geq TA_{1,10,1} = 0,2\text{мм};$$

$$TK_7 = 0,24\text{мм} \geq TA_{1,2} = 0,2\text{мм};$$

$$TK_8 = 0,2\text{мм} \geq TA_{1,9} = 0,2\text{мм};$$

$$TK_9 = 0,2\text{мм} \geq TA_{1,9,1} = 0,2\text{мм};$$

$$TK_{10} = 0,2\text{мм} \geq TA_{1,11} = 0,12\text{мм};$$

$$TK_{11} = 0,42\text{мм} \geq TA_{2,3} = 0,3\text{мм};$$

$$TK_{12} = 0,36\text{мм} \geq TA_{2,4,1} = 0,2\text{мм};$$

$$TK_{13} = 0,2\text{мм} \geq TA_{2,4} = 0,12\text{мм};$$

$$TK_{14} = 0,42\text{мм} \geq TA_{3,1} = 0,15\text{мм};$$

$$TK_{15} = 0,2\text{мм} \geq TA_{2,2} = 0,12\text{мм};$$

$$TK_{16} = 0,2\text{мм} \geq TA_{2,5} = 0,12\text{мм}.$$

Конструкторские размеры обеспечиваются с помощью нашего оборудования, следовательно принимаем все допуски на технологические размеры, которые совпадают с конструкторскими, равными допускам на конструкторские размеры.

### **1.7 Определение допусков на диаметральные технологические размеры**

Таблицы точности приведены в Приложении 1 [1], в них представлены статистические данные по погрешностям размеров заготовок, обрабатываемых на различных станках.

Определим допуски на диаметральные размеры:

$$\begin{aligned}
TD_{2,2} &= \omega_c + \rho = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ мм}; \\
TD_{1,2} &= \omega_c + \rho = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ мм}; \\
TD_{1,3} &= \omega_c + \rho = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ мм}; \\
TD_{1,8} &= \omega_c = 0,2 \text{ мм}; \\
TD_{1,9} &= \omega_c + \rho = 0,2 + 0,05 = 0,25 \text{ мм}; \\
TD_{1,10} &= \omega_c + \rho = 0,2 + 0,05 = 0,25 \text{ мм}; \\
TD_{2,4} &= \omega_c = 0,2 \text{ мм}; \\
TD_{2,5} &= \omega_c + \rho = 0,2 + 0,05 = 0,25 \text{ мм}; \\
TD_{4,1} &= \omega_c + \rho = 0,2 + 0,15 = 0,35 \text{ мм}.
\end{aligned}$$

Условия обеспечения точности конструкторских размеров.

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера записывается в виде:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TD_i.$$

Проверяем неравенства:

$$\begin{aligned}
TK_{17} &= 0,36 \text{ мм} \geq TD_{1,8} = 0,3 \text{ мм}; \\
TK_{18} &= 0,42 \text{ мм} \geq TD_{1,9} = 0,25 \text{ мм}; \\
TK_{19} &= 0,42 \text{ мм} \geq TD_{2,4} = 0,2 \text{ мм}; \\
TK_{20} &= 0,42 \text{ мм} \geq TD_{1,10} = 0,25 \text{ мм}; \\
TK_{21} &= 0,42 \text{ мм} \geq TD_{2,5} = 0,25 \text{ мм}; \\
TK_{22} &= 0,42 \text{ мм} \geq TD_{1,3} = 0,3 \text{ мм}; \\
TK_{23} &= 0,42 \text{ мм} \geq TD_{4,1} = 0,35 \text{ мм}; \\
TK_{24} &= 0,42 \text{ мм} \geq TD_{2,2} = 0,3 \text{ мм}; \\
TK_{25} &= 0,42 \text{ мм} \geq TD_{1,2} = 0,3 \text{ мм}.
\end{aligned}$$



## 1.8 Расчет диаметральных технологических размеров

Для определения диаметра проката рассмотрим технологическую размерную цепь на рис.1.

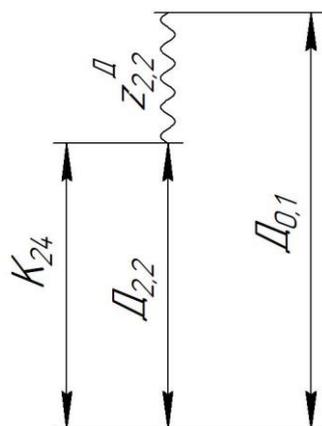


Рис.3. Размерная цепь

Рис.1. Размерные схемы технологических маршрутов наружной обработки поверхностей вращения корпуса

Найдем среднее значение звена  $D_{2,2}$ :

$$D_{2,2}^c = D_{2,2} + \frac{ВОД_{2,2} + НОД_{2,2}}{2} = 29 + \frac{0,21 + (-0,21)}{2} = 29 \text{ мм.}$$

Звено  $D_{2,2}$  запишем в виде  $D_{2,2} = 29 \pm 0,21 \text{ мм.}$

Определим допуск звена  $D_{0,1}$ , используя табл.1 Приложения 5 [1]:

$$ТД_{0,1} = ВОД_{0,1} - НОД_{0,1} = 0,4 - (-0,7) = 1,1 \text{ мм.}$$

Находим среднее значение припуска  $z_{D_{2,2}}$ :

$$z_{D_{2,2}}^c = z_{2,2\min} + \frac{ТД_{2,2} + ТД_0}{2} = 0,7 + \frac{0,42 + 1,1}{2} = 1,46 \text{ мм.}$$

Определяем среднее значение звена  $D_{0,1}$ :

$$D_{0,1}^c = D_{2,2}^c + z_{D_{2,2}}^c = 29 + 1,46 = 30,46 \text{ мм.}$$

Посчитаем номинальное значение звена  $D_{0,1}$ :

$$D_{0,1} = D_{0,1}^c - \frac{ВОД_{0,1} + НОД_{0,1}}{2} = 30,46 - \frac{0,4 - 0,7}{2} = 30,61 \text{ мм.}$$

Расчетное значение звена  $D_{0,1} = 30,61_{-0,7}^{+0,4}$  мм, выбираем прокат диаметром

$D_{0,1\phi} = 32_{-0,7}^{+0,4}$  мм. Фактическое значение припуска определяем как:

$$z_{D_{2,2}}^\phi = D_{0,1}^c - D_{2,2} = 32_{-0,7}^{+0,4} - 29_{-0,21}^{+0,21} = 3_{-0,91}^{+0,61} \text{ мм.}$$

Расчет технологических размеров  $D_{1,7}$ .

Определим размер  $D_{1,7}$  из размерной цепи  $D_{1,8}$ ,  $z_{1,7}^D$ , в которой

$$K_{17}^D = D_{1,8} = 18_{-0,18}^{+0,18}.$$

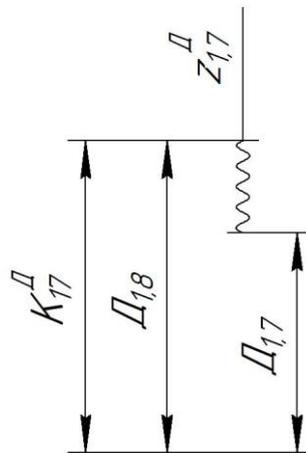


Рис.4. Размерная цепь

Определим  $D_{1,8}^c$ :

$$D_{1,8}^c = D_{1,8} + \frac{ВОД_{1,8} + НОД_{1,8}}{2} = 18 + \frac{0,18 - 0,18}{2} = 18 \pm 0,18.$$

Затем найдем  $z_{D_{1,7}}^c$ :

$$z_{D1,7}^c = z_{1,7}^D + \frac{T D_{1,8} + T D_{1,7}}{2} = 1,1 + \frac{0,42 + 0,36}{2} = 1,49 \text{ мм.}$$

Вычислим  $D_{1,7}^c$ :

$$D_{1,7}^c = D_{1,8}^c - z_{D1,7}^c = 18 - 1,49 = 16,51 \text{ мм.}$$

Выбираем  $D_{1,7} = 16_{-0,18}^{+0,18}$  мм, посчитаем припуск на обработку:

$$z_{1,7}^D = 18_{-0,18}^{+0,18} - 16_{-0,18}^{+0,18} = 2_{-0,36}^{+0,36} \text{ мм.}$$

Аналогично определим припуск на обработку  $z_{1,9}^D$ :

$$z_{1,9}^D = D_{2,4} - D_{1,7} = 20,5_{-0,21}^{+0,21} - 16_{-0,18}^{+0,18} = 4,5_{-0,39}^{+0,39} \text{ мм.}$$

Определим непосредственно выдерживающиеся диаметральные размеры:

- 1)  $D_{1,8} = K_{17} = 18_{-0,18}^{+0,18}$  мм;
- 2)  $D_{1,9} = K_{18} = 20_{-0,21}^{+0,21}$  мм;
- 3)  $D_{2,3} = K_{19} = 20,5_{-0,21}^{+0,21}$  мм;
- 4)  $D_{1,10} = K_{20} = 20,5_{-0,21}^{+0,21}$  мм;
- 5)  $D_{2,4} = K_{21} = 22_{-0,21}^{+0,21}$  мм;
- 6)  $D_{1,2} = K_{25} = 27_{-0,21}^{+0,21}$  мм;
- 7)  $D_{4,1} = K_{23} = 25_{-0,21}^{+0,21}$  мм;
- 8)  $D_{2,2} = K_{24} = 29_{-0,21}^{+0,21}$  мм.

## 1.9 Расчет осевых технологических размеров

$$1) A_{3,1} = K_{14} = 28^{+0,21}_{-0,21} \text{ мм}$$

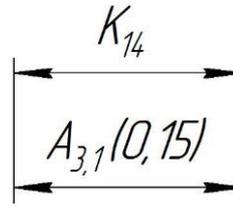


Рис.5. Размерная цепь

$$2) A_{2,5} = K_{16} = 0,8^{+0,1}_{-0,1} \times 45^\circ \text{ мм}$$

$$3) A_{2,4,1} = K_{12} = 13^{+0,18}_{-0,18} \text{ мм}$$

$$4) A_{2,4} = K_{13} = 2^{+0,1}_{-0,1} \text{ мм}$$

$$5) A_{2,3} = K_{11} = 29,5^{+0,21}_{-0,21} \text{ мм}$$

$$6) A_{2,2} = K_{15} = 1^{+0,1}_{-0,1} \text{ мм}$$

$$7) A_{2,1} = K_{21} = 60^{+0,3}_{-0,3} \text{ мм};$$

$$z_{2,1}^c = z_{2,1\text{min}} + \frac{TA_{2,1} + TA_{1,1}}{2} = 0,3 + \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,5 \text{ мм};$$

$$A_{1,1}^c = A_{2,1} + z_{2,1}^c = 60 + 0,5 = 60,5 \text{ мм};$$

$$A_{1,1} = 60,5^{+0,2}_{-0,2} \text{ мм}.$$

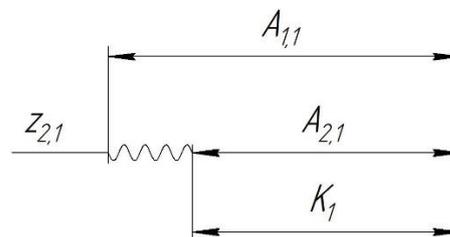


Рис.6. Размерная цепь

$$8) A_{1,11} = K_{10} = 0,5^{+0,1}_{-0,1} \text{ мм}$$

$$9) A_{1,10,1} = K_6 = 26^{+0,21}_{-0,21} \text{ мм}$$

$$10) A_{1,10} = K_7 = 5^{+0,12}_{-0,12} \text{ мм}$$

$$11) A_{1,9,1} = K_9 = 2_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}$$

$$12) A_{1,9} = K_8 = 2,4_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}$$

$$13) A_{1,5} = K_4 = 1,5_{-0,1}^{+0,1} \times 45^\circ \text{ мм}$$

$$14) A_{1,4} = K_5 = 0,8_{-0,1}^{+0,1} \times 45^\circ \text{ мм}$$

$$15) A_{1,3} = K_3 = 8_{-0,15}^{+0,15} \text{ мм}$$

$$16) A_{1,2} = K_2 = 35_{-0,25}^{+0,25} \text{ мм}$$

$$17) z_{1,1}^c = z_{1,1\text{min}} + \frac{TA_{1,1} + TA_{0,1}}{2} = 0,3 + \frac{0,2 + 2,14}{2} = 1,47 \text{ мм};$$

$$A_{0,1}^c = A_{1,1} + z_{1,1}^c = 60,5 + 1,47 = 61,97_{-1,07}^{+1,07} = 62_{-1,1}^{+1,04} \text{ мм}.$$

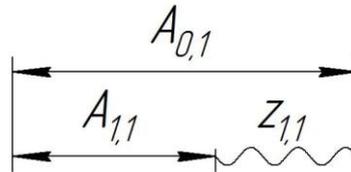


Рис.7. Размерная цепь

## 1.10 Выбор средств технологического оснащения

Подберем необходимые для механической обработки средства технологического оснащения и необходимые средства контрольно-измерительного оснащения.

Таблица 5 – Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
Заготовительная	Универсальный токарно-винторезный станок 16К20	Резец отрезной 2130-0451 ВК6 ГОСТ 18884-73	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80.
Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ OKUMA GENOS L250П	Резец подрезной 2112-0084 ВК6 ГОСТ 18880-73. Резец проходной 2102-0024 ВК6 ГОСТ 18877-73. Сверло (центровочное Ø5) 2317-0108 ГОСТ 14952-75 Материал сверла: P6M5. Сверло (спиральное Ø16) 2301-3607 ГОСТ 10903-77 Материал сверла: P6M5. Резец канавочный 2120-0503 ВК8 ГОСТ 18874-73. Резец расточной 2141-0056 ВК6	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80.

Продолжение таблицы 5

		ГОСТ 18883-73. Резец токарный резьбовой 2662-0005 1,5 BK8 ГОСТ 18885-73	
Сверлильная	Фрезерно- сверлильный станок JET JMD-2S	Сверло (спиральное Ø2) 2300-8121 ГОСТ 10902-77	Делительная головка с мембранным приводом, с механизмом поворота и цангой.
Фрезерная		Фреза (концевая Ø3) 2220-0001 ГОСТ 17025-71	

Таблица 6 – Средства контроля точности изготовления детали

Операции	Способ контроля	Измерительный прибор
Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
Токарная с ЧПУ	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89 Шаблон для фасок INSIZE 4844 Пробка резьбовая 8221-3088 7H ГОСТ 17758-72
Сверлильная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89
Фрезерная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89

## 1.11 Расчет режимов резания

Заготовительная операция

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m s^y} K_v.$$

где  $C_v$  – коэффициент, определяется по таблице [2];

$T$  – период стойкости инструмента;

$s$  – подача;

$y, m$  – коэффициенты, принимаются в соответствии с таблицей [2];

$K_v$  – поправочный коэффициент, определяется по формуле:

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv}.$$

$K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, определяется согласно таблице [2];

$K_{nv}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки, определяется согласно таблице [2];

$K_{uv}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента, определяется согласно таблице [2];

Найдем поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 1,7 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,53.$$

Определим скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m s^y} K_v = \frac{68}{60^{0,23} \cdot 0,16^{0,3}} \cdot 1,53 = 70 \text{ (м/мин)}.$$



Частота вращения заготовки определим по формуле:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 70}{3,14 \cdot 32} = 700 \text{ (об/мин)};$$

$$n_{cm} = 12,5 - 1600.$$

Принимаем  $n = 630$  (об/мин).

Составляющие силы резания определяют по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y v^n K_p.$$

Где  $t$  – длина лезвия резца;

$C_p, x, y, n$  – коэффициенты для составляющих сил.

$K_p$  – поправочный коэффициент при фактических условиях резания, определяется по формуле:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp}$$

$K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp}$  – поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания, приведены в таблице [2];

$K_{mp}$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества медных сплавов на силовые зависимости, приведен в таблице [2].

Найдем тангенциальную составляющую силу резания:

$$P_z = 10 \cdot 75 \cdot 3 \cdot 0,16 \cdot 0,7 = 252 \text{ (Н)}.$$

Мощность резания рассчитывают по формуле:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{252 \cdot 70}{1020 \cdot 60} = 0,288 \text{ (кВт)};$$

$$N_{cm} = 11 \text{ (кВт)};$$

$$N_{cm} = 11 > N = 0,288.$$

Токарная операция.

Обработка цилиндрической поверхности, подрезка торца, обработка канавок и растачивание отверстия.

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{182}{40^{0,23} \cdot 3^{0,12} \cdot 0,5^{0,3}} \cdot 3,4 = 285 \text{ (м/мин)}.$$

где  $t$  – глубина резания.

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv} = 1,4 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 3,4.$$

Найдем тангенциальную составляющую силу резания:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \cdot 55 \cdot 3^1 \cdot 0,5^{0,66} \cdot 0,89 = 1044 \text{ (Н)}.$$

Мощность резания рассчитывают по формуле:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{1044 \cdot 285}{1020 \cdot 60} = 4 \text{ (кВт)};$$

$$N_{cm} = 11 \text{ (кВт)};$$

$$N_{cm} = 11 > N = 4.$$

Частота вращения заготовки определим по формуле:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 285}{3,14 \cdot 32} = 2836 \text{ (об/мин)}.$$

$$n_{cm} = 3000 \text{ (об/мин)};$$

$$n_{cm} > n.$$

Сверление сквозного отверстия.

Определяем скорость резания по формуле:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{14,1 \cdot 16^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,8^{0,4}} \cdot 1,44 = 26,6 \text{ м/мин};$$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 1,7 \cdot 1 \cdot 0,85 = 1,44.$$

Найдем осевую силу резания:

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 31,5 \cdot 16^1 \cdot 0,8^{0,8} \cdot 0,7 = 2116 \text{ (Н)}.$$

Частота вращения заготовки определим по формуле:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 26,6}{3,14 \cdot 16} = 535 \text{ (об/мин)}.$$

Крутящий момент находим по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_m D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,012 \cdot 16^2 \cdot 0,8^{0,8} \cdot 0,7 = 17,9 \text{ (Н} \cdot \text{м)}.$$

где  $C_m, q, y$  – коэффициенты при сверлении;

$K_p = K_{mp}$  – коэффициент, зависящий от материала обрабатываемой заготовки.

Мощность резания рассчитываем по формуле:

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{14,2 \cdot 535}{9750} = 0,77 \text{ кВт}.$$

Нарезание резьбы на внутренней цилиндрической поверхности.

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v i^x}{T^m S^y} K_v = \frac{83 \cdot 6^{0,45}}{70^{0,33} \cdot 1,5^{0,5}} \cdot 1,25 = 46 \text{ (м/мин)}.$$

где  $i$  – число рабочих ходов

Найдем частоту вращения заготовки:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 46}{3,14 \cdot 22} = 665 \text{ (об/мин)}.$$

Определим тангенциальную составляющую силы резания:

$$P_z = \frac{10C_p P^y}{i^n} K_p = \frac{10 \cdot 103 \cdot 1,5^{1,8}}{6} = 356 \text{ (Н)}.$$

Вычислим крутящий момент:

$$M_{кр} = 10C_m D^q P^y K_p = 10 \cdot 22 \cdot 1,5^{1,8} \cdot 1 = 456 \text{ (Н} \cdot \text{м)}.$$

Найдем мощность резания:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{356 \cdot 46}{1020 \cdot 60} = 0,26 \text{ (кВт)}.$$

Сверлильная операция.

Сверление отверстия  $\varnothing 2$  мм.

Определяем скорость резания по формуле:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{14,1 \cdot 2^{0,25}}{20^{0,2} \cdot 0,12^{0,2}} \cdot 1,44 = 19 \text{ м/мин};$$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 1,7 \cdot 1 \cdot 0,85 = 1,44.$$

Найдем осевую силу резания:

$$P_o = 10C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 31,5 \cdot 12^1 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 0,7 = 485 \text{ (Н)}.$$

Частота вращения заготовки определим по формуле:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 19}{3,14 \cdot 2} = 3025 \text{ (об/мин)}.$$

$$n_{см} = 2000.$$

Принимаем  $n = 2000$  (об/мин).

Крутящий момент находим по формуле:

$$M_{кр} = 10C_m D^q s^y K_p = 10 \cdot 0,012 \cdot 2^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 0,7 = 0,061 (\text{Н} \cdot \text{м}).$$

Мощность резания рассчитываем по формуле:

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{0,061 \cdot 3025}{9750} = 0,018 \text{ кВт};$$

$$N_{см} = 1 (\text{кВт});$$

$$N_{см} > N.$$

Фрезерная операция.

Фрезеровка паза шириной 3 мм.

Определяем скорость резания по формуле:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{103 \cdot 3^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 3^{0,3} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 2^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 1,53 = 62 \text{ м/мин.}$$

где  $B, u, p, q$  – коэффициенты при фрезеровании;

$$s_z = \frac{s}{z} = 0,06;$$

$z$  – число зубьев фрезы;

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 1,7 \cdot 0,9 = 1,53.$$

Найдем окружную силу резания:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^\omega} K_{mp} = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,06^{0,72} \cdot 2}{3^{0,86}} = 59,6 (\text{Н}).$$

где  $n$  – частота вращения фрезы

Найдем величины остальных составляющих силы резания:

$$P_h = 0,3P_z = 0,3 \cdot 59,6 = 17,88 (\text{Н});$$

$$P_v = 0,9P_z = 0,9 \cdot 59,6 = 53,6 (\text{Н});$$

$$P_y = 0,3P_z = 0,3 \cdot 59,6 = 17,88 (\text{Н});$$

$$P_x = 0,5P_z = 0,5 \cdot 59,6 = 29,8 (\text{Н}).$$

Вычислим крутящий момент на шпинделе:

$$M_{кр} = \frac{P_z v}{2 \cdot 100} = \frac{59,6 \cdot 3}{2 \cdot 100} = 0,89 (H \cdot м).$$

Определим частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 62}{3,14 \cdot 3} = 6581 (\text{об/мин});$$

$$n_{см} = 2000.$$

Принимаем  $n = 2000$  (об/мин).

Найдем мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{59,6 \cdot 62}{1020 \cdot 60} = 0,06 \text{ (кВт)};$$

$$N_{см} = 1 \text{ (кВт)};$$

$$N_{см} > N.$$

## 1.12 Нормирование технологического процесса

При серийном производстве для нормирования технологического процесса необходимо рассчитать штучно-калькуляционное время по формуле:

$$t_{шк} = t_{осн} + t_e + t_{обс} + t_n + \frac{t_{нз}}{n}.$$

где  $t_{осн}$  – основное (технологическое) время;

$t_e$  – вспомогательное время;

$t_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места;

$t_n$  – время перерывов на отдых и личные надобности;

$t_{нз}$  – подготовительно-заключительное время;

$n$  – годовая программа выпуска деталей.

Расчет основного времени

Основное время можно определить по формуле:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_m}$$

где  $i$  – число рабочих ходов;

$S_m$  – минутная подача инструмента определяется по формуле:

$$S_m = S \cdot n$$

$L$  – расчетная длина обработки, рассчитывается по формуле:

$$L = l + l_n + l_c + l_{ep}$$

Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время можно определить отношением от основного времени по формуле:

$$t_{ec} = 0,15t_o$$

Расчет времени обслуживания

Время обслуживания рабочего места рассчитывают по формуле:

$$t_{обс} = t_m + t_{орг} = 0,14t_{он};$$

где  $t_m$  – время технического обслуживания;

$t_{орг}$  – время организационного обслуживания;

$t_{он}$  – оперативное время, равное сумме основного и вспомогательного времени:

$$t_{он} = t_o + t_e$$

Расчет времени перерывов на отдых и личные надобности:

$$t_n = 0,025t_{он}.$$

Подготовительно-заключительное время равно времени смены:

$$t_{нз} = t_{см} = 8ч.$$

Расчет норм времени для заготовительной операции

Найдем основное время:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(16+1+1) \cdot 1}{0,16 \cdot 700} = 0,16 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время:

$$t_g = 0,15 \cdot 0,16 = 0,024 \text{ мин.}$$

Найдем оперативное время:

$$t_{он} = t_o + t_g = 0,16 + 0,024 = 0,184 \text{ мин.}$$

Рассчитаем время на обслуживание рабочего места:

$$t_{обс} = 0,14t_{он} = 0,14 \cdot 0,184 = 0,026 \text{ мин.}$$

Определим время на личные потребности:

$$t_n = 0,025t_{он} = 0,004 \text{ мин.}$$

Найдем штучно-калькуляционное время:

$$T_{шк} = t_{осн} + t_g + t_{обс} + t_n = 0,21 \text{ мин.}$$

Расчет норм времени для токарной операции

- Подрезка торца

Найдем основное время:



$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(16+1+1) \cdot 1}{0,15 \cdot 2800} = 0,04 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время:

$$t_e = 0,15 \cdot 0,04 = 0,007 \text{ мин.}$$

Найдем оперативное время:

$$t_{on} = t_o + t_e = 0,04 + 0,007 = 0,05 \text{ мин.}$$

Рассчитаем время на обслуживание рабочего места:

$$t_{обс} = 0,14 t_{on} = 0,14 \cdot 0,05 = 0,007 \text{ мин.}$$

Определим время на личные потребности:

$$t_n = 0,025 t_{on} = 0,025 \cdot 0,05 = 0,001 \text{ мин.}$$

Найдем штучно-калькуляционное время:

$$T_{штк} = t_{осн} + t_e + t_{обс} + t_n = 0,06 \text{ мин.}$$

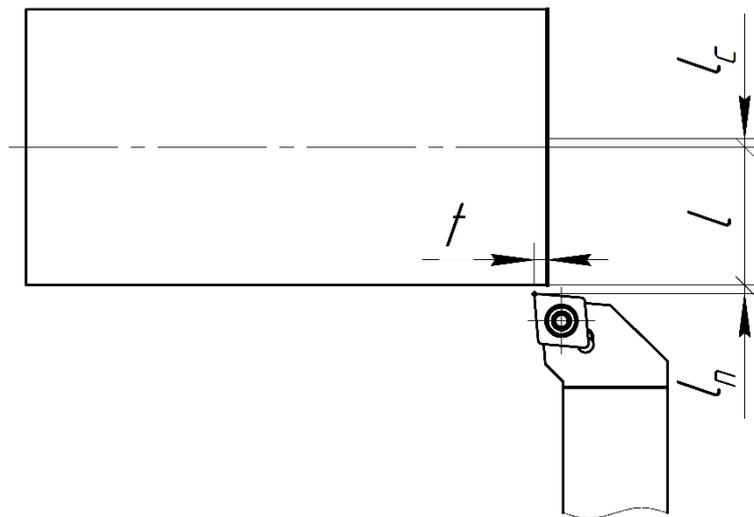


Рис.8. – Схема подрезки торца

- Обработка наружной поверхности до  $\varnothing 27$

Найдем основное время:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(35 + 1 + 1) \cdot 1}{0,5 \cdot 2800} = 0,081 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время:

$$t_g = 0,15 \cdot 0,08 = 0,012 \text{ мин.}$$

Найдем оперативное время:

$$t_{on} = t_o + t_g = 0,081 + 0,012 = 0,093 \text{ мин.}$$

Рассчитаем время на обслуживание рабочего места:

$$t_{обс} = 0,14 t_{on} = 0,14 \cdot 0,093 = 0,013 \text{ мин.}$$

Определим время на личные потребности:

$$t_n = 0,025 t_{on} = 0,025 \cdot 0,093 = 0,002 \text{ мин.}$$

Найдем штучно-калькуляционное время:

$$T_{штк} = t_{очн} + t_g + t_{обс} + t_n = 0,1 \text{ мин.}$$

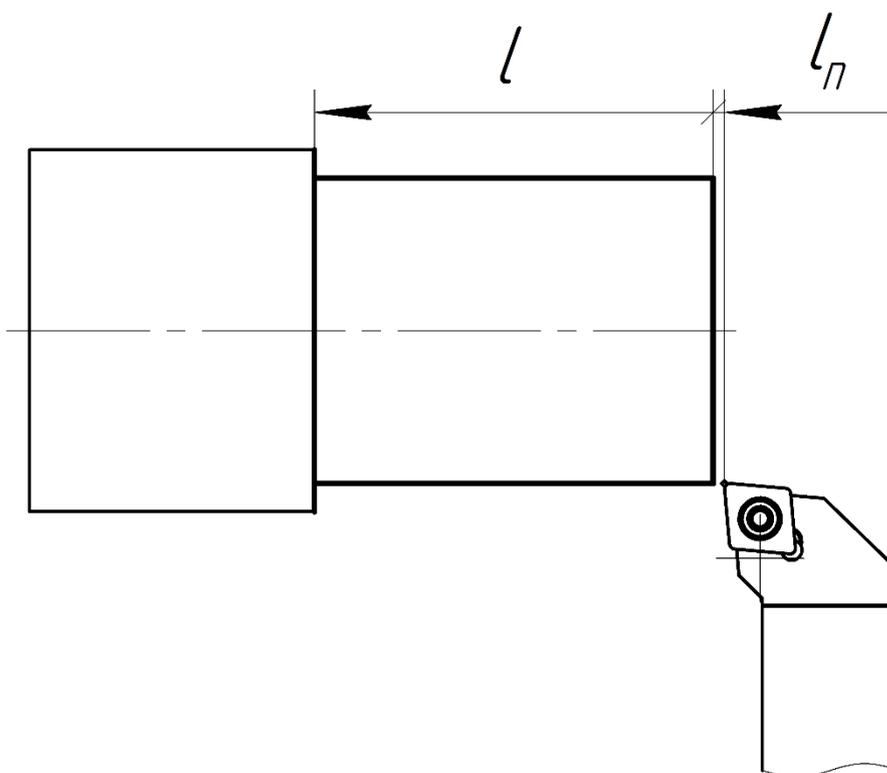


Рис.9 – Схема обработки наружной поверхности

- Обработка наружной поверхности до  $\varnothing 23$

Найдем основное время:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(8+1+1+1) \cdot 1}{0,5 \cdot 2800} = 0,015 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время:

$$t_g = 0,15 \cdot 0,015 = 0,003 \text{ мин.}$$

Найдем оперативное время:

$$t_{on} = t_o + t_g = 0,015 + 0,003 = 0,018 \text{ мин.}$$

Рассчитаем время на обслуживание рабочего места:

$$t_{обс} = 0,14 t_{on} = 0,14 \cdot 0,018 = 0,002 \text{ мин.}$$

Определим время на личные потребности:

$$t_n = 0,025 t_{on} = 0,025 \cdot 0,018 = 0,004 \text{ мин.}$$

Найдем штучно-калькуляционное время:

$$T_{штк} = t_{осн} + t_g + t_{обс} + t_n = 0,02 \text{ мин}$$

- Обработка канавок

Найдем основное время:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(3,25+1+1) \cdot 5}{0,15 \cdot 2800} = 0,0625 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время:

$$t_g = 0,15 \cdot 0,062 = 0,012 \text{ мин.}$$

Найдем оперативное время:

$$t_{on} = t_o + t_g = 0,062 + 0,012 = 0,074 \text{ мин.}$$

Рассчитаем время на обслуживание рабочего места:

$$t_{обс} = 0,14t_{он} = 0,14 \cdot 0,074 = 0,01 \text{ мин.}$$

Определим время на личные потребности:

$$t_n = 0,025t_{он} = 0,025 \cdot 0,074 = 0,002 \text{ мин.}$$

Найдем штучно-калькуляционное время:

$$T_{шк} = t_{осн} + t_{\epsilon} + t_{обс} + t_n = 0,1 \text{ мин.}$$

- Обработка наружной поверхности до  $\varnothing 29$

Найдем основное время:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(30 + 1 + 1 + 1) \cdot 1}{0,5 \cdot 2800} = 0,047 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время:

$$t_{\epsilon} = 0,15 \cdot 0,047 = 0,007 \text{ мин.}$$

Найдем оперативное время:

$$t_{он} = t_o + t_{\epsilon} = 0,047 + 0,007 = 0,054 \text{ мин.}$$

Рассчитаем время на обслуживание рабочего места:

$$t_{обс} = 0,14t_{он} = 0,14 \cdot 0,054 = 0,008 \text{ мин.}$$

Определим время на личные потребности:

$$t_n = 0,025t_{он} = 0,025 \cdot 0,054 = 0,001 \text{ мин.}$$

Найдем штучно-калькуляционное время:

$$T_{шк} = t_{осн} + t_{\epsilon} + t_{обс} + t_n = 0,063 \text{ мин.}$$

- Расточка внутренней поверхности до  $\varnothing 20,5$

Найдем основное время:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(30 + 1 + 1 + 1) \cdot 2}{0,12 \cdot 2800} = 0,6 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время:

$$t_g = 0,15 \cdot 0,6 = 0,08 \text{ мин.}$$

Найдем оперативное время:

$$t_{on} = t_o + t_g = 0,6 + 0,08 = 0,68 \text{ мин.}$$

Рассчитаем время на обслуживание рабочего места:

$$t_{обс} = 0,14t_{on} = 0,14 \cdot 0,68 = 0,092 \text{ мин.}$$

Определим время на личные потребности:

$$t_n = 0,025t_{on} = 0,025 \cdot 0,68 = 0,016 \text{ мин.}$$

Найдем штучно-калькуляционное время:

$$T_{шк} = t_{осн} + t_g + t_{обс} + t_n = 0,8 \text{ мин.}$$

- Нарезание резьбы на внутренней поверхности

Найдем основное время:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(11 + 1 + 1) \cdot 6}{1,5 \cdot 665} = 0,16 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время:

$$t_g = 0,15 \cdot 0,156 = 0,02 \text{ мин.}$$

Найдем оперативное время:

$$t_{on} = t_o + t_g = 0,16 + 0,02 = 0,18 \text{ мин.}$$

Рассчитаем время на обслуживание рабочего места:

$$t_{обс} = 0,14t_{on} = 0,14 \cdot 0,18 = 0,02 \text{ мин.}$$

Определим время на личные потребности:

$$t_n = 0,025t_{on} = 0,025 \cdot 0,18 = 0,004 \text{ мин.}$$

Найдем штучно-калькуляционное время:

$$T_{шк} = t_{очн} + t_g + t_{обс} + t_n = 0,2 \text{ мин.}$$

Расчет норм времени для операции сверления

- Сверление сквозного отверстия

Найдем основное время:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(60 + 4,8 + 1 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 535} = 0,2 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время:

$$t_g = 0,15 \cdot 0,2 = 0,03 \text{ мин.}$$

Найдем оперативное время:

$$t_{on} = t_o + t_g = 0,2 + 0,03 = 0,24 \text{ мин.}$$

Рассчитаем время на обслуживание рабочего места:

$$t_{обс} = 0,14t_{on} = 0,14 \cdot 0,24 = 0,03 \text{ мин.}$$

Определим время на личные потребности:

$$t_n = 0,025t_{on} = 0,025 \cdot 0,24 = 0,006 \text{ мин.}$$

Найдем штучно-калькуляционное время:

$$T_{шк} = t_{очн} + t_g + t_{обс} + t_n = 0,28 \text{ мин}$$

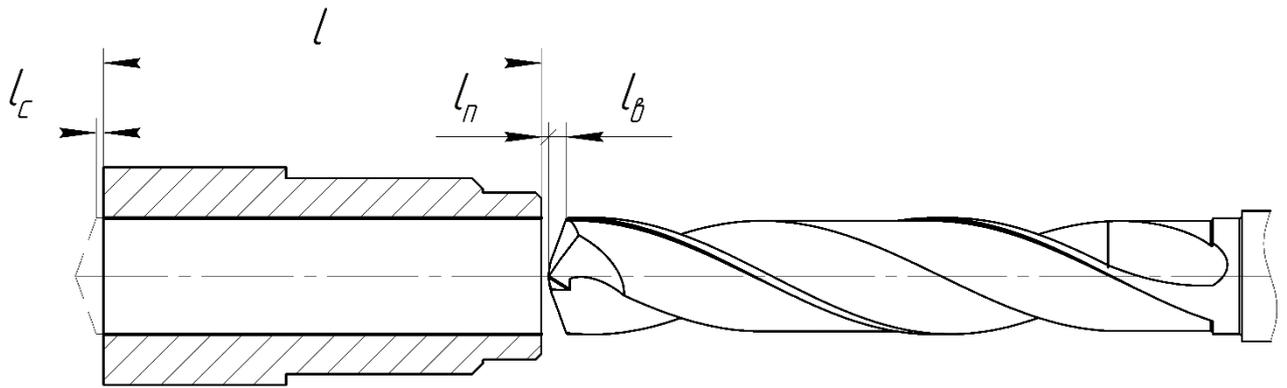


Рис.10 – Схема сверления отверстия

- Сверление отверстия  $\varnothing 2$

Найдем основное время:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(3,25 + 1 + 1 + 1) \cdot 1}{0,12 \cdot 2000} = 0,026 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время:

$$t_g = 0,15 \cdot 0,026 = 0,004 \text{ мин.}$$

Найдем оперативное время:

$$t_{on} = t_o + t_g = 0,026 + 0,004 = 0,03 \text{ мин.}$$

Рассчитаем время на обслуживание рабочего места:

$$t_{обс} = 0,14 t_{on} = 0,14 \cdot 0,03 = 0,004 \text{ мин.}$$

Определим время на личные потребности:

$$t_n = 0,025 t_{on} = 0,025 \cdot 0,03 = 0,0007 \text{ мин.}$$

Найдем штучно-калькуляционное время:

$$T_{шк} = t_{осн} + t_g + t_{обс} + t_n = 0,035 \text{ мин}$$

Расчет норм времени для фрезерной операции

- Фрезерование паза

Найдем основное время:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(13+1+1+1) \cdot 1}{0,06 \cdot 2000} = 0,125 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время:

$$t_g = 0,15 \cdot 0,125 = 0,02 \text{ мин.}$$

Найдем оперативное время:

$$t_{on} = t_o + t_g = 0,125 + 0,02 = 0,14 \text{ мин.}$$

Рассчитаем время на обслуживание рабочего места:

$$t_{обс} = 0,14 t_{on} = 0,14 \cdot 0,14 = 0,02 \text{ мин.}$$

Определим время на личные потребности:

$$t_n = 0,025 t_{on} = 0,025 \cdot 0,14 = 0,003 \text{ мин.}$$

Найдем штучно-калькуляционное время:

$$T_{шк} = t_{осн} + t_g + t_{обс} + t_n = 0,17 \text{ мин.}$$

Рассчитаем штучно-калькуляционное время всех операций:

$$t_{шк} = \sum T_{шк} + \frac{t_{нз}}{n} = (0,21 + 0,06 + 0,1 + 0,02 + 0,05 + 0,063 + 0,4 + 0,2 + 0,28 + 0,03 + 0,17) + \frac{480}{5000} = 1,78 + 0,1 = 1,88 \text{ (мин).}$$

## 2. Проектирование средств технологического оснащения

Делительные головки применяют для установки, зажима и периодического поворота или непрерывного вращения небольших деталей, обрабатываемых на фрезерных станках. Делительные головки в основном состоят из следующих частей: корпуса, поворотной части делительного устройства (фиксатора) и механизма зажима поворотной части. Головки



изготавливаются с горизонтальным или вертикальным расположением шпинделя или со шпинделем, который можно устанавливать в горизонтальном и вертикальном положениях. [4]

Делительную головку устанавливают и закрепляют на столе фрезерного станка. Шпиндель головки устанавливают в горизонтальное положение. Делительная головка состоит из корпуса 1, полого штока 5, цанги 7, втулкой 6. Зажимной механизм головки включает в себя втулку 6 с внутренним конусом, цангу 7 для зажима детали.

Сжатый воздух через штуцер 4 подается в полость 14 корпуса 1 и действует на мембрану 2. Развиваемая в результате этого сила передается через грибок 3 на шток 5. При этом втулка, перемещаясь по конической поверхности цанги 7, сжимает ее лепестки. Деталь, установленная в цанге, закрепляется. После обработки детали сжатый воздух выходит в атмосферу. Втулка прекращает нажим на лепестки цанги, они под действием упругих сил расходятся, и обработанная деталь разжимается.

Шпиндель головки с цангой и обрабатываемой деталью поворачивают на требуемый угол рукояткой 12. При вращении по часовой стрелке рукоятка поворачивает эксцентриковый диск 15, который выталкивает фиксатор 9 из паза делительного диска 13, а собачка 16 под действием пружины 17 заскакивает в следующий паз диска 13. Во время вращения рукоятки 12 против часовой стрелки собачка 16 поворачивает делительный диск 13 вместе с цангой 7 и обрабатываемой деталью до тех пор, пока фиксатор 9 не попадает в следующий паз делительного диска 13 и этим не зафиксирует поворот обрабатываемой детали в требуемое положение.

Сила зажима детали в цанге 11760 Н, диаметр отверстия шпинделя 30 мм. Головка работает при давлении сжатого воздуха 0,39-49 МПа. К головке прилагается комплект сменных цанг для зажима деталей разных диаметров и поперечных сечений.

Рассчитаем силу закрепления детали в цанге. Определим крутящий момент от силы  $P_z$  [5]:

$$M_{кр} = \frac{P_z D_0}{2 \cdot 100} = \frac{485 \cdot 29}{2 \cdot 100} = 7032 (H \cdot м).$$

Рассчитаем момент, зависящий от силы зажима:

$$M_3 = \frac{T \cdot D_3}{2 \cdot 100} = \frac{W' f D_3}{2 \cdot 100};$$

$$W' = \frac{K P_z D_0}{f D_3} = \frac{1,5 \cdot 485 \cdot 29}{0,1 \cdot 30} = 7032 (H).$$

где  $f$  – коэффициент трения на рабочей поверхности;

$K$  – коэффициент запаса;

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 1,5;$$

$K_0 = 1,5$  – 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;

$K_6 = 1,0$  – коэффициент учитывающий наличие крутящих моментов.

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Л15А	Харченко Денису Витальевичу

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: компьютер (35000р). Энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,39 руб./кВт).
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление многоугольника конкурентоспособности, SWOT-анализ. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплату, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП	Скаковская Наталия Вячеславовна	к.ф.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15А	Харченко Денис Витальевич		

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

В данном разделе рассмотрен анализ технологической подготовки производства детали по типу «Корпус».

Одним из необходимых условий при поиске финансирования является коммерческая ценность. Коммерческая ценность объединяет в себе множество факторов и позволяет инвесторам оценить перспективность разработки.

Целью раздела «Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является создание конкурентоспособных и технологичных разработок, которые будут отвечать современным требованиям.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- оценить перспективность проведения работ и коммерческий потенциал исследований;
- провести расчет трудоемкости выполнения работ;
- составить план комплекса работ;
- рассчитать затраты на проектирование, заработную плату и прочие расходы
- определить возможные альтернативы проведению научных разработок.

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

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

Для анализа конкурентов важно реалистично оценить их сильные и слабые стороны. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты.

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{\kappa 1}$	$B_{\kappa 2}$	$K_{\phi}$	$K_{\kappa 1}$	$K_{\kappa 2}$
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Производительность	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
Надежность	0,2	5	3	2	1	0,6	0,4
Простота изготовления	0,1	3	3	5	0,3	0,3	0,5
Экономические критерии оценки эффективности							
Уровень проникновения на рынок	0,1	4	5	2	0,4	0,5	0,2
Цена	0,2	4	4	2	0,8	0,8	0,4
Предполагаемый срок эксплуатации	0,2	3	2	1	0,6	0,4	0,2
Обслуживание	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2
Итого	1	28	25	17	4	3,4	2,2

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i B_i.$$

Где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя;

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Анализ конкурентных решений показывает, что целесообразнее использовать разработанную технологию, так как она обладает рядом преимуществ по отношению к другим. Большой вклад вносят такие характеристики как: надежность и цена.

### 3.1.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ проекта.

В первом этапе 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 2).

Таблица 8 – Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Высокая надежность С2. Низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями С3. Квалифицированный персонал С4. Высокий срок эксплуатации С5. Новое оборудование	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Возможные недочеты в расчетной части Сл2. Низкая производительность труда Сл3. Отсутствие возможности проверки результатов исследования
<b>Возможности:</b> В1. Использование инновационной структуры ТПУ В2. Отсутствие большой конкурентности В3. Развитие технологий в данной отрасли		
В4. Снижение таможенных пошлин на материалы, используемые при научных исследованиях		
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на производство детали У2. Введение дополнительных требований к сертификации У3. Появление более совершенных технологий производства		

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. Необходимо построить интерактивную матрицу проекта. С ее помощью сможем разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT.

Таблица 9 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта: B1C1C2C4, B2C1C2C3.

Таблица 10 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта: B1Сл1Сл3, B3Сл1Сл2.

Таблица 11 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

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



При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У2С3С45.

Таблица 12 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и слабые стороны проекта: У1Сл1Сл2Сл3.

В третьем этапе составляем итоговую матрицу SWOT-анализа.

Таблица 13 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>            С1. Высокая надежность            С2. Низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями            С3. Квалифицированный персонал            С4. Высокий срок эксплуатации            С5. Новое оборудование</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>            Сл1. Возможные недочеты в расчетной части            Сл2. Низкая производительность труда            Сл3. Отсутствие возможности проверки результатов исследования</p>
<p><b>Возможности:</b>            В1. Использование инновационной структуры ТПУ            В2. Отсутствие большой конкурентности            В3. Развитие технологий в данной отрасли            В4. Снижение таможенных пошлин на материалы, используемые при научных исследованиях</p>	<p>В результате развития технологий в данной области и улучшения обработки повышается качество выпускаемой продукции. Научно-исследовательская работа осуществляется на базе ТПУ.</p>	<p>Создание лабораторий, оснащенных современным оборудованием, позволит избежать ошибок при проектировке. Появится возможность качественной проверки опытных образцов.</p>

<p><b>Угрозы:</b>  У1. Отсутствие спроса на производство детали  У2. Введение дополнительных требований к сертификации  У3. Появление более совершенных технологий производства</p>	<p>С появлением у конкурентов новых производственных технологий возникнет вопрос разработки и внедрения инноваций.</p>	<p>Недочеты в конструкции изделий и низкая производительность труда приведет к снижению спроса на данную продукцию.</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.

Успех проведения работы зависит от рационального распределения нагрузки по времени этапов, что позволяет более эффективно распределять и использовать ресурсы ее исполнителей.

В данном разделе составим список этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по категориям работ. В таблице 14 представлены планируемые этапы работ и исполнители.

Таблица 14 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания, выбор направления исследований	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Исполнитель
	3	Проведение патентных исследований	Исполнитель

	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов	Исполнитель
	6	Составление технологического процесса изготовления детали «Корпус»	Исполнитель
	7	Подбор нормативных документов	Исполнитель
Оценка полученных результатов	8	Анализ результатов	Научный руководитель, исполнитель
Оформления отчета по исследовательской работе	9	Составление технологической документации	Исполнитель

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого значения трудоемкости используют данную формулу:

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

где  $t_{ож\ i}$  – 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 %. Продолжительность работы определим по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}$$

где  $t_{ожi}$  – 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

Построение ленточного графика проведения научных работ является наиболее удобным и наглядным примером. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, которые характеризуются датами выполнения работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}$$

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

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

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

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

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

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

$k_{кал}$  – количество праздничных дней в году.

Таблица 15 –Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работы			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$
	$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{ож}$			
Составление и утверждение технического задания	1	4	2	Научный руководитель	3	3
Подбор и изучение материалов по теме	11	15	13	Исполнитель	12	15
Проведение патентных исследований	7	9	8	Исполнитель	8	8
Календарное планирование работ по теме	2	4	3	Научный руководитель	2	3
Проведение теоретических расчетов	13	18	17	Исполнитель	16	18
Составление технологического процесса изготовления детали «Корпус»	14	20	17	Исполнитель	17	19
Подбор нормативных документов	2	5	3	Исполнитель	4	4
Анализ результатов	7	14	11	Научный руководитель, исполнитель	10	11
Составление технологической документации	7	14	10	Исполнитель	11	12

Таблица 16 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ , кал.дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр.		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение ТЗ	НР	3	■													
2	Подбор и изучение материалов по теме	И	15		□												
3	Проведение патентных исследований	И	8				□										
4	Календарное планирование работ по теме	НР	3					■									
5	Проведение теоретических расчетов	И	18						□								
6	Составление технологического процесса изготовления детали «Корпус»	И	19								□						
7	Подбор нормативных документов	И	4										□				
8	Анализ результатов	НР, И	11											■	□		
9	Составление технологической документации	И	12													□	



– научный руководитель



– исполнитель

### **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:

- 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 научно-технического исследования**

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.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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

$N_{расxi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования;

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов;

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

Таблица 17 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, ( $Z_m$ ), руб
Бумага	Лист	500	0,4	200
Картридж для принтера	шт	1	1200	1200
Интернет	Мбит/сек	1	350	350
Итого				1750

### 3.2.6. Основная заработная плата исполнителей темы

Исходными нормативами заработной платы данных категорий работников является оклад, определяющий уровень месячной заработной платы в зависимости от объема и ответственности работ. Величина расходов на заработную плату определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.



Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{mc} (1 + k_{np} + k_o) k_p = 26300(1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 54704 \text{ (руб.)}$$

где  $Z_{mc}$  – заработная плата по тарифной ставке;

$k_{np}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$k_o$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3.

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

$$Z_{zn} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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

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

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = T_p Z_{дн}$$

где  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m M}{F_o} = \frac{54704 \cdot 11,2}{224} = 2735 \text{ (руб.)}$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

$F_o$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала

Таблица 18 – Баланс рабочего времени

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

Таблица 19 – Расчет заработной платы

№ работ	Вид работ	Исполнители	Трудоемкость, чел.-дн.	Зароботная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб.	Всего заработная плата по тарифу, руб.
1	Составление и утверждение ТЗ	НР	3	2735	8205
2	Подбор и изучение материалов по теме	И	12	1230	14760
3	Проведение патентных исследований	И	8	1230	9840
4	Календарное планирование работ по теме	НР, И	2	3279	6588
Продолжение таблицы 19					
5	Проведение теоретических расчетов	И	16	1230	19680
6	Составление технологического процесса изготовления детали «Корпус»	И	15	1230	18450
7	Подбор нормативных документов	И	3	1230	3690
8	Анализ результатов	НР, И	10	3279	32790

9	Составление технологической документации	И	9	1230	11070
Итого					127125

Таблица 20 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{mc}$ , руб.	$k_{np}$	$k_{\partial}$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{\partial n}$ , руб.	$T_p$ , раб.дн.	$Z_{ocn}$ , руб.
Научный руководитель	26300	0,3	0,3	1,3	54704	2735	15	41025
Исполнитель	13600	0,3	0,2	1,3	26520	1230	70	86100
Итого								127125

### 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:

$$Z_{\partial on} = k_{\partial on} Z_{ocn} = 0,12 \cdot 41025 = 4923(\text{руб});$$

$$Z_{\partial on} = k_{\partial on} Z_{ocn} = 0,12 \cdot 86100 = 10332(\text{руб}).$$

где  $k_{\partial on}$  – 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:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,271 \cdot (41025 + 4923) = 12451(\text{руб});$$

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,271 \cdot (86100 + 10332) = 26133(\text{руб}).$$

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%.

### 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 21 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	127125
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	15255
Отчисления во внебюджетные фонды	38584
Расчет материальных затрат НТИ	1750
Расчет накладных расходов	29234
Бюджет затрат НТИ	211948

### 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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

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

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

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

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

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

где  $a_i$  – весовой коэффициент разработки;

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

Таблица 22 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Надежность	0,2	5	3	2
Срок службы	0,15	3	2	1
Простота монтажа	0,1	3	3	5
Материалоемкость	0,1	4	5	2
Технологичность	0,2	4	5	3
Безопасность	0,15	5	3	2
Итого	1	3,7	3,15	2,15

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 данный научно-исследовательский проект является конкурентоспособным.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л15А	Харченко Денису Витальевичу

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

**Тема работы: Разработка технологии изготовления корпуса разъема**

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является технология изготовления корпуса разъема электрического кабеля для горно-шахтного оборудования. Деталь используется для защиты разъема и для его правильной установки в разъем.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03;</li> <li>– ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019);</li> <li>– ГОСТ EN 894-3-2012;</li> <li>– ГОСТ Р ИСО 14738-2007;</li> <li>– ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ</li> <li>– ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ.</li> </ul>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ выявленных вредных факторов: <ul style="list-style-type: none"> <li>– недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>– отклонение параметров микроклимата в помещении;</li> <li>– повышенный уровень шума/вибрация;</li> <li>– вредные вещества.</li> </ul> Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека при работе в помещении, а именно: <ul style="list-style-type: none"> <li>– опасность поражения электрическим током;</li> <li>– опасность поражения статическим электричеством;</li> <li>– короткое замыкание;</li> <li>– повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Утилизация используемой орг. техники, макулатуры и люминесцентных ламп.

	Выбросы пыли, металлической пыли в атмосферу. Выбросы СОЖ и масел в гидросферу.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Возникновение пожара. Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации, огнетушитель.

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е.В.	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15А	Харченко Д.В.		



## **4. Социальная ответственность**

### **Введение**

В данном разделе рассматриваются вредные и опасные факторы, которые влияют на человека и окружающую среду в процессе проектирования, производства и эксплуатации технологии изготовления корпуса разъема. Стоит обратить внимание на мероприятия по предотвращению и устранению несчастных случаев и чрезвычайных ситуаций. Проектируются способы снижения вредных воздействий на окружающую среду и человека.

Инженерные разработки должны учитывать требования законодательных и правовых актов, технических регламентов в области безопасности производства, охраны труда и защиты окружающей среды.

В данной работе представлена деталь типа «Корпус». Изделие является корпусом разъема электрического кабеля для горно-шахтного оборудования. Используется для защиты разъема и для его правильной установки в разъем.

При проектировании, изготовлении и эксплуатации корпуса разъема возможно столкновение со множеством опасных работ, с риском получения вреда здоровью человека.

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

**Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.**

Для осуществления производственной деятельности в процессе изготовления детали и в области проектирования технологического процесса необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить.

- ГОСТ EN 894-3-2012. Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 3. Органы управления.
- ГОСТ Р ИСО 14738-2007. Безопасность машин. Антропометрические требования при проектировании рабочих мест машин. (VDT). Часть 2. Требования к производственному заданию.
- ГОСТ Р ИСО 9355-1-2009. Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействие с человеком.
- ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
- ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
- ГОСТ Р ИСО 9355-2-2009. Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 2. Дисплеи.
- ГОСТ Р ИСО 9355-3-2010. Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 3. Механизмы управления.
- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

#### **4.2 Производственная безопасность**

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для определения опасных факторов при разработке технологии изготовления корпуса разъема 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.

Таблица 23 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	1. СП 52.13330.2016; 2. СНиП 23-05-95; 3. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ; 4. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ; 5. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ; 6. ГОСТ 12.3.002-2014; 7. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ; 8. СанПин 2.2.4.548-96.
2. Превышение уровня шума		+	+	
3. Отсутствие или недостаток освещения	+	+	+	
4. Наличие в воздухе вредных веществ		+	+	
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	

### **Анализ вредных и опасных производственных факторов**

В цехе, где происходит работа с оборудованием, возможно наличие следующих вредных факторов: неудовлетворительные параметры микроклимата; наличие вредных веществ; повышенный уровень шума; недостаточная освещенность; электрический ток.

### **Микроклиматические условия**

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами: температура воздуха, относительная влажность воздуха и скорость движения воздуха.

Для хорошего самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей

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

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 2 [ГОСТ 12.1.005-88].

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

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа операторов станков относится к категории средних работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 – 75	$\leq 0,1$
Теплый	средняя	20 – 28	15 – 75	$\leq 0,1$

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

## Производственный шум

Источником шума являются фрезерные, токарные, сверлильные станки для изготовления корпуса разъема. Под воздействием шума снижается слуховая чувствительность на высоких частотах. Длительное воздействие шума приводит к заболеванию нервной системы, а сильный шум приводит к снижению слуха, вплоть до глухоты.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должен превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства коллективной защиты и средства индивидуальной защиты.

Средства коллективной защиты:

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

Средства индивидуальной защиты:

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

## **Освещенность**

Согласно СНиП 23-05-95 освещенность в офисе должна быть не менее 300 Лк. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

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

Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол, оконных проемов и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших 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.

Требования, предъявляемые к освещенности, при выполнении работ высокой точности:

- общая освещенность – 300 лк;
- комбинированная освещенность – 750 лк.

При выполнении работ средней точности:

- общая освещенность – 200 лк;
- комбинированная освещенность – 300 лк.

## **Вредные вещества**

При изготовлении детали с помощью разработанного в ВКР технологического процесса используется обработка резанием. В процессе токарной и фрезерной обработки металлов происходит выделение в окружающую среду частиц пыли, которые могут попадать в дыхательные пути рабочего. Пыль может привести к аллергическим реакциям и к профессиональным заболеваниям. В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда, респиратор.

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более одного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

## **Поражение электрическим током**

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 12.1.019-2017 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»

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.

### **4.3 Экологическая безопасность**

Техпроцесс не вредит атмосфере и литосфере.

В результате изготовления корпуса разъема по технологическому процессу, были выявлены источники загрязнения гидросферы – использованная смазочно-охлаждающая жидкость для обработки детали.

Приготовление жидкости состоит в смешении масла с водой и эмульгатором. Все масляные эмульсии обладают большой устойчивостью. 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. 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. В целях экономии материальных ресурсов, 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. Замкнутая система требует от предприятия более глубокой очистки сточных вод, поэтому оно более прогрессивно и предпочтительно.

#### **4.4 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 изготовления корпуса разъема, относится к категории В.

На предприятии должны присутствовать первичные средства пожаротушения, висеть план эвакуации. Необходимо проводить инструктаж по

пожарной безопасности для сотрудников предприятия, нельзя допускать к приборам и оборудованию рабочих, не прошедших инструктаж по технике безопасности.

Причинами пожара могут быть токи короткого замыкания, электрические перегрузки, статическое электричество, утечка метана или халатное обращение с огнем. Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды. Для тушения используют огнетушители, ящики с песком, внутренние пожарные краны, противопожарные щиты с набором инвентаря.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок.

### **Вывод**

В ходе разработки технологии изготовления корпуса разъема было выявлено наличие вредных и опасных факторов: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности, пожарная безопасность.

Параметры микроклимата соответствуют нормативным документам и создают комфортные условия в производственном цехе. Для рабочих имеются все необходимые индивидуальные и коллективные средства защиты от влияния вредных веществ. Шум на рабочем месте соответствует стандартным нормам. Достаточная освещенность цеха реализуется преимущественно благодаря внедрению искусственного освещения.

Таким образом изготовление корпуса разъема не вредит окружающей среде и не оказывает вредного воздействия на рабочий персонал участка.

## **Заключение**

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была рассмотрена технологическая подготовка производства для изготовления корпуса разъема.

В ходе выполнения работы было решено множество задач, таких как: проектирование технологического процесса изготовления корпуса разъема, выбор заготовки и выпуск конечного продукта. Было подобрано все необходимое технологическое оснащение, режущие и контрольно-измерительные инструменты, а также металлообрабатывающее оборудование. Был проведен анализ технологичности изделия. Были рассчитаны минимальные значения припусков на обработку изделия, целью которого является гарантированное обеспечение съема слоя материала. Разработано специальное делительное устройство с мембранным приводом, механизмом поворота и цангой.

Был проведен финансовый анализ технологии изготовления корпуса разъема. В результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Корпус» экономичен, энергоэффективен, характеризуется высокой производительностью труда. Определена оценка коммерческого потенциала и перспективности проекта. Был произведен расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительные заработную платы.

Описаны требования к безопасности жизнедеятельности. Рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. Выполнен анализ выявленных вредных и опасных факторов. Созданы мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов. Спроектированы способы снижения вредных воздействий на окружающую среду и человека. На предприятии должны присутствовать первичные средства пожаротушения при возникновении чрезвычайных ситуаций.

## Список источников литературы

1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
2. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 496 с., ил.
3. [metallichekiy-portal.ru](http://metallichekiy-portal.ru) [Электронный ресурс] URL: [http://metallichekiy-portal.ru/marki\\_metallov/lat/LS59-1](http://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/lat/LS59-1), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 11.04.2018 г.
4. Проектирование станочных приспособлений: Учебное пособие для учащихся техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1980. – 240 с., ил.
5. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. / Ред. совет: Б. Н. Вардашкин и др. – М.: Машиностроение, 1984 – Т. 2 / Под ред. Б.Н. Вардашкина, В. В. Данилевского. 1984. 656 с., ил.
6. Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016
7. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
8. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
9. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
10. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
11. ГОСТ 12.3.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Процессы производственные. Общие требования безопасности
12. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

13. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений/
14. ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения.
15. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.
16. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.
17. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (с изменениями и дополнениями).
18. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация