

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

Институт Юргинский технологический  
 Направление подготовки Машиностроение  
 ООП Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления корпуса редуктора

УДК: 621.83.061.1-213

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	Карюкин Владимир Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сапрыкин А.А.	к.т.н., доцент		

#### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лизунков В.Г.	к. пед. наук., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н., доцент		

#### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств, доцент	Сапрыкина Н.А.	К.т.н., доцент		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У) -10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании

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

ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-14	Способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Сапрыкина Н.А.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

Обучающийся:

Группа	ФИО
10А91	Карюкин Владимир Александрович

Тема работы:

«Разработка технологического процесса изготовления корпуса редуктора»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	31.01.2023г. № 31-74/с

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рабочий чертеж корпуса редуктора</li> <li>2. Служебное назначение детали.</li> <li>3. Программа выпуска 500 деталей в год.</li> </ol>
<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитический обзор по теме ВКР.</li> <li>2. Разработка технологического процесса изготовления корпуса редуктора.</li> <li>3. Конструирование приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих.</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта.</li> <li>5. Социальная ответственность.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чертеж детали и заготовки (3 листа А1).</li> <li>2. Карты технологических наладок (2 листа А1).</li> <li>3. Приспособление (2 листа А1).</li> <li>4. Финансовый менеджмент (1 лист А1)</li> </ol>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>	
Реферат	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сапрыкин А.А.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А91	<b>Карюкин В.А.</b>		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 104 страниц текста, 24 таблиц, 34 источников литературы, 2 приложения, 5 листов графической части. Ключевые слова: корпус редуктора, механическая обработка, режущий инструмент, приспособление, технологический процесс. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологического процесса изготовления корпуса редуктора».

Годовая программа выпуска 500 штук.

В основной части приводится описание служебного назначения детали, а также рассмотрен базовый технологический процесс с отработкой его на технологичность.

В технологической части производится выбор заготовки и методов ее получения, составление маршрута механической обработки в условиях серийного производства.

В конструкторской части спроектировано специальное приспособление. В разделе «Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение» произведен расчет себестоимости изготовления детали.

В части «Социальная ответственность» рассмотрены опасные и вредные производственные факторы, возникающие при изготовлении детали, и мероприятия по улучшению условий труда.

## Abstract

The final qualification work contains: 104 pages of text, 24 tables, 34 sources of literature, 2 appendices, 5 sheets of graphics. Keywords: gearbox housing, machining, cutting tool, fixture, technological process. The theme of the final qualification work is "Development of the technological process for the manufacture of the gearbox housing".

The annual production program is 500 pieces.

The main part provides a description of the service purpose of the part, as well as considers the basic technological process with its development for manufacturability.

In the technological part, the selection of the workpiece and methods for its production is made, the route of machining is drawn up in the conditions of mass production.

A special device has been designed in the design part. In the section "Financial Management, Resource, Efficiency and Resource Saving" the cost of manufacturing the part is calculated.

In the part "Social responsibility", dangerous and harmful production factors arising from the manufacture of parts and measures to improve working conditions are considered.

## Содержание

Введение.....	11
1 Основной раздел.....	15
1.1 Технологическая часть .....	15
1.1.1 Анализ технологичности объекта производства .....	15
1.1.2 Выбор заготовки и метода ее изготовления.....	15
1.1.3 Составление технологического маршрута обработки или сборки... ..	18
1.1.4 Выбор технологических баз.....	21
1.1.5 Выбор средств технологического оснащения.....	22
1.1.6 Расчет припусков под обработку .....	26
1.1.7 Расчет режимов резания .....	32
1.1.8 Нормирование технологического процесса .....	44
1.2 Конструкторская часть .....	46
1.2.1 Обоснование и описание конструкции приспособления.....	46
1.2.2 Силовой расчет приспособление.....	47
1.2.3 Расчет приспособления на точность .....	49
1.3 Результаты проделанной разработки .....	51
1.3.1 Организационная часть .....	51
1.3.2 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки.....	51
1.3.3 Определение численности рабочих .....	52
2 Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение....	55
2.1 Расчет объема капитальных вложений .....	55
2.1.1 Стоимость технологического оборудования.....	55
2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования .....	56
2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря .....	56
2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений .....	57
2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах .....	57
2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве.....	58
2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции.....	59

2.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности .....	59
2.1.9	Денежные оборотные средства.....	60
2.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	60
2.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов.....	61
2.2.2	Расчет заработной платы производственных работников .....	62
2.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих.....	62
2.2.4	Расчет амортизации основных фондов .....	63
2.2.5	Расчет амортизации оборудования .....	63
2.2.6	Расчет амортизационных отчислений зданий.....	64
2.2.7	Отчисления в ремонтный фонд .....	64
2.2.8	Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования.....	64
2.2.9	Затраты на силовую электроэнергию .....	65
2.2.10	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь.....	66
2.2.11	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих.....	66
2.2.12	Заработная плата административно-управленческого персонала ..	67
2.2.13	Прочие расходы .....	68
2.3	Экономическое обоснование технологического проекта .....	68
3	Социальная ответственность .....	71
3.1	Описание рабочего места.....	71
3.2	Законодательные и нормативные документы .....	73
3.3.	Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов	75
3.4	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов.....	77
3.5	Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места	83
3.6	Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте .....	85
3.7	Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.....	86
3.8	Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды .....	87
	Заключение .....	90

Список использованных источников .....	91
<b>Приложение А</b> .....	94
<b>Приложение Б</b> .....	97

## Введение

### Служебное назначение детали

Корпус редуктора является базовой частью, которая окружает механические компоненты передачи и обеспечивает механическую поддержку для движущихся компонентов, поэтому он должен обеспечивать высокую прочность и жёсткость, исключая перекосы. Кроме того, конструкция корпуса должна предусматривать высокую технологичность сборки-разборки.

Укомплектованный корпус стоит в дробилке кускового угля ДР1000Ю.

### Аналитическая часть

Корпус редуктора является базовой частью, которая окружает механические компоненты передачи и обеспечивает механическую поддержку для движущихся компонентов, механическую защиту от внешнего мира и является герметичным контейнером для хранения смазки, которая омывает эти компоненты.

Химический состав соответствует приведённому в таблице 1

Таблица 1 – Химический состав материала

Fe	Cu	Cr	P	S	Ni	Nm	Si	C
До 97	0,3	До 0,3	0,04	До 0,045	до 0,3	0,4-0,9	0,2-0,52	0,32-0,4

Механические свойства Сталь 35Л ГОСТ 977-88;

Твердость по Бринеллю НВ=229 Мпа

Производственная программа выпуска изделия и определениетипа производства

Производственная программа и определение типа производства

В соответствии с заданием, количество обрабатываемых в год деталей - 500 штук. Данному количеству обрабатываемых деталей соответствует среднесерийному типу производства (500-5000).

Для среднесерийного производства определяется размер партии запуска

Таблица 1.2 – По детальная годовая производственная программа.

Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей, шт			Масса, т.	
				На программу	На запасные части	Всего	Деталей	Всего
Корпус	Сталь 35Л ГОСТ977-88	2	7	500	35	535	0,157	83,995

$$n = \frac{N * a}{F}$$

где N – годовая программа, шт;

a – период запуска в днях, принимаем, a=6;

F – число рабочих дней в году, для 2023-го года F=247.

Таблица 1.2 – По детальная годовая производственная программа

$$n = \frac{500 * 6}{247} = 12 \text{ шт}$$

Анализ действующего технологического процесса

Действующий технологический процесс кратко представляется в виде таблицы 1.3.

Таблица 1.3 – Технологический процесс механической обработки или сборки

№ операции	Наименование и содержание операции	Наименование и модель оборудование	Наименование и характеристики приспособления	Наименование и характеристики инструмента
005	фрезерная	Станок 2А637Ф2	Приспособление 319–884.	
010	Слесарная	Верстак слесарный	Тиски 7827–0332 ГОСТ 4045–75	
015	Фрезерно-расточная	Станок 2А637Ф2	Болты, планки (подкладки). Угольник-подставка	
020	Слесарная	Верстак слесарный	Тиски 7827–0332 ГОСТ 4045–75	
025	Разметочная	Плита разметочная	Плита разметочная ГОСТ 10905-86	
030	Сверлильно-фрезерная	Станок 2А637Ф2	Приспособление 319–886.	
035	Слесарная	Верстак слесарный	Тиски 7827–0332 ГОСТ 4045–75	
040	Слесарная	Плита (шабровочная)	Плита шабровочная ГОСТ 10905-86	Шабер ГОСТ 26810-86
045	Слесарная	Верстак слесарный	Тиски 7827–0332 ГОСТ 4045–75	
050	Сварочная			
055	Разметочная	Плита разметочная ГОСТ 10905-86		
060	Сверлильная	Станок 2М55	Болты, планки.	Развёртка 033-254
065	Слесарная	Верстак слесарный	Тиски 7827–0332 ГОСТ 4045–75	
070	Разметочная	Плита разметочная	Плита разметочная ГОСТ 10905-86	
075	Расточная	Станок 2А637Ф2	Болты, планки	
080	Расточная	Станок 2А637Ф2	Станок 2А637Ф2 Болты, планки , подкладки.	
085	Расточная	Станок 2А637Ф2	Станок 2А637Ф2 Болты, планки , подкладки.	
090	Слесарная	Верстак слесарный	Тиски 7827–0332 ГОСТ 4045–75	
095	Расточная	Станок КСУ150/1 (UNION)	Болты, планки.	

Продолжение таблицы 1.3

100	Расточная	Станок КСУ150/1 (UNION)	Болты, планки.	
105	Слесарная	Верстак слесарный	Тиски 7827–0332 ГОСТ 4045–75	
110	Сверлильная	Станок 2М55	Болты, планки подкладки. Патрон 45 СТП 406- 2014-75	Метчик М30×2 СТП 406-1503 Калибр 152-3053 (набор щупов) для М30×2-7Н.
115	Слесарная	Верстак слесарный	Тиски 7827–0332 ГОСТ 4045–75	
120	Контрольная	Плита контрольная	Плита контрольнаяГОСТ 10905-86	
125	Покрытие			
130	Консервация			
135	Контрольная	Плита контрольная	Плита контрольнаяГОСТ 10905-86	

## 1 Основной раздел

### 1.1 Технологическая часть

#### 1.1.1 Анализ технологичности объекта производства

Технологичность конструкции деталей оценивается качественно и количественно по ГОСТ 14.201-83 и ГОСТ 14.202-83:

- рациональным выбором исходных заготовок и материалов;
- простотой формы детали;
- рациональной простановкой размеров;
- назначением оптимальной точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологический контроль чертежей сводится к тщательному изучению. Рабочие чертежи обрабатываемых деталей должны содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, разрезы и сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие конфигурацию и возможные способы получения заготовки.

#### 1.1.2 Выбор заготовки и метода ее изготовления

Для того чтобы выбрать рациональный метод получения заготовки для изготовления детали необходимо сравнить два технически равноценных варианта получения заготовки на основе укрупненного экономического расчета. Выбрать заготовку – значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления. При выборе заготовки, способа ее получения необходимо стремиться к максимальному приближению формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали и снижению трудоемкости заготовительных операций.

Исходя из конструкции детали, и учитывая применяемый материал,

заготовку можно получать только литьем. При выборе вида заготовки и методов ее изготовления рассматриваются два альтернативных варианта. В первом случае заготовка получается литьем кокиль, во втором литьем в песчано-глинистой форме.

Литье в песчаное – глинистые формы.

Материал – Сталь35Л ГОСТ977-88

Класс размерной точности – 10.

Степень коробления элементов отливок-

Степень точности поверхности –10.

Шероховатость (Ra, мкм.) – 63.

Ряд припусков – 5.

Масса детали –157 кг.

Таблица 1.4 – Размеры отливки при машинной формовке.

Размер детали, мм	Припуски на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
L275	4,6	279,6	±4
L40	1,9	41,9	±2,2
Ø 200	4,3	191,4	±3,6
Ø310	4,6	300,8	±4

Материал – Сталь35Л ГОСТ977-88

Класс размерной точности – 12.

Степень коробления элементов отливок-

Степень точности поверхности –11.

Шероховатость (Ra, мкм.) – 63.

Ряд припусков – 6.

Масса детали –157 кг.

Таблица 1.5 – Размеры отливки при ручной формовке.

Размер детали, мм		Припуски на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
L275		8,3	283,3	±8
L40		5	45	±4,4
Ø 200		7,3	185,4	±7
Ø310		8,3	293,4	±8

Стоимость заготовки

$$C_{\text{зар}2} = \alpha_i \cdot Q_i \cdot m_{\text{б}i}$$

где  $Q_i$  – масса материала по варианту, кг.;

$m_{\text{б}i}$  – стоимость одного килограмма заготовки, изготовленной базовым способом;

$$C_{\text{зар}1} = 1 \cdot 167 \cdot 300 = 50100$$

$$C_{\text{зар}2} = 1 \cdot 175 \cdot 300 = 52500$$

$\alpha_i$  – коэффициент относительной 1 кг. заготовки:

Из приложения В. выбираем Значение коэффициент для заготовок

$$\alpha_i = k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\Pi}$$

где  $k_T$  – коэффициент, зависящий от класса точности заготовки, 1,06:

$k_C$  – от группы сложности, 1;

$k_B$  – от массы заготовки, 0,78;

$k_M$  – от марки материала, 1,21;

$k_{II}$  – от объёма производства, 1.

$$\alpha_i = 1,06 * 0,78 * 1 * 1,21 * 1 = 1$$

Величина  $Q_i$  оценивается по формуле:

$$Q_i = \frac{Q_{\partial}}{K_{им}}$$

где  $Q_{\partial}$  масса детали рабочими чертежу, кг.;

$K_{имi}$  – средний коэффициент использования материала для выбранного для метод получения заготовки

$$Q_{i1} = \frac{157}{0,94} = 167 \text{ кг.}$$

$$Q_{i2} = \frac{157}{0,8} = 196 \text{ кг.}$$

Определяем экономический эффект от выбранного метода получения заготовки на программу выпуска:

$$\mathcal{E} = (C_{зар1} - C_{зар2}) * N$$

$$\mathcal{E} = (52500 - 50100) * 535 = 1284000 \text{ руб.}$$

### 1.1.3 Составление технологического маршрута обработки или сборки

Технологический маршрут механической обработки детали представлен в таблице

Таблица 1.6 – Технологический маршрут механической обработки детали.

Операция	Наименование операции	Оборудование, приспособления, специальный режущий и измерительный инструмент
005	Горизонтально-расточная 1. Установить и закрепить заготовку; 2. Фрезеровать плоскость в размер 335 3. Проверить размеры, согласно чертежу	Горизонтально-расточной станок ГРС 10 с ЧПУ и поворотным столом;

Продолжение таблицы 1.6.

010	Контрольная: 1. Проверить размеры	
015	Сваро-сборочная -Прихватить сборку согласно т.п. сварки. -Промаркировать обе детали одним порядковым номером.	Сварочный полуавтомат Урал
020	Слесарная Зачистить прихватки шлифмашинкой	УШМ
025	Горизонтально-расточная 1. Установить и закрепить заготовку; 2. Фрезеровать нижнюю плоскость размер 40; 3. Расточить внутреннюю поверхность в размер ф405Н9; 4. Расточить внутреннее отверстие в размер ф200Н7 на длину 234; 5. Расточить поверхность в размер ф420; 6. Точить фаски 45 °; 7. Сверлить отверстия ф22 – 8 отв.;; 8. Зенковать фаску 2х45°; 9. Сверлить отверстия ф14 – 8 отв.;; 10. Зенковать фаску 2х45°; 11. Проверить размеры согласно чертежу.	Горизонтально-расточной станок ГРС 10 с ЧПУ и поворотным столом;
030	Горизонтально-расточная 1. Установить и закрепить заготовку на болты, через отверстия в торце; 2. Торцевать плоскость в размер 370 3. Расточить отверстие ф408Н10; 4. Расточить отверстие ф310Н7 на длину 181; 5. Расточить фаску 1,6х45°; 6. Сверлить отверстия ф21 – 6 отв.;; 7. Зенковать фаску 3х45°; 8. Нарезать резьбу М24-7Н; 9. Проверить размеры согласно чертежу 10. Развернуть стол на 180° 11. Торцевать плоскость в размер 365; 12. Расточить отверстие ф310Н7 на длину 191,8; 13. Расточить фаску 1,6х45°; 14. Сверлить отверстия ф14 – 6 отв.;; 15. Зеновать фаску 2,5х45°; 16. Сверлить отверстия ф30 – 2 отв.;; 17. Проверить размеры согласно чертежу.	Горизонтально-расточной станок ГРС 10 с ЧПУ и поворотным столом;

Продолжение таблицы 1.6.

	<p>Горизонтально-расточная</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать плоскость в размер 675;</li> <li>2. Сверлить отверстие ф21;</li> <li>3. Расточить отверстие ф30 на длину 9;</li> <li>4. Нарезать резьбу М24;</li> <li>5. Сверлить отверстие ф27;</li> <li>6. Нарезать резьбу М30;</li> <li>7. Зенковать фаски 2,5х45°;</li> <li>8. Развернуть стол на 180°;</li> <li>9. Фрезеровать плоскость в размер 675;</li> <li>10. Сверлить отверстие ф21;</li> <li>11. Расточить отверстие ф30 на длину 9;</li> <li>12. Нарезать резьбу М24;</li> <li>13. Сверлить отверстие ф27;</li> <li>14. Нарезать резьбу М30;</li> <li>15. Зенковать фаски 2,5х45°;</li> <li>16. Сверлить отверстия ф26 – 9 отв.;</li> <li>17. Расточить уступ ф48 – 9 отв.;</li> <li>18. Повернуть стол на 180°</li> <li>19. Расточить уступ ф48 – 9 отв.;</li> <li>20. Сверлить отверстия – ф14 – 2отв.;</li> <li>21. Проверить размеры согласно чертежу.</li> </ol>	
035	<p>Горизонтально-расточная</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить и закрепить сборочную единицу</li> <li>2. Фрезеровать плоскость в размер 32;</li> <li>3. Сверлить отверстия ф11 - 8 отв.;</li> <li>4. Зенковать фаски 2х45°;</li> <li>5. Снять сборочную единицу со станка</li> </ol>	Горизонтально-расточной станок ГРС 10 с ЧПУ и поворотным столом;
040	<p>Контроль ОТК</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проверить размеры согласно чертежу;</li> </ol>	
045	<p>Слесарная</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Срезать прихватки и зачистить шлифмашинкой;</li> <li>2. Убрать заусенцы, притупить острые кромки;</li> <li>3. Нарезать резьбу М16 – 14 отв.; М12- 8 отв.;</li> <li>4. Проверить размеры;</li> </ol>	Метчик
050	<p>Покрасочная</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Произвести покраску деталей;</li> <li>2. Произвести консервацию.</li> </ol>	

### 1.1.4 Выбор технологических баз

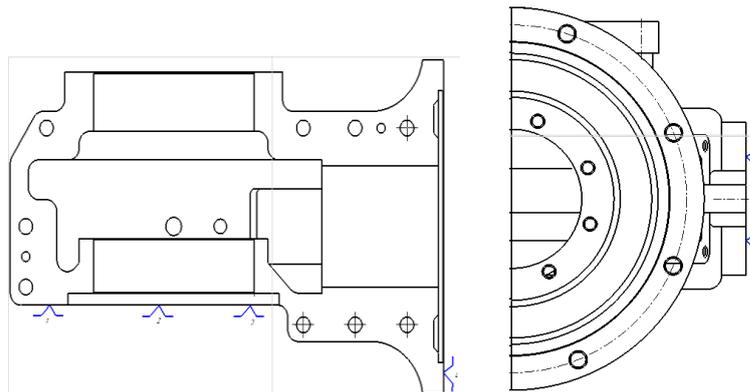


Рисунок 1 – Схема базирования для 005 операции

Заготовка устанавливается на плоскость и ставится два упора

Плоскость лишает трёх степеней свободы, упоры лишают оставшиеся три степени свободы.

Заготовка лишена шести степеней свободы.

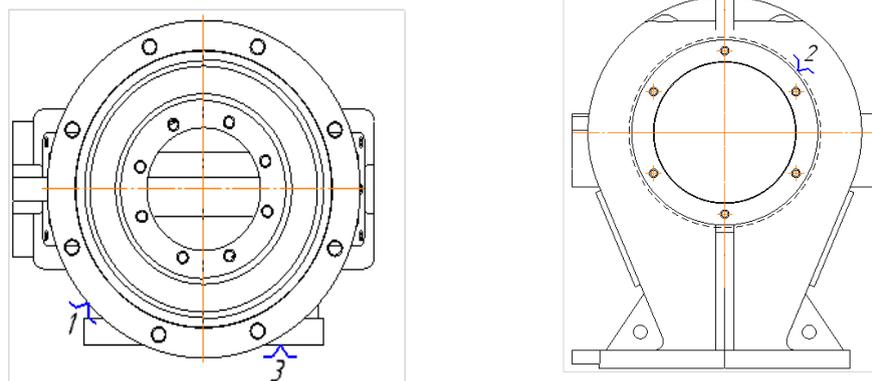


Рисунок 2 – Схема базирования для 025 операции

После сборки половинок для дальнейшей обработки заготовка устанавливается на плоскость лишая трех степеней дополнительные три упора лишают остальные три степени свободы таким образом Заготовка лишена шести степеней свободы.

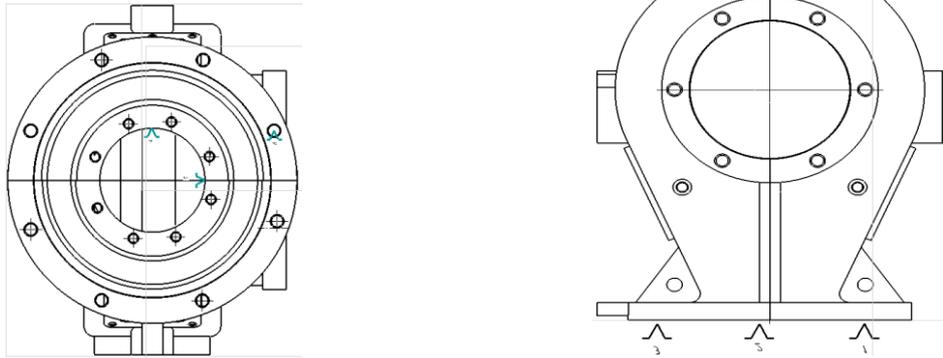


Рисунок 3 – Схема базирования для 030 операции

Заготовка устанавливается на плоскость и два пальца – цилиндрический и ромбический. Плоскость лишает трёх степеней свободы, цилиндрический палец – двух, ромбический одной.

Заготовка лишена шести степеней свободы. Погрешность базирования равна 0, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают

### 1.1.5 Выбор средств технологического оснащения

#### Оборудование

Горизонтально-расточной станок с поворотным столом ГРС 10 с ЧПУ



Рисунок 4 – ГРС-10 с ЧПУ

## Шпиндельная бабка

Диаметр рабочего шпинделя	мм	100
Конус рабочего шпинделя		ISO 50
Исполнение зажимного хвостовика инструмента		ГОСТ 25827-93 ИСО 7388-1-83
Диапазон оборотов рабочего шпинделя	об/мин	10 – 2 500
Мощность главного двигателя:		
Номинальная (при постоянной эксплуатации S1)	кВт	20
Макс. (при работе S6-60% времени эксплуатации)	кВт	25
Номинальные обороты шпинделя: - отвечающие номинальной мощности - отвечающие максимальной мощности	об/мин	87 116
Номинальный крутящий момент при постоянной нагрузке (S1)	Нм	1 640
Макс. момент кручения на шпинделе (S6 –60%)	Нм	2 050
Выдвижение рабочего шпинделя <b>W</b>	мм	630

## Колонна

Технический параметр	Ед. изм.	Значение
Вертикальное перемещение шпиндельной бабки <b>Y</b>	мм	1 100
Мин. высота оси шпинделя над рабочим столом	мм	0

## Стол

Технический параметр	Ед. изм.	Значение
Макс. масса обрабатываемой детали	кг	3 000
Размеры рабочей поверхности стола	мм	1 000 x 1 120
Крепежные "Т" пазы стола		
- размер	мм	22H8
- шаг	мм	160
- количество		7

## Стол

Диаметр центрирующего отверстия поворотного стола	мм	100Н6
Продольное перемещение стола <b>Z</b>	мм	940
Поперечное перемещение стола <b>X</b>	мм	1 250

## Подачи

Технический параметр	Ед. изм.	Значение
Диапазон рабочих подач – <b>X, Y, Z, W</b>	мм/мин	4 – 4 000
Ускоренная подача – <b>X, Y, Z, W</b>	мм/мин	8 000
– <b>B</b>	об/мин	2
Мин. программируемый инкремент установки координат		
- <b>X, Y, Z, W</b>	мм	0,001
- <b>B</b>	град	0,001
- <b>C</b>	град	0,1
Максимальное усилие подачи		
- <b>X, Y</b>	кН	16
- <b>Z</b>	кН	22
- <b>W</b>	кН	25
Несущая способность стабилизации оси <b>B</b> на R=0,55 м	кН	25

## Выбор технологического оснащения

Таблица 1.7 – Выбор технологического оснащения.

Операция	Оснастка	Количество
005	1. Специальное приспособление;	1
	2. Фреза торцевая насадная AF01.12B40.160.10,	1
	3. Оправка для насадных фрез BT50-FMB40-060,	1
	4. Пластина фрезерная SEET12T3-FM-SD2136	6
	1. Штангенциркуль	1
	2. Очки	1
Операция	Оснастка	Количество
015	5. Специальное приспособление;	1
	6. Фреза торцевая насадная AF01.12B40.160.10,	1
	7. Оправка для насадных фрез BT50-FMB40-060,	1
	8. Пластина фрезерная SEET12T3-FM-SD2136	6

Продолжение таблицы 1.7.

	9. Головка для чистового растачивания ВНФ MB80-125X114	1
	10. Патрон SKB 50-MB63	1
	11. Направляющая державка ВНФН 40X300	2
	12. Державка IHRF 40	2
	13. Режущая пластина SCMT 09T308-14	2
	14. Корпус сверла D3N 220-033-25A-1.5D	1
	15. Патрон BT50 EM 25X115	1
	16. Нежущая пластина НЗР 220-IQ	1
	17. Корпус сверла D3N 140-021-16A-1.5D	1
	18. Патрон BT30 EM 16X 60,	1
	19. Режущая пластина НЗР 140-IQ.	1
	20. Фреза для снятия фасок E45 D12-C20	1
	21. Патрон BT50 EM 20X100	1
	22. Режущая пластина SCMT 120408-19	3
	23. Штангенциркуль,	1
	24. Нутромер.	1
	25. Очки	1
020	1. Специальное приспособление;	1
	2. Фреза торцевая насадная AF01.12B40.160.10,	1
	3. Оправка для насадных фрез BT50-FMB40-060,	1
	4. Пластина фрезерная SEET12T3-FM-SD2136.	6
	5. Головка для чистового растачивания ВНФ MB80-125X114	1
	6. Патрон SKB 50-MB63	1
	7. Направляющая державка ВНФН 40X300	2
	8. Державка IHRF 40	2
	9. Режущая пластина SCMT 09T308-14	2
	10. Корпус сверла D3N 210-032-25A-1.5D	1
	11. Патрон BT50 EM 25X115	1
	12. Режущая пластина НЗР 140-IQ	1
	13. Фреза для снятия фасок E45 D12-C20	1
	14. Патрон BT50 EM 20X100	1
	15. Режущая пластина SCMT 120408-19	3
	16. Метчик M24x3	1
	17. Патрон цанговый	1
	18. Корпус сверла D3N 140-021-16A-1.5D	1
	19. Патрон BT30 EM 16X 60	1
	20. Режущая пластина НЗР 140-IQ	1
	21. Корпус сверла DCN 300-150-32R-5D	1
	22. Патрон DCN 300-150-32R-5D	1
	23. Режущая пластина ICP 300	1
	24. Нутромер	1
	25. Штангенциркуль	1

Продолжение таблицы 1.7.

	26. Очки	1
025	1. Специальное приспособление	1
	2. Фреза торцевая насадная AF01.12B40.160.10	1
	3. Оправка для насадных фрез BT50-FMB40-060	1
	4. Пластина фрезерная SEET12T3-FM-SD2136	6
	5. Корпус сверла DCN 210-105-25R-5D	1
	6. Патрон SK50 HYDRO 25X64.5 HD	1
	7. Режущая пластина ICP 210	1
	8. Метчик M24x3	1
	9. Патрон цанговый	1
	10. Корпус сверла DCN 270-135-32R-5D	1
	11. Патрон SK50 HYDRO 32X81 HD	1
	12. Режущая пластина ICP 270	1
	13. Метчик M30	1
	14. Патрон цанговый	1
	15. Фреза для снятия фасок E45 D12-C20	1
	16. Патрон BT50 EM 20X100	1
	17. Режущая пластина SCMT 120408-19	3
	18. Корпус сверла D3N 140-021-16A-1.5D	1
	19. Патрон BT30 EM 16X 60	1
	20. Режущая пластина H3P 140-IQ	1
	21. Корпус сверла DCN 260-130-32R-5D	1
	22. Патрон SK50 HYDRO 32X81 HD	1
	23. Режущая пластина ICP 260	1
	24. Концевая фреза EC-H4M 20-40W20CF-E104	1
	25. патрон BT50 EM 25X 45	1
	26. Штангцентрикуль	1
	27. Очки	1
030	2. Специальное приспособление;	1
	3. Фреза торцевая насадная AF01.12B40.160.10,	1
	4. Оправка для насадных фрез BT50-FMB40-060	1
	5. Пластина фрезерная SEET12T3-FM-SD2136	6
	6. Корпус сверла DCN 110-055-16R-5D, патрон BT50 FC MAXIN20X105	1

### 1.1.6 Расчет припусков под обработку

Расчёт припусков на механическую обработку производится после выбора оптимальных для данных условий технологического маршрута и выбора метода получения заготовки.

Расчёт проводится расчётно-аналитическим методом. Расчётной

величиной является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе.

Припуск на диаметр при обработке внутренних поверхностей вращения:

$$2Z_{i \min} = 2 \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{\Sigma i-1})^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right),$$

где  $Z_{i \min}$  - минимальный припуск

$Rz_{i-1}$  – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

$h_{i-1}$  – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующих переходах

$\Delta_{\Sigma i-1}$  - суммарное отклонение расположения поверхности (отклонение от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечений осей) и в некоторых случаях отклонение формы поверхности (отклонение от плоскостности, прямолинейность на предшествующих переходах мкм).

$\varepsilon_{yi}$  - погрешность установки заготовки на выполняемых переходах.

Таблица 1.8 – Припуск на поверхность  $\varnothing 200H7$

Поверхность детали	Чистота поверхности квалитет	Допуск на размер, мкм	Элементы припуска, мкм	
			Rz	h
Литье	14	400	200	100
Растачивание черновое	11	240	50	50
Растачивание чистовое	7	130	5	5

Суммарное отклонение определяется по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_{\Sigma ц}^2}$$

Где  $\Delta_{\Sigma k}^2$  – общее отклонение оси от прямолинейности определяется по формуле:

$$\Delta_{\Sigma k}^2 = \Delta_k \cdot L$$

Где  $\Delta_k = 0$  мкм. – кривизна поверхности в зависимости от степени коробления;

L – длина отливки; 73 мм

$$\Delta_{\Sigma k}^2 = 0 \cdot 73 = 0 \text{ мкм.}$$

$\Delta_{\Sigma ц}$  – смещение оси заготовки в результате погрешности центрирования определяется по формуле:

$$\Delta_{\Sigma ц} = 0,25 \cdot Td$$

Где  $Td$  – допуск на диаметральный размер базы заготовки, использованный при центрировании. 400 мкм;

$$\Delta_{\Sigma ц} = 0,25 \cdot 400 = 100 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{0^2 + 100^2} = 100.$$

Остаточная величина пространственного отклонения после предварительной обработки определяется по формуле:

$$\Delta_i = K_y \Delta_{i-1}$$

Где  $K_y$  – коэффициент уточнения формы.

$K_{y1} = 0,03$  – для черного растачивания;

$K_{y2} = 0,02$  – для чистового растачивания;

Для черного растачивания:

$$\Delta_1 = 0,03 \cdot 100 = 3 \text{ мкм.}$$

Для чистового растачивания:

$$\Delta_2 = 0,02 \cdot 3 = 0 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки  $\varepsilon = 0$  мкм.

Далее производится расчет минимальных значений межоперационных припусков:

Для черного растачивания:

$$2Z_{i \min} = 2 \left( 200\ddot{e} + 100 + \sqrt{100^2 + 0^2} \right) = 800 \text{ мкм.}$$

Для чистового растачивания:

$$2Z_{i \min} = 2 \left( 50 + 50 + \sqrt{3^2 + 0^2} \right) = 206 \text{ мкм.}$$

Графа «расчётный размер» ( $d_p$ ) заполняется, начиная с конечного, в данном случае чертёжного размера, последовательным прибавлением расчётного минимального припуска каждого технологического перехода.

$d_p = 42,062$  – для чистового растачивания;

$d_p = 42,062 - 0,206 = 41,856$  – для черного растачивания;

$d_p = 41,856 - 0,800 = 41,056$  – для заготовок.

Определяем максимальный предельный размер суммой минимального размера и допуска  $T_d$ :

$d_{\min} = 42,06 - 0,13 = 41,93$  – для чистового растачивания;

$d_{\min} = 41,93 - 0,24 = 41,69$  – для черного растачивания;

$d_{\min} = 41,69 - 0,4 = 41,29$  - для заготовок.

Определяем предельные значения припусков:

$2Z_{\min} = 42,06 - 41,93 = 0,13 \text{ мм}$  – для чистового растачивания;

$2Z_{\min} = 41,93 - 41,69 = 0,24 \text{ мм}$  – для черного растачивания;

$2Z_{max} = 41,93 - 41,69 = 0,24\text{мм}$  – для чистового растачивания;

$2Z_{max} = 41,69 - 41,29 = 0,4\text{мм}$  – для чернового растачивания;

Расчет общих припусков:

$Z_o \text{ max} = 400 + 240 = 640$  мкм – общий максимальный припуск;

$Z_o \text{ min} = 240 + 130 = 370$  мкм – общий минимальный припуск.

В таблице 3.6.2 приведен расчёт припусков на обработку для отверстия  $\text{Ø}200\text{H}7$

Таблица 1.9 – Припуски на механическую обработку

Номер операции	Переход	Вид перехода	Размер, мм	Припуск, мм
005	Фрезеровать плоскость	Черновой	278	7
005	Фрезеровать плоскость	Чистовой	275	3
010	Сверлить отверстия	Чистовой	$\text{Ø} 16$	8
<b>Корпус редуктора</b>				
015	Фрезеровать плоскость	Черновой	43	7
	Фрезеровать плоскость	Чистовой	40	3
	Расточить отверстие	Черновой	$\text{Ø} 400$	4
	Расточить отверстие	Чистовой	$\text{Ø} 405$	1
	Расточить отверстие	Черновой	$\text{Ø} 204$	5
	Расточить отверстие	Получистовой	$\text{Ø} 206$	2
	Расточить отверстие	Чистовой	$\text{Ø} 207$	1
	Сверлить отверстие	Чистовой	$\text{Ø} 22$	11
	Зенковать фаску	Чистовой	$2 \times 45^\circ$	1
	Сверлить отверстие	Чистовой	$\text{Ø} 14$	7
	Зенковать фаску	Чистовой	$2 \times 45^\circ$	1
020	Торцевать плоскость	Черновой	373	7

Продолжение таблицы 1.9.

	Торцевать плоскость	Чистовой	370	3
	Расточить отверстие	Черновой	Ø 407	4
	Расточить отверстие	Чистовой	Ø 408	1
	Расточить отверстие	Черновой	Ø 307	5
	Расточить отверстие	Получистой	Ø 309	2
	Расточить отверстие	Чистовой	Ø 310	1
	Сверлить отверстие	Чистовой	Ø 21	10,5
	Зенковать фаску	Чистовой	3x45°	1,5
	Нарезать резьбу	Чистовой	M24	1,2
	Торцевать плоскость	Черновой	368	7
	Торцевать плоскость	Чистовой	365	3
	Расточить отверстие	Черновой	Ø 307	5
	Расточить отверстие	Получистой	Ø 309	2
	Расточить отверстие	Чистовой	Ø 310	1
	Сверлить отверстие	Чистовой	Ø 14	7
	Зенковать фаску	Чистовой	2x45°	1
	Сверлить отверстие	Чистовой	Ø 30	15
025	Фрезеровать плоскость	Черновой	678	7
	Фрезеровать плоскость	Чистовой	675	3
	Сверлить отверстие	Чистовой	Ø 21	10,5
	Расточить отверстие	Чистовой	Ø 30	4,5
	Нарезать резьбу	Чистовой	M24	1,2
	Зенковать фаску	Чистовой	2x45°	1
	Фрезеровать плоскость	Черновой	678	7
	Фрезеровать плоскость	Чистовой	675	3

Продолжение таблицы 1.9.

	Сверлить отверстие	Чистовой	Ø 21	10,5
	Расточить отверстие	Чистовой	Ø 30	4,5
	Нарезать резьбу	Чистовой	M24	1,2
	Сверлить отверстие	Чистовой	Ø 27	13,5
	Нарезать резьбу	Чистовой	M30	1,2
	Зенковать фаску	Чистовой	2,5x45°	1,25
	Сверлить отверстие	Чистовой	Ø 26	13
	Расточить уступ	Чистовой	Ø 48	11
	Сверлить отверстие	Чистовой	Ø 14	7
030	Фрезеровать плоскость	Черновой	33	3
	Фрезеровать плоскость	Чистовой	32	1
	Сверлить отверстие	Чистовой	Ø 11	5,5
	Зенковать фаски	Чистовой	2x45°	1

Проверка правильности расчётов проводится по формуле.

$$Z_o \max - Z_o \min = T_{дзаг} - T_{дет.}$$

$$640 - 370 = 400 - 130,$$

$$270 = 270$$

### 1.1.7 Расчет режимов резания

Операция 025 горизонтально расточная

Фрезеровать нижнюю плоскость размер 40;

Фреза торцевая насадная AF01.12B40.160.10 Пластина фрезерная SEET12T3-FM-SD2136 фирма ISCAR

Материал режущей части T5K10

Глубина фрезерования:  $t = 1,9$  мм;

Ширина фрезерования:  $B = 20$  мм;

Диаметр фрезы:  $D = 40$  мм.

2 Подача на один зуб фрезы:  $S_z = 0,2$  мм/зуб.

3 Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v,$$

где  $K_v$  – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv},$$

где  $K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{nv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя;

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^{nv},$$

где  $K_r$  – коэффициент материала инструмента;

$\sigma_b$  – временное сопротивление;

$nv$  – показатель степени при обработке.

$C_v = 332$ ;  $q = 0,2$ ;  $x = 0,1$ ;  $y = 0,4$ ;  $u = 0,2$ ;  $p = 0$ ;  $m = 0,2$ ;

$T = 180$  мин. - период стойкости инструмента;

Принимаем  $K_r = 1,0$ ,  $nv = 1,0$ ,  $K_{nv} = 0,8$ ,  $K_{iv} = 0,65$ .

$$K_{mv} = 1 \cdot (750 / 450)^1 = 1,67.$$

$$K_v = 1,67 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 1,33.$$

$$V = \frac{332 \cdot 40^{0,2}}{120^{0,2} \cdot 3^{0,1} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 20^{0,2} \cdot 5^0} \cdot 1,33 = 307 \text{ м/мин};$$

$$n_{фр} = \frac{1000 \cdot V}{(\pi \cdot D)} = \frac{1000 \cdot 307}{(3,14 \cdot 40)} = 2443 \text{ об/мин};$$

Принимаем  $n_{ст} = 1000$  об/мин.

$$V = \pi \cdot n_{фр} \cdot D / 1000 = 3,14 \cdot 1000 \cdot 404 / 1000 = 125,6 \text{ м/мин}.$$

4 Сила резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^o} \cdot K_{MP},$$

Принимаем по табл.41  $C_p = 885$ ;  $q = 1,3$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$ ;  $u = 1,1$ ;

$w = 0,2$ ;

$Z=5$ – число зубьев фрезы.

$$K_{MP} = (\sigma_B / 750)^{n_V},$$

где  $n_V=1$ .

$$K_{MP} = (450 / 750)^{0,75} = 0,68.$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 30^{1,1} \cdot 5}{40^{1,3} \cdot 1000^{0,2}} \cdot 0,68 = 2208 \text{ Н.}$$

5 Крутящий момент

$$M_{KP} = P_Z \cdot D / 2000,$$

$$M_{KP} = 2208 \cdot 40 / 2000 = 44,2 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_e = \frac{2208 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 1,4 \text{ кВт.}$$

Проверка на достаточность привода станка:  $N_{рез} \leq N_{шт}$ ,

где  $N_{шт}$  - мощность привода станка;

$$N_{шт} = N_{ст} \cdot \eta,$$

где  $N_{ст}$  – паспортная мощность станка;

$\eta$  – КПД;

$$N_{ст} = 25 \text{ кВт, } \eta = 0,8.$$

$$N_{шт} = 25 \cdot 0,8 = 20 \text{ кВт.}$$

$$1,4 \text{ кВт} < 20 \text{ кВт.}$$

7 Подача на оборот фрезы:

$$S = S_z \cdot z = 0,2 \cdot 5 = 1,0 \text{ мм/об.}$$

8 Минутная подача:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{ст} = 0,2 \cdot 5 \cdot 1000 = 1000 \text{ мм/мин.}$$

9 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{px} / S_M,$$

$$L_{px} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер},$$

где  $L_{рез}$  – длина резания;

$L_{вр} + L_{пер}$  – длина врезания и перебега;

$$L_{вр} + L_{пер} = 34 \text{ мм.}$$

$$L_{px} = 190 + 34 = 224 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 1 \cdot 224 / 1000 = 0,22 \text{ мин.}$$

Таблица 1.10 – Расчёт режимов резания

№ операции	Наименование и содержание операции						
005	1 Фрезеровать плоскость в размер 278;						
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
40	7	0,1	50	418	2,93	1950	2.4
	2. Фрезеровать плоскость в размер 275;						
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
50	3	0,2	80	301	2,66	1740	2.11
№ операции	Наименование и содержание операции						
010	1 Сверлить отверстия ф16						
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
70	8	0,5	1500	48	7.45	-	1,46
№ Операции	Наименование и содержание операции						
025	1. Фрезеровать плоскость в размер 43						
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
120	7	0.1	191	418	8.8	2508	3.75
	2. Фрезеровать плоскость в размер 40						
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	
90	3	0.2	143	178	2.83	1250	
№ Операции	Наименование и содержание операции						
	3. Расточить отверстие в размер ф400						
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин

Продолжение таблицы 1.10.

130	4	0,1	102	115	1,3	-	32,1
4. Расточить отверстие в размер ф405							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	
100	1	0,1	80	29	0,25	-	
№ Операции	Наименование и содержание операции						
5. Расточить отверстие в размер ф204							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
140	5	0,1	218	87	2,1	-	5.64
6. Расточить отверстие в размер ф206							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	
120	2	0,1	187	16,5	0,34	-	
№ Операции	Наименование и содержание операции						
7. Расточить отверстие в размер ф207							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	
100	1	0,05	155	8,73	0,15	-	
8. Сверлить отверстие ф22							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
90	11	0.5	1300	91	13	-	3,52
№ Операции	Наименование и содержание операции						
9. Сверлить отверстие ф14							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
70	7	0.5	1600	37	6.5	-	3,28

Продолжение таблицы 1.10.

№ операции	Наименование и содержание операции						
020	1. Торцевать плоскость в размер 373						
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
40	7	0,1	50	418	2,93	1950	7,55
2. Торцевать плоскость в размер 370							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	
50	3	0,2	80	301	2,66	1740	
№ операции	Наименование и содержание операции						
3. Расточить отверстие в размер Ф407							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
130	4	0,1	102	115	1,3	-	10,3
4. Расточить отверстие в размер Ф408							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	
100	1	0,1	80	29	0,25	-	
№ операции	Наименование и содержание операции						
5. Расточить отверстие в размер Ф307							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
140	5	0,1	146	108	1,75	-	11.6
6. Расточить отверстие в размер Ф309							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	
120	2	0,1	125	43,5	0,6	-	

Продолжение таблицы 1.10.

№ операции	Наименование и содержание операции						
7. Расточить отверстие в размер Ф310							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	
100	1	0,05	104	51	0,6	-	
8. Сверлить отверстие ф21							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
90	11	0.5	1300	91	13	-	4,68
№ операции	Наименование и содержание операции						
9. Нарезать резьбу М24							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
50	1,2	-	660	-	-	-	9,6
10. Торцевать плоскость в размер 368							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
40	7	0,1	50	418	2,93	1950	10,2
№ операции	Наименование и содержание операции						
11. Торцевать плоскость в размер 365							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	
50	3	0,2	80	301	2,66	1740	

Продолжение таблицы 1.10.

№ операции	Наименование и содержание операции							
12. Расточить отверстие в размер Ф307								
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин	
140	5	0,1	146	108	1,75	-	10.2	
13. Расточить отверстие в размер Ф309								
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н		
120	2	0,1	125	43,5	0,6	-		
№ операции	Наименование и содержание операции							
14. Расточить отверстие в размер Ф310								
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н		
100	1	0,05	104	51	0,6	-		
№ операции	Наименование и содержание операции							
15. Сверлить отверстие ф14								
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин	
70	7	0.5	1600	37	6.5	-	4,38	
16. Сверлить отверстие ф30								
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин	
90	15	0.5	955	170	17.96	-	1,08	

Продолжение таблицы 1.10.

№ операции	Наименование и содержание операции						
025	1. Фрезеровать плоскость в размер 678						
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
40	7	0,1	50	418	2,93	1950	8,42
2. Фрезеровать плоскость в размер 675							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	
50	3	0,2	80	301	2,66	1740	
№ операции	Наименование и содержание операции						
3. Сверлить отверстие ф21							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
90	11	0.5	1300	91	13	-	0,78
4. Расточить отверстие ф30							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
80	4,5	0,05	531	29	1,75	-	6,3
№ операции	Наименование и содержание операции						
5. Нарезать резьбу М24							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
50	1,2	-	660	-	-	-	1,6
6. Фрезеровать плоскость в размер 678							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
40	7	0,1	50	418	2,93	1950	18,4

Продолжение таблицы 1.10.

№ операции	Наименование и содержание операции						
7. Фрезеровать плоскость в размер 675							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	
50	3	0,2	80	301	2,66	1740	
№ операции	Наименование и содержание операции						
8. Сверлить отверстие ф21							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
90	11	0.5	1300	91	13	-	0,78
9. Расточить отверстие ф30							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
80	4,5	0,05	531	29	1,75	-	6,3
№ операции	Наименование и содержание операции						
10. Нарезать резьбу М24							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
50	1,2	-	660	-	-	-	1,6
11. Сверлить отверстие ф27							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
90	15	0.5	955	138	16	-	0,83

Продолжение таблицы 1.10.

№ операции	Наименование и содержание операции						
12. Нарезать резьбу М30							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
50	1,2	-	530	-	-	-	1,65
13. Сверлить отверстие ф26							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
90	15	0.5	955	138	16	-	8,37
№ операции	Наименование и содержание операции						
14. Расточить уступ ф48							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
80	11	0,05	500	4,19	0,23	-	3,8
15. Сверлить отверстие ф14							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
70	7	0.5	1600	37	6.5	-	1,46
№ операции	Наименование и содержание операции						
030	1. Фрезеровать плоскость в размер 33						
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
80	3	0.1	159	140	1.9	240	9,9
2. Торцевать плоскость в размер 32							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	
60	1	0.2	95	60	0.63	180	

Продолжение таблицы 1.10.

№ операции	Наименование и содержание операции						
3. Сверлить отверстие ф11							
V, м/мин	t, мм	S, мм	n, об/мин	M <sub>кр</sub> Н·м	N, кВт	Pz, Н	T <sub>0</sub> , мин
11	6.5	0.5	1600	22	5.12	-	4,32

### 1.1.8 Нормирование технологического процесса

Основной задачей технического нормирования является установление затрат времени для выполнения определенного объема работ. Техническая норма времени на обработку заготовки является одним из основных параметров для расчета стоимости изготовления детали, числа производственного оборудования, заработной платы рабочих и планирования производства. Технические нормы времени в условиях мелкосерийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим путем.

Норма времени:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n},$$

где:  $T_{\text{шт-к}}$  – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{\text{шт}}$  – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{пз}}$  – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

$$T_{\text{пз}} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}},$$

где:  $t_0$  – основное время;

$t_{\text{в}}$  – вспомогательное время;

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

$t_{\text{отд}}$  – время на личные потребности и дополнительный отдых.

Для Фрезерования

$$T_{шт-к} = 11,42 + \frac{0,3}{8} = 11,48 \text{ ч.}$$

Норма времени

$$T_{пз} = 0,3.$$

Таблица 1.11 – Нормирований операций

№ операций	Сваро-сборочная	Карта	Время, ч
1	2	3	4
005	1. Штучное время		0.31
№ операций	Слесарная	Карта	
1	2	3	4
010	1. Штучное время		0.08
№ операций	Горизонтально-расточная	Карта	
1	2	3	4
015	1. Основное время		2,33
	2. Вспомогательное время		
	Время, связанное переходом	-	-
	Время на установку и снятие детали	Карта 3	0,3
	Суммарное вспомогательное время		0,3
	Время перерывов и личные потребности (4%)	Таблица 50	0,1
	Время обслуживания рабочего места (4%)	Таблица 50	0,1
	3. Штучное время		2,83
№ операций	Горизонтально-расточная	Карта	
1	2	3	4
020	1. Основное время		3,38
	2. Вспомогательное время		
	Время, связанное переходом	Карта 5	0,08
	Время на установку и снятие детали	Карта 3	0,3
	Суммарное вспомогательное время		0,38
	Время перерывов и личные потребности (4%)	Таблица 50	0,14
	Время обслуживания рабочего места (4%)	Таблица 50	0,14
	3. Штучное время		4,04
№ операций	Горизонтально-расточная	Карта	
1	2	3	4

Продолжение таблицы 1.11.

025	1. Основное время		1,28
	2. Вспомогательное время		
	Время связанное переходом	Карта 5	0,16
	Время на установку и снятие детали	Карта 3	0,3
	Суммарное вспомогательное время		0,46
	Время перерывов и личные потребности (4%)	Таблица 50	0,05
	Время обслуживания рабочего места (4%)	Таблица 50	0,05
	3. Штучное время		1,84
№ операций	Горизонтально-расточная	Карта	
1	2	3	4
030	1. Основное время		0,24
	2. Вспомогательное время		
	Время, связанное переходом	-	-
	Время на установку и снятие детали	Карта 3	0,3
	Суммарное вспомогательное время		0,3
	Время перерывов и личные потребности (4%)	Таблица 50	0,01
	Время обслуживания рабочего места (4%)	Таблица 50	0,01
	3. Штучное время		0,56
№ операций	Слесарная	Карта	
1	2	3	4
040	1. Штучное время		1,09
№ операций	Покрасочная	Карта	
1	2	3	4
045	1. Штучное время		0,69
Итого:			11,44

## 1.2 Конструкторская часть

### 1.2.1 Обоснование и описание конструкции приспособления

Для фрезерования поверхностей, растачивания, сверления отверстий и нарезания резьбы на горизонтально расточном станке с ЧПУ

ГРС-10, необходимо применение специального приспособления. Приспособление разрабатываем для операций 025-030 в соответствии с принятой схемой базирования. Установку заготовки в приспособление обеспечивает постоянство закрепления в определенном положении заготовок относительно режущего инструмента и позволяет вести обработку с

достаточной высокой точностью и меньшими затратами времени, т.к. исключает время на выверку заготовки.

Базирование детали для 025 операции,

Деталь в данном приспособлении базируется на плоскость и с помощью тисков с призматическими губками лишаем заготовку 5 степеней свободы и дополнительной призмой оставшуюся 1 степень

Зажим заготовки осуществляется с помощью тисков с призматическими губками.

Ориентация приспособления на столе станка осуществляется с помощью шпонок.

Для ориентации инструмента в основание плиты установлен обкатной палец. Для установки и снятия приспособления со стола с помощью подъемных сооружений используются рым-болты.

Базирование детали для 030 операции,

Деталь в данном приспособлении базируется на плоскость и два пальца, Ромбический и цилиндрический, установочная база лишает 3 степеней свободы, цилиндрический 2 степеней свободы, ромбический 1 степень.

Зажим заготовки осуществляется с помощью прихватов. прихваты подпружинены пружинами. Прихват перемещается вдоль оси.

Ориентация приспособления на столе станка осуществляется с помощью шпонок.

Для ориентации инструмента в основание плиты установлен обкатной палец. Для установки и снятия приспособления со стола с помощью подъемных сооружений используются рым-болты.

### 1.2.2 Силовой расчет приспособления

Зажим приспособления предупреждает перемещение заготовки относительно опоры. Силу закрепления  $Q$  определяют из условия равновесия

силовых факторов, действующих на заготовку. Максимальное усилие резания возникает при фрезеровании. Сила зажима и сила подачи действуют в одном направлении, прижимая заготовку к установочной поверхности. Возникающая окружная сила резания  $P_0$  создает момент, который стремится повернуть заготовку вокруг собственной оси.

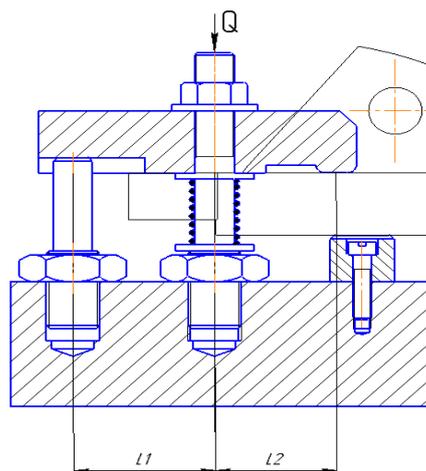


Рисунок 5 - Схема резания и закрепления

$$W = \frac{Q \cdot l_1 \cdot \eta \cdot k}{l_1 + l_2}$$

где  $W$  – сила закрепления детали;

$Q$  - прилагаемая сила

$k$  – коэффициент запаса и условие равенства сил;

$\eta=0,95$  - коэффициент, полезного действия;

$l_1$  и  $l_2$  – плечи рычага, мм.

Из расчётов режимов резания  $Q=P_z=6575$  Н.

$$k=k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

где  $k_0=1,5$  – гарантированный коэффициент запаса;

$k_1=1,0$  – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания;

$k_2=1,2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при

затуплении инструмента;

$k_3=1,2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

$k_4=1,2$  – коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима;

$k_5=1,0$  – коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах.

$k_6=1,5$  – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку.

Из сборочного чертежа приспособления  $l_1=50$  мм и  $l_2=46$  мм.

$$k=1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,5=3,9.$$

$$W=6575 \cdot 48 \cdot 0,95 \cdot 3,9 / (48+40) = 10519 \text{ Н.}$$

Допустимое усилие зажима по условию прочности для основной метрической резьбы

$$W=\pi \cdot d^2 \cdot [\tau]_{cp} / 4,$$

где  $d$  – номинальный диаметр резьбы, мм;

$[\tau]_{cp}=60$  Мпа – допустимое напряжение при растяжении;

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot [\tau]_{cp}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10519}{3,14 \cdot 60}} = 15 \text{ мм.}$$

Принимаем с учетом конструктивных особенностей прихватов  $d=30$  мм.

### 1.2.3 Расчет приспособления на точность

При расчёте приспособления на точность необходимо определить погрешность установки заготовки в приспособлении, которая определяется как:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{3,0}^2 + \Delta_{np}^2},$$

где  $\varepsilon_{\delta}$  – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_{3,0}$  – основная погрешность закрепления, мм;

$\Delta_{np}$  – погрешность приспособления, мм.

Определяем погрешности базирования.

Для размеров на выполнения обработки отверстия и фрезерования поверхностей.

Размеры выполняются за одну установку. Технологическая база совпадает с измерительной  $\varepsilon_6 = 0$  мм.

Погрешность закрепления действует не на продолжительный участок заготовки, следовательно, упругими деформациями можно пренебречь  $\varepsilon_{з.о}=0$ .

Погрешность приспособления

$$\Delta_{np} = \varepsilon_{np} + \varepsilon_{yc} + \varepsilon_u,$$

где  $\varepsilon_{np}=0,05$  мм – погрешность изготовления приспособления по выбранному параметру, зависящая от погрешности изготовления и сборки установочных и др. элементов приспособления;

$\varepsilon_{yc}=0,087$  мм– погрешность установки приспособления на станке;

$\varepsilon_u$  – погрешность положения заготовки, возникающая в результате изнашивания элементов приспособления. Эта величина зависит от программы выпуска изделий, их конструкции и размеров, материала и массы заготовки, состояния ее базовой поверхности.

$$\varepsilon_u=0,05 \cdot N,$$

где N – программа выпуска.

$$\varepsilon_u=0,05 \cdot 500=25 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{np} = 0,05 + 0,087 + 0,025 = 0,162 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0 + 0 + 0,162^2} = 0,162 \text{ мм.}$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т. к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры 0,2мм.

### 1.3 Результаты проделанной разработки

#### 1.3.1 Организационная часть

#### 1.3.2 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d},$$

где  $C_p$  – расчётное количество станков данного типа, шт;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:  
2016 час.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{п}} 100,$$

где  $C_{п}$  – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 2.5.

Таблица 1.12 – Определение количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	$F_d$	$C_p$	$C_{п}$	$K_{зо}, \%$
005,010	2016	0,36	1	37
020	2016	0,58	1	58
025	2016	0,26	1	26

Средний коэффициент загрузки  $K_{зо. ср.} = 100 \%$ .

Уточняем серийность производства по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{зо} = F_d \cdot 60 / N \cdot T_{шт-к. ср.} = 2016 \cdot 60 / 500 \cdot 24,65 = 9,8.$$

### 1.3.3 Определение численности рабочих

Численность рабочих определяем по формуле:

$$Ч_{\text{осн}} = \sum_{i=1}^M (C_{\text{пi}} \cdot n_{\text{смi}}),$$

где  $n_{\text{смi}}$  – количество смен работы оборудования на  $i$ -й операции

$$Ч_{\text{осн}} = (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) + (1 \cdot 1) = 3 \text{ чел.}$$

Численность вспомогательных рабочих:

$$Ч_{\text{всп}} = Ч_{\text{осн}} \cdot \frac{k_{\text{всп}}}{100},$$

где  $k_{\text{всп}} = 60\%$  – коэффициент численности вспомогательных рабочих.

$$Ч_{\text{всп}} = 3 \cdot \frac{60}{100} = 2 \text{ чел.}$$

Численность специалистов:

$$Ч_{\text{спец}} = (Ч_{\text{осн}} + Ч_{\text{всп}}) \frac{k_{\text{спец}}}{100},$$

где  $k_{\text{спец}}$  принимают от 8 до 12% – коэффициент численности специалистов,

$$Ч_{\text{спец}} = (3 + 2) \frac{12}{100} = 0,6.$$

Численность специалистов принимаем равной 1 чел.

Численность служащих:

$$Ч_{\text{служ}} = (Ч_{\text{осн}} + Ч_{\text{всп}} + Ч_{\text{спец}}) \frac{k_{\text{служ}}}{100},$$

где  $k_{\text{служ}}$  принимают от 2 до 4% - коэффициент численности служащих,

$$Ч_{\text{служ}} = (3 + 2 + 1) \frac{4}{100} = 0,24,$$

Численность служащих принимаем равной 1 чел.

Численность руководителей:

$$Ч_{\text{рук}} = (Ч_{\text{осн}} + Ч_{\text{всп}} + Ч_{\text{спец}} + Ч_{\text{служ}}) \frac{k_{\text{рук}}}{100},$$

где  $k_{рук}$  принимают от 1,5 до 2% - коэффициент численности руководителей,

$$Ч_{рук} = (3 + 2 + 1 + 1) \frac{2}{100} = 0,14.$$

Численность руководителей принимаем равной 1 чел.

Общая численность работников подразделения составляет:

$$Ч_{общ} = Ч_{осн} + Ч_{всп} + Ч_{спец} + Ч_{служ} + Ч_{рук} = 3 + 2 + 1 + 1 + 1 = 8 \text{ чел.}$$

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ  
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А91	Карюкину Владимиру Александровичу

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Направление/ООП/ ОПОП</b>	15.03.01 «Машиностроение» / «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»
<b>Уровень образования</b>	бакалавриат		

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1 кв/ч – 5,27 руб. Стоимость приобретаемого оборудования 14 000 000руб. Фонд заработной платы всех рабочих 17639,4руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Масса заготовки 167 кг. Масса материала на программу выпуска 83 500кг
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Прочие расходы 34650руб. Отчисления на социальные нужды 393074 руб. Отчисления в ремонтный фонд 892700 руб.

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

1. <i>Расчет объема капитальных вложений</i>
2. <i>Расчет себестоимости продукции</i>
3. <i>Экономическое обоснование технологического проекта</i>

**Перечень графического материала**

1. <i>Затраты на покупные комплектующие, ЗП исполнителей, итоговые затраты</i>
--

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	
---	--

**Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ЮТИ ТПУ	Лизунков В.Г	К.Пед.Н. Доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
10А91	Карюкин В.А.		

## 2 Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение

### 2.1 Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах;
- стоимость оборотных средств в незавершенном производстве;
- стоимость оборотных средств в запасах готовой продукции;
- стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

В соответствии с заданием, количество обрабатываемых в год деталей -500 штук. Данному количеству обрабатываемых деталей соответствует среднесерийному типу производства (500-5000).

#### 2.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования ( $K_{то}$ ) представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \text{ руб.}$$

где  $m$  – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

$Q_i$  – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением  $i$ -ой операции;

$C_i$  – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого

выполнением *i*-ой операции.

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№операции	Модель станка	$C_i$ , руб.	$Q_i$ ,шт.	$K_{Тоi}$ , руб
005-035	ГРС-10 с ЧПУ	14 000 000	1	14 000 000
Всего				14 000 000

### 2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования ( $K_{во}$ ) определим приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования.

$$K_{во} = K_{то} \cdot 0,30, \text{руб.}$$

$$K_{во} = 14\,000\,000 \cdot 0,30 = 4\,200\,000 \text{ руб.}$$

### 2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря ( $K_{ин}$ ) по предприятию может быть установлена приближенно в размере 10-15% от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

-инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);

-производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);

-хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского

назначения и т.д.)

$$K_{ии} = K_{то} \cdot 0,15 \text{ руб.}$$

$$K_{ии} = 14\,000\,000 \cdot 0,15 = 2\,100\,000 \text{ руб.}$$

#### 2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений может быть рассчитана при разных формах владения: собственные помещения или арендованные.

В первом случае общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C_{п} = Ц_{пп} + Ц_{вп}, \text{ руб.}$$

где  $Ц_{пп}$  – балансовая стоимость производственных (основных) помещений;

$Ц_{вп}$  – балансовая стоимость вспомогательных помещений.

Данные о балансовой стоимости производственных (основных) и вспомогательных помещений взяты в экономическом отделе предприятия ОАО «Анжеромаш».

$$C_{п} = 450000 + 100000 = 550000 \text{ руб.}$$

#### 2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{H_m \cdot N \cdot Ц_m}{360} \cdot T_{обм}, \text{ руб}$$

$$K_{пзм} = \frac{16,7 \cdot 500 \cdot 300}{360} \cdot 30 = 208750 \text{ руб.}$$

где  $H_m$  - норма расхода материала, кг/ед.;

$N$  - годовой объем производства продукции, шт.;

$C_M$  - цена материала, руб./кг;

$T_{обм}$  – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях.

### 2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ( $K_{нзп}$ ) может быть установлена из следующего выражения:

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_{г}}{360}, \text{ руб}$$

$$K_{нзп} = \frac{500 \cdot 1 \cdot 6262,5 \cdot 0,9}{360} = 7825,125 \text{ руб.}$$

где  $T_{ц}$  - длительность производственного цикла, дни;

$C'$  - себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$k_{г}$  - коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{H_M \cdot C_M}{k_M}, \text{ руб.}$$

$$C' = \frac{16,7 \cdot 300}{0,8} = 6262,5 \text{ руб.}$$

где  $k_M$  - коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ( $k_M=0,8 \div 0,85$ ).

Коэффициент готовности:

$$k_{г} = (k_M + 1) \cdot 0,5 \text{ руб}$$

$$k_{г} = (0,8 + 1) \cdot 0,5 = 0,9 \text{ руб}$$

### 2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{гп}} \text{ руб.}$$

$$K_{\text{гп}} = \frac{6262,5 \cdot 500}{360} \cdot 30 = 536541 \text{ руб.}$$

где  $T_{\text{гп}}$ - продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

### 2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{дз}} = \frac{B_{\text{рп}}}{360} \cdot T_{\text{дз}} \cdot \text{руб.}$$

$$K_{\text{дз}} = \frac{369487}{360} \cdot 10 = 1026357 \text{ руб.}$$

где  $B_{\text{рп}}$ - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$T_{\text{дз}}$ - продолжительность дебиторской задолженности ( $T_{\text{дз}}=7 \div 40$ ), дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$B_{\text{рп}} = C' \cdot N \left(1 + \frac{p}{100}\right), \text{ руб.}$$

$$B_{\text{рп}} = 6262,5 \cdot 500 \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 369487 \text{ руб.}$$

где  $p$ - рентабельность продукции ( $p=15 \div 20\%$ ).

### 2.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приблизительно можно принять 10% от суммы материальных оборотных средств.

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \cdot 0,10, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{обс}} = 208750 \cdot 0,10 = 2087500 \text{ руб.}$$

### 2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

Классификация затрат по экономическим элементам имеет для предприятия важное значение. Сметный разрез затрат позволяет определить общий объем потребляемых предприятием различных видов ресурсов. На основе сметы осуществляется увязка разделов производственно-финансового плана предприятия: по материально-техническому снабжению, по труду, определяется потребность в оборотных средствах и т.д. Группировка затрат по экономическим элементам отражается в смете затрат на производство и реализацию продукции (работ, услуг). В ней собираются затраты по общности экономического содержания, по их назначению.

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- основные материалы за вычетом реализуемых отходов;
- заработная плата производственных рабочих;
- отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих.

Эти статьи относятся к прямым затратам. Остальные расходы образуют косвенные расходы:

- амортизация оборудования предприятия;
- арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений;
- отчисления в ремонтный фонд;
- вспомогательные материалы на содержание оборудования;

- затраты на силовую электроэнергию;
- износ инструмента;
- заработная плата вспомогательных рабочих;
- отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих;
- заработная плата административно-управленческого персонала;
- отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала;
- прочие расходы.

### 2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы ( $C_M$ ) рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot H_M \cdot K_{\text{тзр}} - C_0 \cdot H_0) \text{руб.}$$

Где  $K_{\text{тзр}}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ( $K_{\text{тзр}}=1,04$ );

$C_0$  – цена возвратных отходов, руб./кг;

$H_0$  – норма возвратных отходов кг/шт.;

$C_M$  – цена материала, руб/кг;

$H_M$  – норма расходов материалов, кг/ед.; ( $H_M=12,3$  кг/ед.)

$C_0$  – цена возвратных отходов, руб/кг; ( $C_0=10,7$  руб./кг.);

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_0 = m_3 - m_0,$$

$$H_0 = 167 - 157 = 10 \text{ кг}$$

где  $m_3$  – масса заготовки, кг;

$m_0$  – масса изделия, кг.

$$C_M = 500 \cdot (300 \cdot 12,3 \cdot 1,04 - 10,7 \cdot 10) = 1865300 \text{ руб.}$$

Таблица 2.2 – Затраты на основные материалы.

№ детали	Затраты на материал, руб.	Возвратные отходы, руб.	$C_M$ , руб.
	300	30	1865300
Всего			1865300

## 2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за проработанное время. Рассчитывается она в зависимости от формы и системы оплаты труда.

В курсовой работе предусматривается сдельно-премиальная оплата труда. В соответствии с этой системой заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{зо} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \text{ руб.}$$

где  $m$  – количество операций технологического процесса;

$t_{штi}$  - норма времени на выполнение  $i$ -ой операции, мин/ед;

$C_{часj}$ - часовая ставка  $j$ -го разряда, руб./час;

$k_n$ - коэффициент, учитывающий премии и доплаты ( $k_n \approx 1,5$ );

$k_p$ - районный коэффициент ( $k_p = 1,3$ ).

Таблица 2.3 – Расчет фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{шт}$ , мин	Разряд	Количество	$C_{часi}$ , руб.	$C_{зоi}$ , руб.
Оператор станков с ЧПУ	11,44	4	1	262,5	48798
Фонд заработной платы всех рабочих					48798

## 2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{зо} \cdot 0,3, \text{ руб.}$$

$$C_{осо} = 48798 \cdot 0,3 = 17639,4 \text{ руб.}$$

#### 2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов ко времени их полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейный и нелинейный.

#### 2.2.5 Расчет амортизации оборудования

1. При крупном масштабе производства, при полной загрузке оборудования сумма амортизационных начислений распределяется на каждую единицу продукции равномерно.

В расчетах выпускной работы целесообразно определить годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$\alpha_n = \frac{1}{T_0} \cdot 100\%, \text{ руб}$$

$$\alpha_n = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,3\%$$

где  $T_0$  – срок службы оборудования ( $T_0=3 \div 12$  лет)

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot a_{ni} \text{ руб.}$$

2. Списание стоимости происходит равномерно и к концу срока использования достигается нулевая балансовая стоимость.

3. При небольшом объеме производства и неполной загрузке оборудования (оборудование загружено еще производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на 1 час работы оборудования:

$$A_{\text{ч}} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F_{\partial} \cdot K_{\text{сп}i}}, \text{ руб.}$$

где  $n$  – количество оборудования;

$K_{вpi}$  – коэффициент загрузки  $i$ -го оборудования по времени;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования,  
 $F_d=2016$  час.

Таблица 2.4 – Расчет амортизационных отчислений

№ операции	Ц <sub>i</sub> , руб.	a <sub>ни</sub> , %	F <sub>дi</sub> , ч.	A <sub>чи</sub> , руб.
005-035	14 000 000	8,3	2016	576
Вспомогательное оборудование	4 200 000	5,3	2016	173
Амортизационные отчисления для всех станков (A <sub>ч</sub> )				749

### 2.2.6 Расчет амортизационных отчислений зданий

Расчет амортизации эксплуатируемых площадей производится аналогично линейным методом. Срок службы зданий и сооружений 30÷50лет.

### 2.2.7 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд можно рассчитать одним из предложенных методов:

В зависимости от

$$C_p = (K_{лю} + K_{во}) \cdot k_{рем} + C_n \cdot k_{з,рем} \quad , руб$$

$$C_p = (14000000 + 4200000) \cdot 0,002 + 550000 \cdot 0,05 = 63900 руб$$

где  $k_{рем}$ ,  $k_{з,рем}$  – коэффициенты, учитывающие отчисления в ремонтный фонд.

### 2.2.8 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{COЖ} = n \cdot N \cdot g_{ox} \cdot c_{ox}, \text{ руб.}$$

$$C_{COЖ} = 1 \cdot 500 \cdot 0,03 \cdot 94,71 = 1420,65 \text{ руб.}$$

где  $g_{ox}$  – средний расход охлаждающей жидкости для одного станка ( $g_{ox}=0,03$ кг/дет);

$c_{ox}$  – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб/кг;

$n$  – количество станков.

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \cdot c_{возд} \cdot N_z}{60} \cdot \sum t_{oi}, \text{ руб.}$$

$$C_{возд} = \frac{0,7 \cdot 65,5 \cdot 500}{60} \cdot 4,17 = 1595,72 \text{ руб.}$$

где  $g_{возд}$  – расход сжатого воздуха,  $g_{возд} = 0,7$  м<sup>3</sup>/ч;

$c_{возд}$  – стоимость сжатого воздуха.

## 2.2.9 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{чэ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_{\partial} \cdot K_N \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot c_{э}, \text{ руб.}$$

$$C_{чэ} = \sum_{i=1}^m 20 \cdot 2016 \cdot 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1,06 / 0,7 \cdot 5,27 = 33785 \text{ руб.}$$

где  $N_{yi}$  – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением  $i$ - ой операции, кВт;

$K_N, K_{вр}$  – средние коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и времени, принимаем  $K_N = 0,5; K_{вр} = 0,3;$

$K_{од}$  – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей,  $K_{од} = 0,6 \div 1,3$ , принимаем  $K_{од} = 0,7;$

$K_{\omega}$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода, принимаем  $K_{\omega} = 1,06$ ;

$\eta$  – КПД оборудования, принимаем  $\eta = 0,7$ ;

$C_{\text{э}}$  – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети), 5,27 руб

Таблица 2.5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	$N_{yi}$ , кВт	$C_{\text{э}i}$ , руб
005-035	20	33785
Затраты на электроэнергию для всех операций		33785

#### 2.2.10 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ( $K_{\text{ин}}$ ) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем, как плановые и включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

#### 2.2.11 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{зэп}} = \sum_{j=1}^k C_{\text{зм}j} \cdot Ч_{\text{эп}j} \cdot 12 \cdot k_{\text{н}j} \cdot k_{\text{р}j}, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{звр}} = \sum_{i=1}^k 7875 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 147420 \text{ руб.}$$

где  $k$  – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{\text{вр}j}$  – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{\text{зм}j}$  – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$k_{\text{н}j}$  – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных

рабочих ( $k_{pj} = 1, 2 \div 1, 3$ );

$k_{pj}$  – районный коэффициент ( $k_{pj} = 1, 3$ ).

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{оср} = C_{зср} \cdot 0,3, \text{ руб.}$$

$$C_{овр} = 147420 \cdot 0,3 = 44226 \text{ руб.}$$

где  $C_{овр}$  – сумма отчислений за год, руб./год

### 2.2.12 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{зауп} = \sum_{j=1}^k C_{заупj} \cdot Ч_{аупj} \cdot 12 \cdot k_{pj} \cdot k_{ндj}, \text{ руб.}$$

$$C_{заупРук} = \sum_{i=1}^k 13700 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 256464 \text{ руб.}$$

$$C_{заупСПЕЦ} = \sum_{i=1}^k 11350 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 212472 \text{ руб.}$$

$$C_{зауп} = (256464 + 212472) \cdot 0,02 = 9379 \text{ руб.}$$

где  $C_{зупj}$  – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

$Ч_{аупj}$  – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел.

$k_{ндj}$  – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{оауп} = C_{зауп} \cdot 0,3, \text{ руб.}$$
$$C_{оауп} = 9379 \cdot 0,3 = 2814 \text{ руб}$$

где  $C_{оауп}$  – сумма отчислений за год, руб./год.

### 2.2.13 Прочие расходы

В прочие затраты входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления в специальные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, спец одежда рабочих, вознаграждения за изобретательства и рационализацию, и др.

Прочие расходы рассчитаем, как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = ПЗ \cdot N \cdot 0,7, \text{руб.}$$
$$C_{\text{проч}} = 99 \cdot 500 \cdot 0,7 = 34650 \text{ руб}$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

### 2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

В разделе необходимо экономически обосновать технологический проект, т.е. сделать аналитические выводы по произведенным расчетам, также необходимо указать рыночную цену продукции и определить предполагаемую прибыль, произвести расчет рентабельности капитальных вложений и рентабельности продукции; определить критический объем реализации.

Таблица 2.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	4 120,984	2 060 492
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	3730,6	1865300
заработная плата производственных рабочих	97,596	48798
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	292,788	146394
Косвенные затраты:	2179878	1 089 939,37

Продолжение таблицы 2.6.

амортизация оборудования предприятия	1,49	749
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	110	550 000
Отчисление в ремонтный фонд	127,8	63900
вспомогательные материалы на содержание оборудования	6,032	3016,37
Затраты на силовую электроэнергию	67,57	33785
Износ инструмента	100	200 000
Заработная плата вспомогательных работников	264,84	147420
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	88,452	44 226
заработная плата административно-управленческого персонала	18,758	9379
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	5,628	2814
Прочие расходы	69,3	34650
Итого	6 300,86	3 150 431,37

Вывод:

В работе был произведён расчёт детали корпуса редуктора. Расчёт капитальных вложений в проект, которые удельно составили 3 150 431,37 рублей. Также была определена смета затрат на производство и реализацию продукции. Смета затрат включает в себя прямые затраты (стоимость основных материалов, заработная плата основных работников и социальные отчисления с зарплаты), вложений, которые составили 2 060 492 в год, и косвенные затраты (амортизация оборудования, помещений; отчисления в ремонтный фонд; затраты на силовую электроэнергию и др.), которые составили 1 089 939,37 рублей в год.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
10А91	Карюкин Владимир Александрович

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Направление/ ООП/ОПОП</b>	15.03.01 «Машиностроение» / «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»
<b>Уровень образования</b>	бакалавриат		

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	– указать характеристики объекты исследования
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	– указать нормативные документы
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	– перечислить вредные и опасные факторы
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	– указать область воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	– перечислить возможные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – указать наиболее типичную ЧС

<b>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</b>	
--	--

**Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Директор	Солодский С.А	к.т.н, доцент		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
10А91	Карюкин В.А.		

### 3 Социальная ответственность

#### 3.1 Описание рабочего места

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных факторов. В ходе технологического процесса обрабатывается «Корпус Редуктора». Материалом является сталь 35Л ГОСТ 977-88, масса заготовки 167 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно - транспортных устройств или средств механизации. Для мужчин введены нормы предельно допустимых масс грузов при подъёме и перемещении тяжестей или вручную: при подъёме и перемещении тяжестей постоянно в течении смены – 16 кг. Т. о. женщин для обработки данных деталей не привлекаем. Следовательно, для установки заготовки на станок требуются подъёмно-транспортные устройства.

Корпус редуктора изготавливается на горизонтально расточном станке. Данные операции характеризуются большим выделением:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станка;
- тепла особенно на операциях с большим числом оборотов шпинделя станка, поэтому возникает необходимость применения СОЖ, во избежании перегрева и преждевременного износа инструмента.

Обработка введётся на станке с ЧПУ, который расположен таким образом, чтобы на участке около 35 м<sup>2</sup> максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Рабочие станочники в качестве индивидуальных средств защиты от летящей стружки должны пользоваться очками. Очки 0 ГОСТ12.4.013-85. Уборка стружки руками запрещена. Если не механизирована уборка стружки, то применяют крючки, щетки. Все движущиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т.д, представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок

не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения - станок отключается. На станках с ЧПУ такие движения как подвод - отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

Технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованы с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на участке должны обозначаться разграничительными линиями белого цвета шириной не менее 100 мм. На территории участка проходы, проезды, люки колодцев должны быть свободными, не загромождаться материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

Заготовки, детали, у рабочих мест должны укладываться на стеллажи и в ящики способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъёмных механизмов. Высоту штабелей заготовок на рабочем месте следует выбирать исходя из условий их устойчивости и удобства снятия с них деталей, но не выше 1м; ширина между штабелями должна быть не менее 0,8 м. Освобождающуюся тару и упаковочные материалы необходимо своевременно удалять с рабочих мест в специально отведённые места.

Основой для разработки комплекса мероприятий по охране труда на рабочем месте на участке, являются данные, характеризующие состояние условий труда. К ним относятся данные о соответствии требованиям норм уровней вредных производственных факторов на рабочих местах, данные о выполнении требований СН 245-71 к производственным помещениям, особенно по размерам площади и объёма, приходящимся на одного работающего, данные об обеспечении работающих, санитарно - бытовыми помещениями и устройствами в соответствии со СНиП II - 92 -76, данные о контингенте

работающих, в том числе обслуживающих технологические процессы с вредными и неблагоприятными условиями труда, а также занятых тяжёлым физическим трудом.

### 3.2 Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

### 3.3. Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов

В процессе обработки на рабочего действуют следующие вредные и опасные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

- недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции;
- электрический ток поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;
- движущиеся органы станков могут нанести травму, работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении.
- вибрации, могут привести к развитию виброболезни. Вибрация ухудшает самочувствие работника и снижают производительность труда, часто приводят к серьёзным профессиональным заболеваниям.
- шум, ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате повышается вероятность несчастных случаев.

- СОТС (использования СОЖ). В данном технологическом процессе используется в качестве СОЖ - керосин. Результате тонкого разбрызгивания при использовании на металлорежущих станках образуется своего рода туман, представляющий собой аэрозоль керосина. В результате вдыхания паров

керосина возможно развитие случаев как острого, так и хронического отравления работающих.

а. Шум - любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданиях и на территории жилой застройки» составляет 85 Дб. Шум большинства металлорежущих станков лежит в средне- и высокочастотной областях –500...8000 Гц с допустимыми уровнями звукового давления 83...74 дБ.

б. Вибрация — механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего).

Предельно допустимая норма вибраций (уровень виброскорости) по СН2.2.4/2.1.8.566-96 или ГОСТ12.1.012-78:

- общая - 92 дБ, для средней частоты октавных полос - 16; 31,5; 63Гц;
- общая - 93 дБ, для средней частоты октавной полосы - 8Гц;
- общая - 99 дБ, для средней частоты октавной полосы - 4Гц;
- общая - 108 дБ, для средней частоты октавной полосы - 2Гц;
- местная - 124 Дб.

Также необходимо отметить, что особо опасной является вибрация с частотой 6...9 Гц, которая близка к собственной частоте колебаний внутренних органов человека; при её воздействии возникает резонанс, который увеличивает колебания внутренних органов, расширяя их или сужая, что весьма вредно. Чем больше амплитуда колебаний, устанавливается по результатам контроля не реже

одного раза в месяц, эмульсий - одного раза в неделю, полусинтетических жидкостей - одного раза в две недели.

По паспортным данным уровень вибрации на оборудовании, применяемом в проектируемом технологическом процессе, не превышает 87 дБ, что не превышает предельно допустимого уровня.

Источником шума и вибрации является металлорежущее оборудование, электродвигатели, краны и т.д.

с. СОЖ может привести к развитию кожных заболеваний, так как в зоне резания, при высокой температуре образуются вредные вещества. Для защиты от попадания СОЖ на работников предусматривается спецодежда. Для предотвращения разбрызгивания и загрязнения рабочей зоны от СОЖ, используются специальные конструкции сопел, а также применяются защитные экраны и щитки. Отработанная СОЖ собирается в специальные емкости для ее последующей обработки. Для защиты кожного покрова от воздействия СОЖ применяются различные дерматологические средства, а также рабочие участки снабжаются чистыми обтирочными материалами. Не допускается применение одной и той же ветоши для протирки рук, и станков.

Не реже одного раза в неделю должен производиться анализ СОТС на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания. Дополнительно контроль может проводиться при появлении запаха или раздражении кожи.

Хранить и транспортировать СОТС необходимо в чистых стальных резервуарах, изготавливаемых из белой жести, оцинкованного листа или пластмасс. СОТС хранится в соответствии с требованиями СНиП 11-106-72.

### 3.4 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

В процессе обработки корпуса на рабочего могут действовать следующие вредные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

- электрический ток, поражение электрическим током может привести к по-настоящему серьёзным травмам и смерти человека;

- движущиеся органы время станков, могут нанести травму работнику.
- стружка, может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка.

#### d. Электрический ток

Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы.

Глубина заземления составляет 0,8 м, почва - суглинок.

Сопротивление одиночного заземлителя  $R_3$ , Ом, вертикально установленного в землю, определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right),$$

где  $d$  – диаметр трубы-заземлителя, см;

$\rho_3$  – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

$l_m$  – длина трубы, см;

$h_m$  – глубина погружения трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, см.

$d = 4$  см;  $\rho_3 = 10^4$  Ом·см;  $l_m = 250$  см;  $h_m = 205$  см.

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 205}{4}\right) = 34 \text{ Ом.}$$

Определяем требуемое число заземлителей  $\Pi$ , шт. по формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta},$$

где  $\eta$  – коэффициент использования группового заземлителя,  $\eta = 0,8$ .

$$\Pi = \frac{34}{5 \cdot 0,8} = 8,5 \text{ шт.}$$

Принимаем  $\Pi = 9$  шт.

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1),$$

где  $a$  – расстояние между заземлителями, м.

$$l = 1,05 \cdot 5 \cdot (9 - 1) = 42 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b} \right),$$

где  $b$  – ширина полосы, см;

$l_n$  – длина полосы, см;

$\rho_n$  – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

$h_n$  – глубина погружения трубы в землю, см.

$b = 1,2$  см;  $\rho_n = 10^4$  Ом·см;  $l_n = 4200$  см;  $h_n = 80$  см.

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 4200} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2} \right) = 4,8 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi},$$

где  $\eta_3$  – коэффициент использования труб контура,  $\eta_3 = 0,8$ ;

$\eta_n$  – коэффициент использования полосы,  $\eta_n = 0,7$ .

Подставив значения в формулу получим:

$$R_c = \frac{34 \cdot 4,8}{34 \cdot 0,7 + 4,8_n + 0,8 \cdot 9} = 4,6 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом.}$$

Защитное заземление является простым, эффективным и широко распространённым способом защиты человека от поражения электрическим током. Обеспечивается это снижением напряжения оборудования, оказавшегося под напряжением и землём до безопасной величины.

Конструктивными элементами защитного заземления являются заземлители - металлические проводники, находящиеся в земле, и заземляющие проводники, соединяющие заземляемое оборудование с заземлителем.

На участке применяются искусственные заземлители - вертикальные стальные трубы длиной 2,5 метров и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства для электроустановок мощностью до 100 кВт и напряжением до 1000 В должно быть не более 10 Ом.

На проектируемом участке применено контурное заземляющее устройство, которое характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру площадки, на котором находится заземляемое оборудование.

Размещаем заземление по контуру и соединяем между собой соединительной полосой.

Все электрошкафы оснащены концевыми выключателями, которые предотвращают случайное попадание человека в зону электрического тока.

е. Движущие изделия и механизмы.

Подвижные органы станков могут причинить повреждение работающему, следовательно, станки оснащены ограждениями с концевыми выключателями, которые не допускают вибрационная начать обработку при убранном ограждении. Контроль размеров, обрабатываемых на станках заготовок и снятие деталей производится при отключенных механизмах вращения или перемещения деталей, инструментов, средств технологического оснащения.

Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

Для работников, участвующих в программе выполнении технологического процесса, обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время работы. На рабочих местах предусмотрена площадь для удобного размещения оснастки, заготовок, готовых деталей и отходов производства.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную. Стружка может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка.

f. Стружка скалывания образуется при операциях фрезерования. В России существует стандартная классификация средств этому защиты от факторов механического повреждения: ГОСТ 12.4.125" Средства защиты от

механических травм опасных факторов". При обработке стали 35Л образуется металлическая стружка, которая имеет требования высокую температуру и представляет серьезную опасность не только для работающих на станке, но и для лиц, находящихся рядом со станком. Опасность для глаз представляет не только отлетающая стружка, но пылевые частицы обрабатываемого материала, опасные осколки режущего инструмента.

Для профилактики травматизма применяются средства индивидуальной защиты: спецодежда, спецобувь, перчатки, щитки, маски, очки и др.

Для уборки металлической стружки применяется шнек и пневмопистолет. Два шнека расположены в рабочей зоне с обеих сторон рабочего стола. Стружка со шнеков поступает на скребковый стружечный конвейер и транспортируется для сбора стружки. Форсунки подачи СОЖ в рабочей зоне станка способствуют эффективному стружкоудалению.

Металлическая стружка с рабочих мест и от станков должна храниться в рабочих контейнерах на специально отведенных местах.

г. Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения на естественное (источником является солнце), искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные) и смешанное (естественное + искусственное).

Различают виды искусственного освещения:

- общее (равномерное или локализованное);
- местное (стационарное или переносное);
- комбинированное (общее + местное).

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23-05-95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1... 12%,

$$KEO = \frac{E}{E_0} \cdot 100\%,$$

где  $E$  - освещённость на рабочем месте, лк;

$E_0$  - освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Качество выпускаемой продукции в значительной степени зависят от качества освещения помещений и рабочих мест. Кроме того, недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

В цехе, где происходит технологический процесс изготовления детали, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы - фонари. Так как освещённость, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещённости применяется комбинированное освещение - естественное и искусственное. Искусственное общее освещение — лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

На участке предусмотрено искусственное освещение при помощи светильников типа "Универсаль" с лампами накаливания.

Рассчитываем требуемое количество светильников.

Световой поток лампы ФЛ (лм) определяется по формуле:

$$F_{л} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta},$$

где  $E$  – заданная минимальная освещённость, лк;

$K_3$  – коэффициент запаса;

$S$  – освещаемая площадь, м<sup>2</sup>;

$z$  – коэффициент минимальной освещённости,  $z = (1,1-1,5)$ ;

$N$  – количество светильников, шт;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Из вышеприведенной формулы рассчитаем необходимое количество светильников.

Для механических цехов  $E=150$  лк,  $K_3=1,6$  согласно СНиП 11-4-79.

Принимаем  $S=140$  м<sup>2</sup>,  $z=1,3$ ,  $\eta = 50\%$ .

По ГОСТ 2239-70 световой поток для ламп накаливания В- 15, при напряжении 220 В равно 105 лк.

$$N = \frac{150 \cdot 1,6 \cdot 140 \cdot 1,3}{105 \cdot 50} = 8,3 \text{ шт.}$$

Принимаем количество светильников "Универсаль" с лампой накаливания В- 15 9 шт.

Для нормальной освещенности необходимо: регулярная замена вышедших из строя ламп, периодическая очистка от пыли. СП и П 23-06-95 «Естественное и искусственное освещение».

### 3.5 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением.

Температура воздуха поддерживается постоянной зимой - за счёт отопительных систем, летом - за счёт вентиляции.

Вентиляция – это организованный воздухообмен в помещениях. По способу перемещения воздуха подразделяются на естественную (аэрация, проветривание), механическую (приточная, приточно-вытяжная).

По характеру охвата помещений различают на общеобменную и местную.

По времени действия на постоянно действующая и аварийная.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096.

Применяется приточно-вытяжная вентиляция, т. к. при технологическом процессе обработки идёт малое выделение вредных веществ. У ворот цеха

предусмотрена воздушная тепловая завеса, которая образуется при помощи специальной установки путём создания струй воздуха.

По периметру располагают воздуховод, имеющий приточный вентилятор. В нижней части воздуховода имеется щель, под которой на полу располагается решетка канала вытяжки. Струя приточного воздуха, выходя из щели со скоростью не более 25 м/с, пронизывает всё воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

Воздушная тепловая завеса используется в холодное время года (ниже -15°C) и препятствует проникновению холодного воздуха

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основные параметры микроклимата приведены в табл.3.1.

Таблица 3.1 – Параметры микроклимата

Параметр	Величина параметра	
	оптимальная	допустимая
Температура воздуха, С°	16. ..18	13. ..19
Относительная влажность воздуха, %	40. ..60	Не более 75
Скорость движения воздуха, м/с	Не более 0,3	Не более 0,5

Предельно допустимый уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела:

50% и более - 35 Вт/м<sup>2</sup>

от 25 до 50% - 70 Вт/м<sup>2</sup>

не более 25% - 100 Вт/м<sup>2</sup>

Фактические значения параметров микроклимата устанавливаются в результате замеров на участке и равны:

- температура - от 14 С° зимой до 24 С° летом;

- относительная влажность - от 50% зимой до 80% летом;

- скорость движения воздуха - 0,15 м/с;

Уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела от 25 до 50% - 65 Вт/м

Вывод: параметры микроклимата участка механической обработки не превышают или близки к основным допустимым параметрам микроклимата. Следовательно, со стороны микроклимата производственного помещения, на участников технологического процесса, вредное воздействие не оказывается.

### 3.6 Психофизиологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте

Правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы трудовых движений, использование оборудования, отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии, обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают опасность получения травм и возникновения профессиональных заболеваний. Неправильное положение тела на рабочем месте приводит к возникновению статической усталости, снижению качества и скорости работы, а также снижению реакции на опасность.

Таким образом, для обеспечения эффективной и безопасной трудовой деятельности работника нужно учитывать все выше перечисленные факторы. Их несоблюдение ведёт к психической нестабильности, а именно, раздражительности, нервозности и утомляемости работника, что негативно сказывается на здоровье работающего и на производстве.

Для рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки резанием, должны быть обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время выполнения работы. На рабочих местах должна быть предусмотрена площадь, на которой размещаются стеллажи, тара, столы и другие устройства для размещения оснастки материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей и отходов производства. На каждом рабочем месте около станка на полу должны быть деревянные решётки на всю длину рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6 м от выступающих частей станка. При разработке технологических процессов необходимо предусматривать рациональную организацию рабочих мест. Удобное расположение инструмента и приспособлений в тумбочках и на

стеллажах, заготовок в специализированной таре, применение планшетов для чертежей позволяет снизить утомление и производственный травматизм рабочего.

### 3.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или в следствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность – это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Производственные помещения, в которых осуществляется обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНиП II-2-80, СНиП II-89-80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП II-92-76. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83:

- огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением - 2 шт;
- песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением - 0,5 м<sup>3</sup>;

- кран внутреннего пожарного водопровода - 1 шт;
- огнетушитель углекислотный ОУ-8 - 2 шт.

При проектировании и строительстве производственных зданий (электромашинных помещений, трансформаторных подстанций) необходимо учитывать категорию пожароопасности производства. Согласно СНиП 2-90-81 в зависимости от характеристики обращающихся в производстве веществ и их количества производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на шесть категорий: А,Б,В,Г,Д и Е. Производства категорий А,Б,В характеризуется обращением горючих газов, жидкостей, пылей с различными показателями пожароопасности от более опасных (категория А - склады бензина, аккумуляторные) до менее опасных (категория Б - размольные отделения мельниц, мазутное хозяйство, категория В - применение и хранение масел, узлы пересыпки угля); Г - наличие веществ, материалов в горячем, раскаленном, расплавленном состоянии - котельные, РУ с масляными выключателями, литейные, кузнечные; Д - наличием негорючих веществ в холодном состоянии (электроремонтные мастерские, щитовые); Е - взрывоопасные производства - наличие газов и взрывоопасной пыли, но в таком количестве, что возможен только взрыв без последующего горения (зарядные станции). Согласно СНиП 2-90-81 рассматриваемый участок принадлежит категории В.

Рабочие должны быть проинструктированы о действиях, которые они должны будут выполнить в случае возникновения чрезвычайной ситуации. В рабочем коллективе необходимо назначить ответственных за пожаробезопасность. На каждом участке должны быть оборудованы места для курения. На рабочих местах курить строго запрещается.

### 3.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

Проблема защиты окружающей среды одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы достигают больших размеров.

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302-78, поэтому их очистка не предусмотрена.

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть использованы, как сырьё для промышленной продукции. Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СНИП II -32-74. Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль сплава по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках. Крупная стружка вывозится в специальное помещение, проходит термообработку и прессуется в брикеты для дальнейшей отправки на металлургический завод.

#### Заключение

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них, а именно:

1. От поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства.
2. Для обеспечения допусаемых параметров микроклимата разработана вытяжная вентиляция и тепловая завеса.
3. Для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах ОВ-31.
4. Для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль».

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, издаваемый движущимися органами станков, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. отсутствует система кондиционирования воздуха, поэтому в летний период возможно возникновение отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

В целом же можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма, а также благоприятствует повышению производительности труда.

## Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления корпуса редуктора. Разработанный технологический процесс в значительной степени отличается от базового. С целью повышения эффективности производства применены следующие технические решения: – определили тип производства – среднесерийный с производственной программой выпуска 500 шт. в год; –

В качестве метода получения заготовки выбрали – литье в песчано-глинистые формы рассмотрели ручную и машинную формовку. Был принят вариант с машинной формовкой эффект применения от данного метода составил  $\Delta = 1284000$  руб./год; – для уменьшения основного времени было применено более производительное оборудование, и инструменты. В конструкторской части было спроектировано специальное приспособление для фрезерных и расточных операций.

В разделе ФМРиР был выполнен расчет прямых и косвенных затрат за год, заработной платы работников предприятия с их социальными доходами. Кроме того, были проведены расчеты амортизации основных фондов, а также получены значения затрат на основные и вспомогательные материалы.

В разделе социальная ответственность были рассмотрены опасные и вредные факторы, возникающие в процессе изготовления изделия по разработанному технологическому процессу, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Предложенные мероприятия позволяет снизить вредное воздействие на человека. В целом же можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма, а также благоприятствует повышению производительности труда.

## Список использованных источников

- 1 Балабанов, А. Н. Краткий справочник технолога- машиностроителя. / – А. Н. Балабанов М.: Издательство стандартов, 1992. – 460 с.
- 2 Барановский, Ю. В. Режимы резания металлов. / – Ю. В. Барановский, М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
- 3 Горбацевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. / – А. Ф. Горбацевич Минск: Высшая школа, 1975. – 287 с.
- 4 Гельфгат, Ю. И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения. / – Ю. И. Гельфгат М: Высшая школа, 1986. – 271 с.
- 5 Вардашкин, Б. Н., Шатилов А. А. Станочные приспособления справочник в двух томах. / – Б. Н. Вардашкин, М: Машиностроение, 1984 – Т1. – 592 с. Т2. – 655 с.
6. Технология машиностроения: методические указания к содержанию и выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения» для студентов направления 150700 «Машиностроение» всех форм обучения. Юрга: Изд-во Юргинского технологического института, 2011. – 31с.
- 7 Кузнецов, Ю. И., Оснастка для станков с ЧПУ. / – Ю. И. Кузнецов, Маслов А. Р М: Машиностроение, 1983. – 360 с.
- 8 Косилова, А. Г., Справочник технолога- машиностроителя в двух томах. /– А. Г М.: Косилова, Мещеряков Р. К Машиностроение, 1985 – Т1. – 655 с., Т2. – 495 с.
- 9 Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е./ – А. К. Горошкин, М.: Машиностроение, 1971. – 384 с.
- 10 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов времени для нормирования работ, выполняемых на универсальных станках, многоцелевых и станках с ЧПУ. – М: Экономика, 1990. – 460 с.
- 11 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. Часть 1. Токарные, сверлильные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с.

- 12 Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов / Под. ред. Б.А. Князевского. – 3 -е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.
- 13 Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. 1995; – 27 с.
- 14 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997. – 20 с.
- 15 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 400с.
- 16 ГОСТ 2590–88. Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент – М.: Стандартиформ, 1988. – 4 с.
- 17 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.– М.: Стандартиформ, 1989. – 36 с
- 18 Симкина, Л.Г. Экономическая теория: Учебник для студентов вузов. - 2-е изд. /– Л.Г Симкина, СПб: Питер, 2010. - 382 с
- 19 Экономика и социология труда: Учебник для вузов / Под ред. А.Я. Кибанова. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 584 с. - (Высшее образование)..
- 20 Кондраков, Н.П. Бухгалтерский (финансовый, управленческий) учет:/- Н.П. Кондраков учебник 2011 г.
- 21 Момот, М.В.Деньги. Кредит. Банки: Учебное пособие / М.В. Момот. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 123 с.
- 22 Каракеян, В.И. Экономика природопользования: Учебник для вузов / Каракеян В.И. - М.: Юрайт, 2011. - 576 с. - (Основы наук).
- 23 Финансы: Учебник для вузов / А.С. Нешиной, Я.М. Воскобойников. - 9-е изд., перер. и доп. - М.: «Дашков и К», 2010. - 525 с.
- 24 Минько, Э.В. Организация коммерческой деятельности промышленного предприятия [Текст]: Учебное пособие / Э.В.Минько, А.Э.Минько; под ред. А.В. Самойлова. - М. : Финансы и статистика, 2010. - 608 с.

25 Вахрушина, М.А. Управленческий анализ: Учебное пособие для вузов / М.А. Вахрушина. - 6-е изд., испр. - М. : Омега-Л, 2010. - 399 с. - (Высшее финансовое образование).

26 Экономика предприятия: Учебник / Семенов В.М., Баев И.А, Терехова С.А. и др. Под ред. В.М. Семенова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Центр экономики и маркетинга, 2004.

27 Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов механико-машиностроительного факультета. – Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2006. –24с

28 Система стандартов безопасности труда(ССБТ): ГОСТ 12.3.020- 80. Процессы перемещения грузов на предприятиях [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200000300>

29 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах [Электронный ресурс] URL <https://base.garant.ru/4174553/>

30 Вибрация ГОСТ 17712-72. Правовой и нормативно-технический документ [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/464617545>

31 Строительные нормы и правила: СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/871001026>

32 Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Электронный ресурс] URL <https://base.garant.ru/4173106/>

33 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда(ССБТ) [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200003608>

34 ГОСТ 12.3.025-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Обработка металлов резанием. Требования безопасности [Электронный ресурс] URL <http://docs.cntd.ru/document/1200008343>

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				<u>Документация</u>		
	A1			<u>Приспособление</u>		
Справ. №				<u>Сборочные единицы</u>		
		1		Тиски	1	
Подп. и дата				<u>Детали</u>		
		4		Плита	1	
		3		Призма	1	
		4		Пружина	1	
		5		Палец	1	
		6		Табличка	1	
		7		Шпонка	1	
		8		Штифт	2	
Взам. инв. №						
Подп. и дата						
Инв. № д/дл.						
Инв. № подл.						
				<b>ФЮРА А91060.008</b>		
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разраб.		Карюкин В.А.			
	Проб.		Сапрыкин А.А.			
	Н.контр.					
	Утв.					
				<b>Приспособление</b>		Лит.
				<b>Горизонтально-фрезерное</b>		Лист
						Листов
						1
						2
						10А91
						ЮТИ ТПУ
						Формат А4

Копировал



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № докл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов	
				<u>Документация</u>																		
A1			ФЮРА 91060.006.000	Приспособление																		
				<u>Детали</u>																		
		1	ФЮРА 91060.006.001	Плита	1																	
		2	ФЮРА 91060.006.002	Подкладная пластина	2																	
		3	ФЮРА 91060.006.003	Палец цилиндрический	1																	
		4	ФЮРА 91060.006.004	Шпонка	2																	
		5	ФЮРА 91060.006.005	Палец	1																	
		6	ФЮРА 91060.006.006	Палец ромбический	1																	
				<u>Стандартные изделия</u>																		
		4		Прихват 7011-04.77 В ГОСТ 4734-69	4																	
		8		Гайка М14-6Н (S21) ГОСТ 5915-70	4																	
		9		Шайба А.14.37 ГОСТ 11371-78	4																	
		10		Гайка М24-6Н ГОСТ 5915-70	4																	
		11		Шайба А.24.37 ГОСТ 11371-78	4																	
		12		Рым-болт М20	4																	
		13		Винт А.М16-6dх45 ГОСТ 17475-80	2																	
				ФЮРА 91060.006.009																		
				Приспособление																Лит.	Лист	Листов
				Горизонтально-расточное																		1
				ЮТИ ТПУ гр.10А91																		
				Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата														
				Разраб.	Карюкин В.А.																	
				Проб.	Сапрыкин А.А.																	
				Н.контр.																		
				Утв.																		

Копировал

Формат А4















