

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

---

Институт кибернетики  
Направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»  
Кафедра технологии машиностроения и промышленной робототехники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка конструкции оборудования для закалки изделий токами высокой частоты.</b> УДК 621.785.545.07: 621.3.027

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н31	Могунов Александр Евгеньевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ТМСПР	Сотников Николай Николаевич			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. МЕН	Спицын В.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Невский Е.С.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСПР	Вильнин А.Д.			

## ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<b>Универсальные</b>		
P1	Демонстрировать уважительное и бережное отношение к историческому наследию, накопленным гуманистическим ценностям и культурным традициям Российской Федерации, а также понимать современные тенденции отечественной и зарубежной культуры	Требования ФГОС (ОК-11, ОК-12, ОК-13, ОК-14); Критерий 5 АИОР (п.2.1, 2.12, 2.13), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P2	Понимать и следовать законам демократического развития страны, осознавая свои права и обязанности, при этом умело используя правовые документы в своей деятельности, а также демонстрировать готовность и стремление к совершенствованию и развитию общества на принципах гуманизма, свободы и демократии	Требования ФГОС (ОК-5, ОК-14, ОК-15); Критерий 5 АИОР (п.2.14), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P3	Осознавать социальную значимость своей будущей профессии и стремиться к саморазвитию, повышению квалификации и мастерства, владея при этом средствами самостоятельного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-21, ПК-45); Критерий 5 АИОР (п.2.16), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P4	Изучать, формировать и систематизировать информацию, знать основные методы, способы и средства ее приобретения, хранения и переработки, демонстрируя при этом навыки работы с компьютером, традиционными носителями информации, распределенными базами знаний, в том числе размещенных в глобальных компьютерных сетях	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-16, ОК-17, ОК-18, ПК-45); Критерий 5 АИОР (п.2.8), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P5	Владеть деловой, публичной и научной речью, как на русском, так и иностранном	Требования ФГОС (ОК-2, ОК-19); Критерий 5

	языках, демонстрируя при этом навыки создания и редактирования профессиональных текстов с учетом логики рассуждений и высказываний	АИОР (п.2.13), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P6	Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и быть готовым нести за них ответственность при работе в коллективе, взаимодействуя с его членами на основе принятых в обществе моральных и правовых норм, проявляя уважение к людям, толерантность к другой культуре	Требования ФГОС (ОК-3, ОК-4, ПК-38); Критерий 5 АИОР (п.2.4, п.2.11), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P7	Обладать необходимым комплексом знаний в области естественных, социальных, экономических, гуманитарных наук, использовать законы и методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Требования ФГОС (ОК-9, ОК-10); Критерий 5 АИОР (п.2.1.), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
<b>Профессиональные</b>		
P8	Разрабатывать, осваивать на практике и совершенствовать средства технологического оснащения, технологии, системы и средства автоматизации машиностроительных производств при организации выпуска	Требования ФГОС (ПК9, ПК-10, ПК-20, ПК-26); Критерий 5 АИОР (п.2.1, п.2.2), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P9	Уметь осуществлять выбор необходимых материалов, оборудования, технологической оснастки, инструмента, средств автоматизации, программного обеспечения, технологии для проектирования, изготовления и испытания машиностроительной продукции	Требования ФГОС (ПК2, ПК-12, ПК-23, ПК-39, ПК-52, ПК-54); Критерий 5 АИОР (п.2.10), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P10	Владеть методами моделирования и проектирования производственных процессов, объектов и продукции машиностроительного производства с использованием современных информационных технологий и программного обеспечения мирового уровня	Требования ФГОС (ПК3, ПК-5, ПК-11, ПК-18, ПК-19, ПК-46, ПК-48); Критерий 5 АИОР (п.2.8), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P11	Уметь разрабатывать и внедрять технологии изготовления продукции	Требования ФГОС (ПК6, ПК-7, ПК-8, ПК-27, ПК-

	машиностроения, основываясь на главных закономерностях, действующих в процессе ее изготовления с использованием современных информационных технологий	30, ПК-35, ПК-40, ПК-53, ПК-55); Критерий 5 АИОР (), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P12	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые вычисления, планировать работу персонала и фондов оплаты труда при изготовлении продукции машиностроения	Требования ФГОС (ПК4, ПК-16, ПК-22, ПК-41); Критерий 5 АИОР (п.2.3, п.2.7, п.2.9), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P13	Умение 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, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	Требования ФГОС (ПК20, ПК-36); Критерий 5 АИОР (п.2.14), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P14	Диагностика состояния и динамики объектов машиностроительных производств, определять основные свойства и характеристики материалов и изготовленных изделий с использованием методов, методик и средств программного анализа	Требования ФГОС (ПК-3, ПК-17, ПК-28, ПК-47, ПК-49); Критерий 5 АИОР (п.2.1, п.2.2, п.2.5), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P15	Уметь создавать проектную и техническую документацию, согласно установленным формам, будущей главной частью всех этапах жизненного цикла изделий.	Требования ФГОС (ПК13, ПК-14, ПК-34, ПК-43, ПК-50); Критерий 5 АИОР (п.2.2, п.2.5), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI P16
P16	Уметь проводить мероприятия эффективного контроля качества материалов, процессов технологического характера, средств измерения и готовой продукции машиностроения	Требования ФГОС (ПК15, ПК-24, ПК-29, ПК-31, ПК-32); Критерий 5 АИОР (п.2.13), согласованный с требованиями EUR-ACE

# ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВКР

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



Институт \_\_\_\_\_ ИК \_\_\_\_\_  
Направление подготовки (специальность) 151900 «Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств»  
Кафедра \_\_\_\_\_ ТМСПР \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ А.Д. Вильнин

## ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Н31	Могунуову Александру Евгеньевичу

Тема работы:

Разработка конструкции оборудования для закалки изделий токами высокой частоты

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№1393/с от 28.02.2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

07.06.2016

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

#### Исходные данные к работе

*(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.).*

1. Техническое задание разработку конструкции оборудования для ТВЧ закалки;
2. Принципиальная схема установки;
3. Принципиальная кинематическая схема;
4. Габариты установки
5. Требования к закаливаемым изделиям.

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><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 современного оборудования для ТВЧ закалки изделий;</li> <li>2. Создание модели конструкции оборудования;</li> <li>3. Анализ элементов конструкции методом конечных элементов;</li> <li>4. Разработка технологического процесса изготовления детали;</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p><b>1. Сборочный чертеж</b></p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Доцент каф. МЕН, к.э.н., Спицын Владислав Владимирович</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Ассистент каф. ЭБЖ, Невский Егор Сергеевич</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>21.01.2016</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сотников Николай Николаевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н31	Могунов Александр Евгеньевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка состоит из 94 страницы, в которых изложены 5 разделов: литературный обзор, конструкторская часть, технологическая часть, финансовый менеджмент и социальная ответственность, а так же введение и заключение. В состав пояснительной записки входят: 21 рисунок, 14 таблиц.

Объектом разработки данной выпускной квалификационной работы является оборудование для закалки изделий токами высокой частоты, его технические характеристики и конструкция.

Цель: Проектирование и прочностной расчет конструкции оборудования для закалки изделий токами высокой частоты.

Результатом процесса разработки является трехмерная модель оборудования. Оборудование является модульным. Данная трехмерная модель включает в себя модуль портала, модуль для установки валов, модуль для установки колёс и модуль, содержащий электрическую часть.

Разработан чертеж общего вида, спроектирован технологический процесс изготовления одной детали из модуля портала.

Оборудование отвечает установленным нормам безопасности.

## Оглавление

Запланированные результаты обучения по программе.....	2
Задание на выполнение ВКР .....	5
Реферат .....	7
Введение.....	11
1. Литературный обзор .....	13
1.1 Описание метода .....	13
1.2 Обзор аналогов:.....	15
2.Конструкторская часть .....	17
2.1 Техническое задание.....	17
2.2 Принципиальная кинематическая схема .....	18
2.3 Модуль основание.....	19
2.3.1 Выбор материала и комплектующих:.....	19
2.3.2 Расчет анкерных болтов:.....	20
2.3.3 Расчет болтового соединения рам модулей:.....	20
2.3.4 Статический анализ рамной конструкции: .....	21
2.4. Модуль закалки зубчатых колес.....	23
2.5 Модуль закалки валов.....	23
2.6 Модуль размещения электро- и гидроаппаратуры.....	24
2.7 Портал. ....	26
2.7.1 Выбор материала и комплектующих:.....	26
2.7.2 Расчет болтового соединения торцов и кран-балки:.....	28
2.7.3 Статический анализ рамной конструкции: .....	29
Заключение по конструкторской части: .....	31
3. Технологическая часть .....	33
Введение.....	33
Техническое задание на изготовление детали. ....	34
3.1.Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	35
3.1.1 Анализ технологичности конструкции детали. ....	35
3.1.2 Выбор вида и способа получения заготовки.....	37
3.1.2 Составление технологического маршрута обработки детали. ....	39
3.1.3 Расчет необходимых припусков на механическую обработку.....	43
3.1.4 Расчет режимов резания для точения.....	49
Расчёт режимов резания для токарно-винторезного станка 1713Ф3 .....	49
Режим резания для операции черногого точения. Подбор резца. ....	50
Выбор материала режущей пластинки резца для черновой обработки: .....	50
Назначение геометрических параметров режущей части резца для черновой обработки:.....	50
Назначение глубины резания при черновой обработке:.....	50
Назначение величины подачи при черновой обработке:.....	50

Определение скорости резания при черновой обработке: .....	50
Определение сил резания при черновой обработке: .....	52
Проверка выбранного режима резания для черновой обработки: .....	53
Режим резания для операции чистовой обработки. Подбор резца .....	55
Выбор материала режущей пластинки резца для чистовой обработки: .....	55
Назначение геометрических параметров режущей части резца для чистовой обработки: .....	55
Назначение глубины резания при чистовой обработке: .....	55
Назначение величины подачи при чистовой обработке: .....	55
Определение скорости резания при чистовой обработке: .....	55
Определение сил резания при чистовой обработке: .....	57
Проверка выбранного режима резания для чистовой обработки: .....	58
3.1.5 Выбор оборудования .....	59
3.1.6 Нормирование технологических переходов, операций .....	60
Заключение по технологической части .....	62
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	64
Введение .....	64
4.1 Анализ рынка .....	64
4.2 Целевая аудитория .....	65
4.3 Конкурентный анализ .....	65
4.3 Технология QuaD .....	68
4.4 SWOT-анализ .....	70
4.5 Планирование работы .....	74
4.5.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	74
4.5.2 Составление диаграммы Ганта .....	75
Заключение по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» .....	76
5. Социальная ответственность .....	80
5.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды .....	80
5.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте. ....	80
5.1.2 Повышенный уровень вибрации. ....	81
5.1.3 Негативное электромагнитное излучение .....	81
5.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды .....	82
5.2.1 Повышенная напряженность электрического поля. ....	82
5.2.2. Подвижные части производственного оборудования .....	82
5.2.3 Опасность получения термического ожога .....	83
5.3 Защита окружающей среды .....	83
5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях .....	84
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. ....	85
Заключение .....	87

Список используемой литературы .....	88
Приложение .....	89

## ВВЕДЕНИЕ

В современном машиностроении к деталям машин и механизмов предъявляются высокие требования по твердости. Металлические детали узлов, работающие при высоких нагрузках должны обладать высокой твердостью поверхностного слоя. Повышенная твердость поверхностного слоя достигается путем закалки изделий. В машиностроении широкое распространение получила закалка токами высокой частоты. Процедура закалки токами высокой частоты позволяет достичь необходимой прочности на трение и истирание.

Отличительной особенностью закалки токами высокой частоты является возможность сохранения вязкости сердцевины изделия при высокой твердости поверхностного слоя. Этот критерий является наиболее важным при закалке изделий, работающих при повышенных ударных нагрузках, так как при увеличении износостойкости детали, она не становится хрупкой.

Закалка токами высокой частоты является наиболее производительным способом закалки, скорость нагрева поверхности может достигать 1000 градусов в секунду.

Сущность метода ТВЧ закалки основана на способности переменного тока проходить по поверхности детали и нагревать её. Незакаленная деталь помещается в электромагнитное поле, наведенное внутри медной трубки, согнутой по форме детали. Индуктивные токи, наведенные на поверхности закаливаемой детали, имеют высокую плотность, что и позволяет быстро нагревать поверхностный слой.

Индукционную закалку токами высокой частоты характеризуют параметры:

1. Твердость поверхностного слоя, HRC.
2. Глубина закаленного слоя, мм.

Преимуществами закалки токами высокой частоты являются:

1. Высокая твердость закаленного слоя
2. Высокая скорость закалки
3. Возможность закалки слоя любой толщины
4. Возможность замены медной трубки для закалки изделий любой формы

При индуктивной закалке токами высокой частоты нагрев производится до более высокой температуры, чем при обычной закалке. Это зависит от двух параметров:

1. При высокой скорости повышения температуры, количество критических точек в которых происходит переход перлита в аустенит, увеличивается;

2. Процесс перехода перлита в аустенит должно завершиться как можно быстрее.

Несмотря на высокую температуру, перегрев материала детали не возникает.

Существенным недостатком индуктивной закалки токами высокой частоты является высокая стоимость оборудования.

Проблема: Технологический процесс обработки некоторых деталей требует создания определенного оборудования для закалки.

Объект исследования: Оборудование для закалки изделий токами высокой частоты

Предмет исследования: Конструкция оборудования для закалки изделий токами высокой частоты.

Цель: Разработка конструкции оборудования для закалки изделий токами высокой частоты.

Задачи:

1. Спроектировать модульную конструкцию оборудования для закалки изделий токами высокой частоты
2. Составить принципиальную кинематическую схему.

Научная новизна: Разработана конструкция оборудования для закалки изделий токами высокой частоты.

Практическая значимость: Конструкция оборудования разрабатывалась по заказу компаний ООО «ТЭТА» и ООО «Амбит».

# 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Описание метода

Процесс закалки токами высокой частоты основан на явлении электромагнитной индукции, открытой Майклом Фарадеем в 1931 году. Согласно открытию Майкла Фарадея, при движении проводника в магнитном поле, в проводнике возникает электродвижущая сила, которая своим воздействием на поверхность материала нагревает его с высокой скоростью до высокой температуры.

Используя сформулированный в 1841 году закон Джоуля-Ленца, можно определить количество тепловой энергии, вырабатываемой электрическим током: «Мощность тепла, выделяемого в единице объема среды при протекании электрического тока пропорциональна произведению плотности электрического тока на величину напряженности электрического поля» [Закон Джоуля-Ленца].

Именно свойство наведенного в проводнике электрического тока, нагревать его и подвигло ученых на создание устройства для бесконтактного нагрева материалов.

Для осуществления индукционного нагрева материала, электропроводник (заготовка) помещается в электромагнитное поле, создаваемое индуктором, представляющим собой медный провод, согнутый по форме детали. В результате перемещения проводника в переменном электромагнитном поле, в нем наводятся вихревые токи (токи Фуко), которые отесняются к периферии детали, и разогревают ее поверхностный слой до высокой температуры за короткий промежуток времени.

Именно возможность быстро нагревать токопроводящий материал и дало возможность для широкого распространения этой технологии. В настоящем индукционный нагрев используется:

1. При необходимости получения сверхчистого шва при сварке и пайке металлов;
2. В материаловедении для получения новых видов сплавов;
3. В машиностроении для термообработки деталей;
4. В медицине для стерилизации медицинских принадлежностей;

## 5. При производстве ювелирных украшений.

Закалку токами высокой частоты характеризуют два параметра: глубина и твердость закаленного слоя.

Глубина закаленного прямо пропорциональна удельному сопротивлению материала проводника и обратно пропорциональна частоте переменного тока. Толщину закаленного слоя определяют по формуле:

$$\delta = 5,03 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot \nu}}, \text{ где}$$

$\rho$  - удельное электрическое сопротивление проводника;

$\mu$  - магнитная проницаемость;

$\nu$  - частота переменного тока.

Таким образом, из формулы можно увидеть, что при увеличении частоты переменного тока в индукторе, глубина закаленного слоя уменьшается.

К положительным сторонам закалки токами высокой частоты можно отнести:

1. Возможность изменения глубины закаленного слоя и закалки только необходимой части детали;
2. Получение поверхностей высокой твердости и повышенной устойчивости к износу;
3. Нагрев производится равномерно;
4. ТВЧ закалка производится быстро, что позволяет сэкономить большое количество электроэнергии;
5. При ТВЧ закалке не происходит выгорание углерода с поверхностного слоя изделия;
6. ТВЧ закалка исключает возможность образования трещин в детали;

7. ТВЧ закалка производится без масла, что позволяет снизить отрицательное влияние на природу до минимума.

Отрицательными сторонами закалки токами высокой частоты являются:

1. Высокая стоимость оборудования для закалки;
2. Трудоёмкость и невозможность закалки некоторых деталей сложной формы;
3. Индуктор должен точно повторять контур закаливаемой детали, что требует изготовления специальных индукторов для закалки деталей разной формы.

## **1.2 Обзор аналогов:**

Перед разработкой конструкции оборудования для закалки изделий токами высокой частоты, необходимо ознакомиться с существующим оборудованием для ТВЧ закалки.

Выделяют два основных типа оборудования для закалки: ручное и автоматическое оборудование.

На рисунке 1.1 представлен закалочный станок НМ-1000 производства компании «Амбит». Станок предназначен для закалки тел вращения токами высокой частоты. На данном станке можно обрабатывать детали диаметром до 200 мм и длиной 1000мм.



*Рис. 1.1 Закалочный станок HM-1000.*

На рисунке 1.2 представлена установка компании «Амбит» для индукционного нагрева материала ручным способом.



*Рис. 1.2 Установка для индукционного нагрева.*

На представленном оборудовании реализуется принцип закалки, при котором закаливаемая деталь помещается внутрь индуктора, что делает невозможным закалку тел вращений больших диаметров.

## **2.КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

### **2.1 Техническое задание**

#### **Наименование и область применения**

Настоящее техническое задание распространяется на конструкцию оборудования для закалки изделий токами высокой частоты.

Оборудование используется для закалки крупногабаритных и средних валов и зубчатых шестерней. Разработка конструкции оборудования для закалки изделий токами высокой частоты ведется с целью последующей закалки крупногабаритных деталей на данном оборудовании.

#### **Обоснование для разработки**

Разработка конструкции ведется в соответствии с требованиями компании ООО «ТЭТА».

#### **Цель и назначение разработки**

Разработка конструкции оборудования для закалки изделий токами высокой частоты ведется с целью последующей закалки крупногабаритных и средних деталей на данном оборудовании. Требуется спроектировать конструкцию оборудования, состоящую из отдельных модулей и разработать принципиальную кинематическую схему движения рабочего органа.

#### **Технические требования**

Возможность закалки зубчатых колес диаметром до 2700мм и высотой 350мм, а так же валов, диаметром до 630мм и длиной до 2740мм.

#### **Требования к материалам**

Материалы конструкции должны быть устойчивыми к коррозии.

## 2.2 Принципиальная кинематическая схема

Основной идеей было создание модульной конструкции, вдоль которой перемещается портал, на котором размещен индуктор. По сути, установка представляет собой манипулятор, обладающий четырьмя степенями свободы. Принципиальная кинематическая схема представлена на рисунке 2.1.

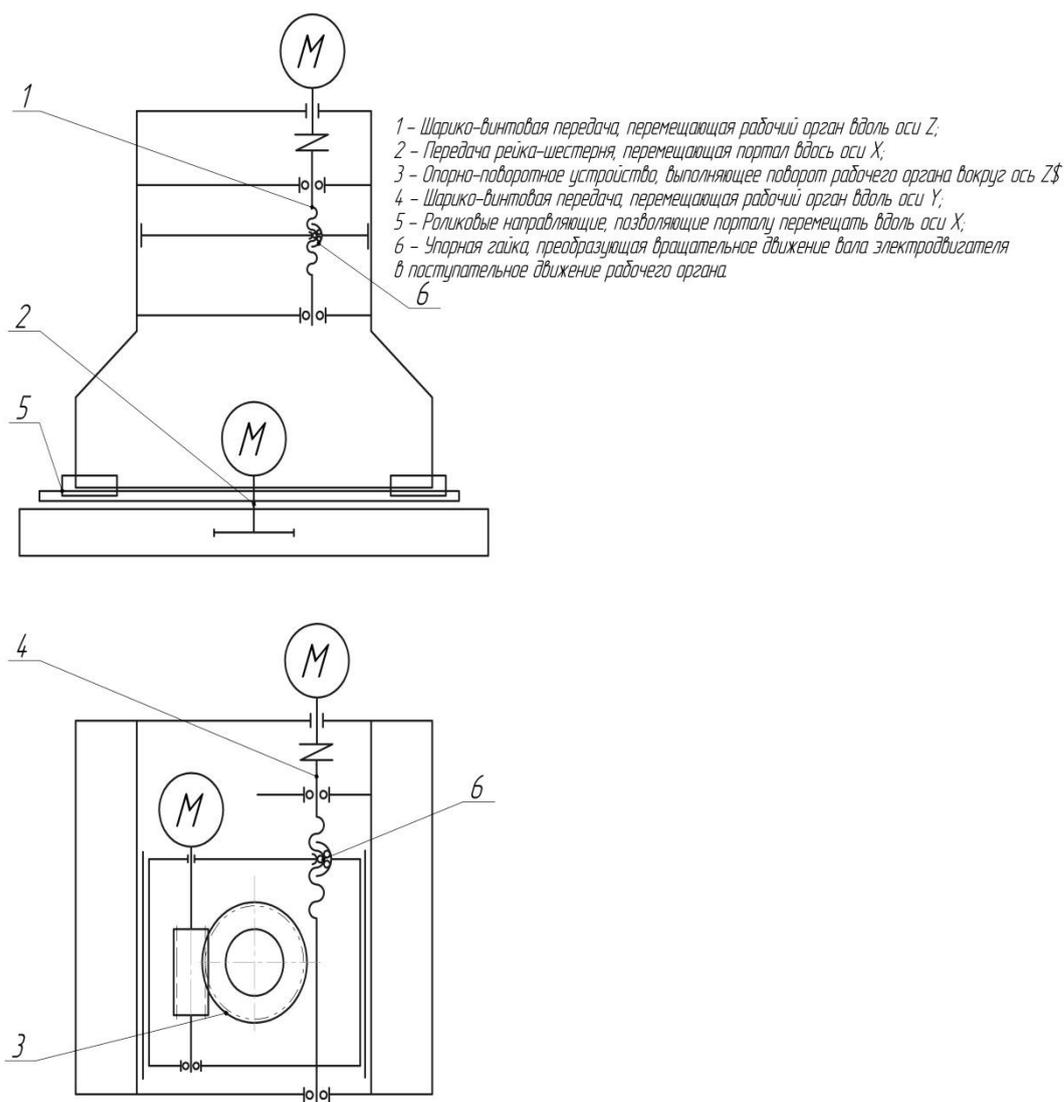


Рис. 2.1 Принципиальная кинематическая схема

На принципиальной кинематической схеме видно, что перемещение портала вдоль модулей (Ось X) происходит посредством передачи зубчатая рейка – шестерня. Перемещения по оси Y и оси Z происходят посредством шарико-винтовой передачи. Вращение вокруг оси происходит посредством опорно-поворотного устройства.

## 2.3 Модуль основание

### 2.3.1 Выбор материала и комплектующих:

Конструкция каркаса основного модуля представлена на рисунке 2.3. Каркас выполнен из швеллера ГОСТ 8240-89 без уклона размерами 100x46x4,5. Материал Ст3сп5 ГОСТ 27772-82.



*Рис. 2.3 Каркас основного модуля*

Каждый модуль оборудован линейными направляющими (HIWIN 45) и зубчатыми рейками (M=3) для перемещения портала вдоль модулей. Собранный модуль представлен на рисунке 2.4.



*Рис. 2.4 Модуль, оснащенный линейными направляющими и зубчатыми рейками.*

### 2.3.2 Расчет анкерных болтов:

Наибольшая нагрузка приходится на средний модуль, на который устанавливаются зубчатые колеса. Максимальный вес закаливаемого колеса составляет 7100кг.

Для крепления оборудования к фундаменту используются анкерные болты.

Произведем расчет анкерных болтов по упрощенной методике. Диаметр резьбы болта определяется по формуле:

$$d = 1,31 \cdot \sqrt{\left[ \frac{P}{\delta_p} \right]}$$

, где  $P$  – максимально возможная сила, растягивающая болт, а  $[\delta_p]$  – допусковое напряжение на растяжение материала болта.

Шпильки и гайки болтов изготавливаются из Ст3кп2 по ГОСТ 535-88, согласно которому допусковое напряжение на растяжение данного материала составляет 125Н/мм<sup>2</sup>.

Максимальная предполагаемая нагрузка, с которой опоры оборудования действуют на фундамент, составляет 10т.

$$d = 1,31 \cdot \sqrt{\frac{100000H}{125H / \text{мм}^2}} = 36\text{мм}$$

Согласно ГОСТ 24379.1-80, для данного размера болта, анкерная плита представляет собой квадратную пластину со стороной 45мм, толщиной 20мм и отверстием в центре диаметром 45мм.

### 2.3.3 Расчет болтового соединения рам модулей:

Для скрепления модулей между собой используется болтовое соединение. Для расчета болтов на срез воспользуемся упрощенной методикой расчета с помощью интернет ресурса.

При скреплении модулей используются болты с шестигранной головкой согласно ГОСТ Р 50793-95 и шестигранные гайки согласно ГОСТ 5915-70.

Согласно ГОСТ Р 50793-95, болты изготавливаются из стали 20.

Наиболее нагруженным участком оборудования является средний модуль, на котором могут устанавливаться крупногабаритные зубчатые колеса. В качестве поперечной силы, пытающейся срезать болт, примем предполагаемую максимальную силу, с которой модуль может воздействовать на фундамент. Расчет проведен при помощи сайта «Расчеты на Прочность». Результаты расчета приведены на рисунке 2.5. Допускаемые напряжения согласно СНиП II-23-81 (СП 16.13330.2011).

**Исходные данные для расчета болтов**  
**Шаг 1: для расчета задайте осевую нагрузку**

Осевая нагрузка на болт(-ы) N =  Н

Поперечная нагрузка на болт(-ы) Q =  Н

Расчетная температура болта T =  °C

Количество болтов  шт.

Стандарт для определения допускаемых напряжений  ▼

**Болт (шпилька)**  
**Шаг 2: выберите материал и диаметр болта**

Материал болта (шпильки) или класс прочности  ▼

Допускаемые напряжения:

- на растяжение:  МПа
- на срез:  МПа

Диаметр резьбы болта  мм (ряд 1)

Шаг резьбы болта  мм (крупный)

Диаметр отверстия в болте  мм

**Гайка**  
**Шаг 3: выберите материал гайки**

Марка стали гайки  ▼

Допускаемое напряжение:

- на срез:  МПа

Высота гайки  мм

Затяжка  ▼

**Коэффициенты запаса болта M16x2**

Растяжение:  k = ∞

Срез резьбы:  k = ∞

Кручение:  k = ∞

Срез гайки:  k = ∞

Срез болта:  k = 1.10

**Результаты расчета болтов M16x2 на прочность**

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**

Осевое усилие на болты:  $F_w = 0$  Н.

Поперечное усилие на болты:  $Q_w = 100000$  Н.

Марка стали болтов: 3.6.

Допускаемое напряжение:

- на растяжение:  $[\sigma]^{20} = 90$  МПа;
- на срез:  $[\tau]^{20} = 45$  МПа.

Номинальный диаметр резьбы болта:  $D = 16$  мм.

Шаг резьбы болта:  $P = 2$  мм.

Диаметр резьбы по впадинам:  $d_3 = 13.55$  мм.

Коэффициент полноты резьбы: болта:  $K_1 = 0.75$ ; гайки:  $K_1 = 0.875$ .

Коэффициент деформации витков:  $K_m = 0.6$ .

Коэффициенты наличия смазки:  $\zeta = 0.18$ ;  $\zeta_1 = 0.37$ .

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА БОЛТОВ:**

Площадь сечения болта:  
 $A_w = \frac{1}{4}\pi(d_3^2 - d^2) = \frac{1}{4}\pi(13.55^2 - 0^2) = 144.1$  мм<sup>2</sup>.

Площадь сечения тела болта:  
 $A_D = \frac{1}{4}\pi(D^2 - d^2) = \frac{1}{4}\pi(16^2 - 0^2) = 201$  мм<sup>2</sup>.

Рис. 2.5. Расчет болтового соединения рам модулей.

Из рисунка 2.5 видно, что коэффициент запаса на срез болта при скреплении модулей 17 болтами M16 равен 1,1.

### 2.3.4 Статический анализ рамной конструкции:

Наиболее нагруженным участком рамы является средний сектор центрального модуля. Максимальный вес заготовки обрабатываемой на станке

равен 7,1т. Проведем статический анализ рамной конструкции с помощью SolidWorks Simulation. Результаты статического анализа приведены на рисунках 2.4 и 2.5.

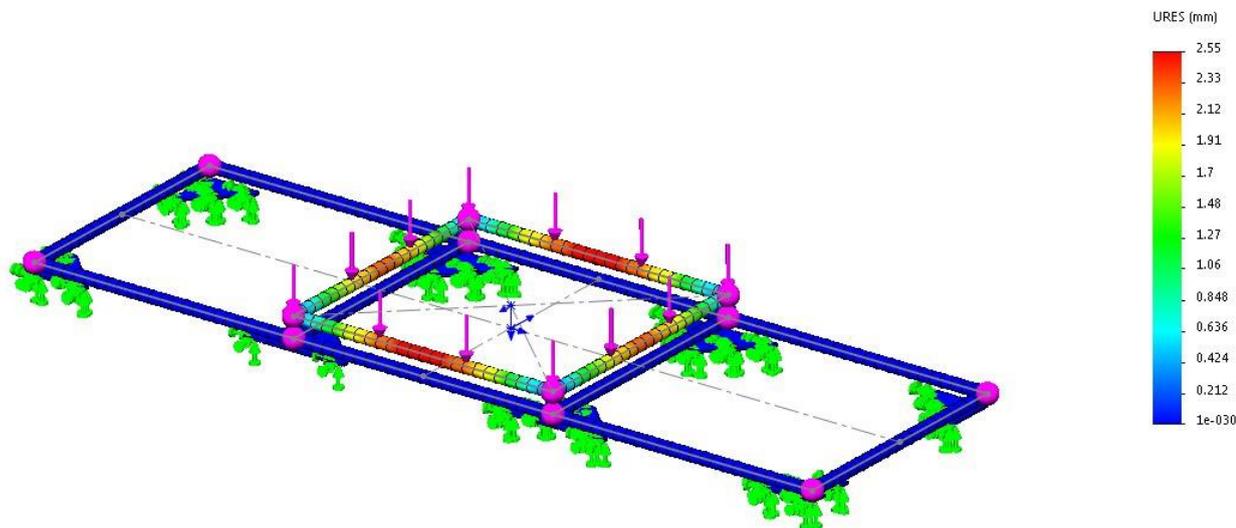


Рис. 2.6 Этюра перемещений.

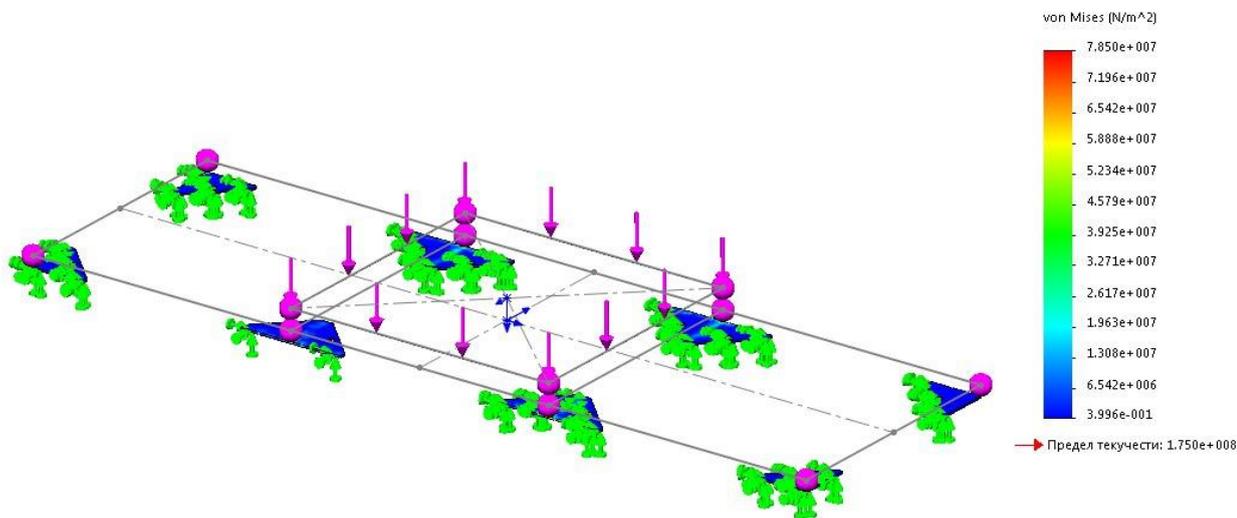


Рис. 2.7 Этюра напряжений.

Из рисунков 2.6 и 2.7 видно, что рамная конструкция выдерживает необходимую нагрузку. При нагрузке 75000Н, максимальное перемещение достигает 2,5 мм. Максимальное напряжение составляет  $7,8 \cdot 10^7$  Н/м<sup>2</sup>, а предел текучести данного материала составляет  $1,7 \cdot 10^8$  Н/м<sup>2</sup>.

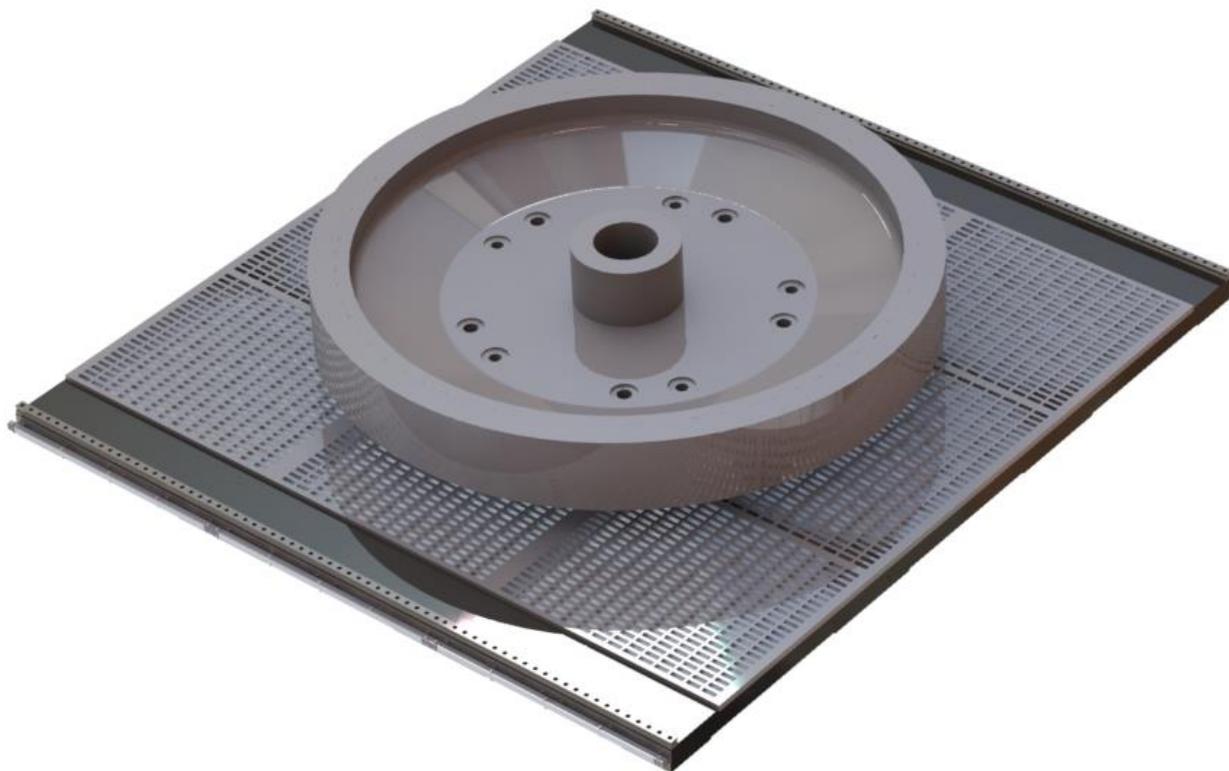
## 2.4. Модуль закалки зубчатых колес

Модуль закалки зубчатых колес состоит из основания модуля и устанавливаемого в центральной части модуля, стола. На стол возможна установка различной оснастки. Сборка основания модуля и стола производится путем сварки.

Рама стола выполняется из швеллера ГОСТ 8240-89 без уклона размерами 100x46x4,5. Материал Ст3сп5 ГОСТ 27772-82.

Для удаления луж спрея из рабочей зоны, на основание модуля устанавливаются перфорированные плиты. Для сбора отработавшего спрея предусмотрен резервуар.

Пример установки зубчатого колеса на модуле приведен на рисунке 2.8.



*Рис. 2.8 Пример установки зубчатого колеса на модуле*

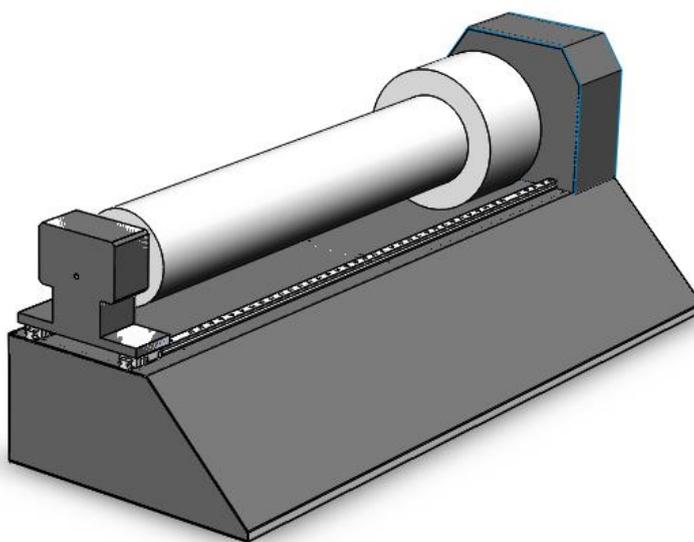
## 2.5 Модуль закалки валов

Модуль закалки валов состоит из основания модуля и рамы для установки валов. Для простоты закалки, вал установлен в центрах и приводится в

движение шпинделем. Каркас рамы выполнен из трубы ГОСТ 8639-82 размерами 45x45x3.

Сборка модуля закалки валов осуществляется путем сварки. Снаружи рама обшита герметично сваренными листами стали. Задняя стенка съемная, необходима для обслуживания узлов привода. Крепление задней стенки осуществляется с помощью резьбовых заклепок и винтов.

Пример установки вала в центрах модуля для закалки валов представлен на рисунке 2.9.



*Рис. 2.9 Установка вала в центрах модуля для закалки валов*

## **2.6 Модуль размещения электро- и гидроаппаратуры**

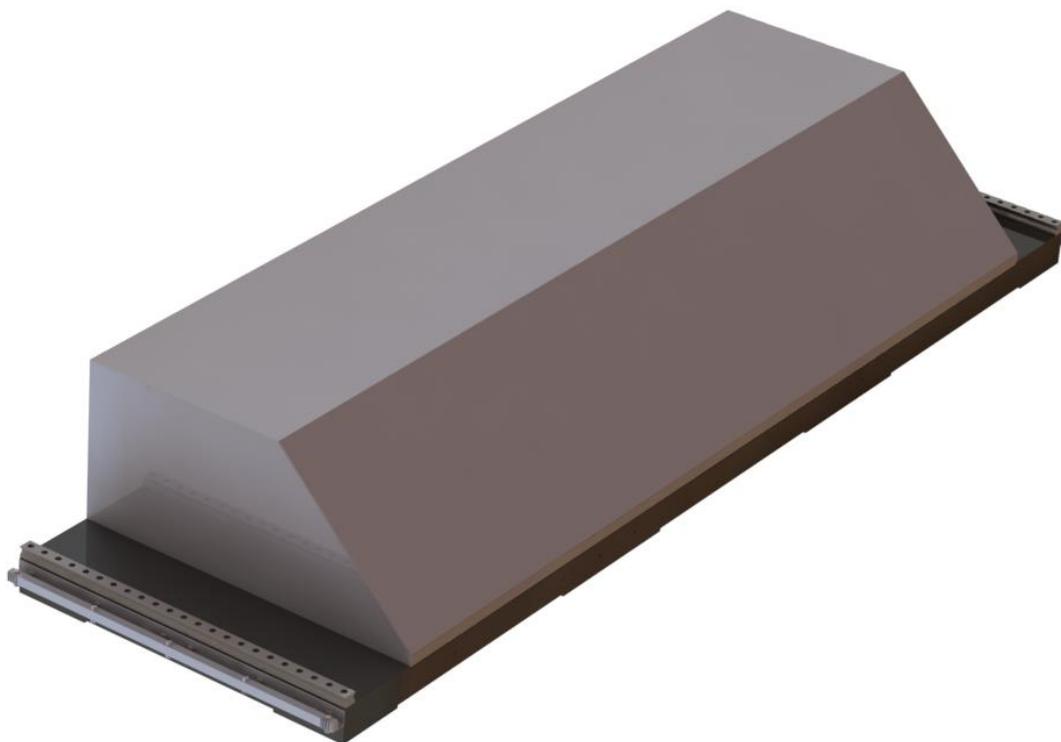
Модуль размещения электро- и гидроаппаратуры состоит из основания модуля и рамы, обшитой листами стали. Каркас рамы выполнен из трубы ГОСТ 8639-82 размерами 45x45x3.

Сборка модуля размещения осуществляется путем сварки. Снаружи рама обшита герметично сваренными листами стали. Для возможности обслуживания электро- и гидроаппаратуры, задняя стенка снимается. Крепление задней стенки к раме модуля осуществляется с помощью резьбовых заклепок и винтов.

Внутреннее пространство модуля разделено на два изолированных отсека. В одной половине модуля находится насосная станции и очистительная,

которые поддерживают непрерывную доставку охлаждающей жидкости в зону обработки. Во второй половине находится вся электроаппаратура, необходимая для функционирования оборудования.

Конструкция и внешний вид модуля размещения электро- и гидроаппаратуры представлен на рисунке 2.10.



*Рис. 2.10 Модуль размещения электро- и гидроаппаратуры.*

## 2.7 Портал.

### 2.7.1 Выбор материала и комплектующих:

Конструкция портала представлена на рисунке 2.11. Портал представляет собой рамную конструкцию, состоящую из 3 несущих элементов: двух торцов и кран-балки. Рамы выполнены из квадратной трубы по ГОСТ 8639-82 размерами 50x50x3. Материал Ст3сп5 согласно ГОСТ 27772-82.



*Рис. 2.11 Конструкция портала.*

Для увеличения устойчивости портала, выбрана форма торцов портала с широким основанием. Для перемещения портала вдоль модулей (Ось X) у основания торцов установлены линейные направляющие серии RGW размером 45мм. Перемещение осуществляется за счет передачи зубчатая рейка – шестерня ( $M=3$ ), расположенной по обеим сторонам портала. В качестве силового агрегата выбран сервопривод модели 86BYG350D, с максимальным крутящим моментом 50Нм. Для регулировки положения зубчатого колеса и рейки на кронштейне предусмотрены пазы.

Перемещение каретки в вертикальной плоскости (вдоль Оси Z) осуществляется посредством шарико-винтовой передачи. Трапецидальный винт диаметром 20мм установлен в опорах типа FK и FF. Натяжение винта регулируется посредством затяжки болтовых соединений в опорах. Упорная гайка установлена во фланце корпуса рабочего органа и преобразует

вращательное движение силового агрегата в поступательное движение рабочего органа. Данная передача является самой нагруженной, передачей станка. Для расчета характеристик привода воспользуемся интернет ресурсом «Сервотехника Нева». Результаты расчета приведены на рисунке 2.12.

F =  Н *усилие*  
 V =  мм/с *скорость*  
 p =  мм *шаг винта*  
 k =  - *коэффициент запаса*

Исходные данные			
F =	<b>6,000.00</b>	Н	<i>усилие</i>
V =	<b>30.00</b>	мм/с	<i>скорость</i>
p =	<b>4.00</b>	мм	<i>шаг винта</i>
k =	<b>1.40</b>	-	<i>коэффициент запаса</i>
Результат расчета			
V =	<b>1.80</b>	м/мин	<i>скорость</i>
M <sub>1</sub> =	<b>6.29</b>	Нм	<i>момент на двигателе</i>
n <sub>1</sub> =	<b>450.00</b>	об/мин	<i>скорость на двигателе</i>
P <sub>1</sub> =	<b>296.45</b>	Вт	<i>мощность двигателя</i>

Рис. 2.12. Расчет необходимых характеристик привода

Согласно рассчитанным параметрам выбираем двигатель. В качестве силового агрегата выбран сервопривод модели 86BYG350D.

Перемещение каретки вдоль кран-балки (Ось Y) осуществляется по линейным направляющим (HIWIN 45) серии RGW посредством шарико-винтовой передачи. Трапецеидальный винт диаметром 32 установлен в опорах типа FK и FF. Натяжение винта регулируется посредством затяжки болтовых соединений в опорах. Упорная гайка закреплена во фланце на корпусе рабочего органа, и преобразует вращательное движение в поступательное. В качестве силового агрегата выбран сервопривод модели 86BYG350D.

Вращательное движение с вала электродвигателя передается посредством без зазорной муфты, способной компенсировать угловые, осевые и радиальные смещения. Для выставления соосности вала электродвигателя и трапецеидального винта, в кронштейнах предусмотрены пазы для регулировки.

Перемещение каретки в вертикальной плоскости (вдоль Оси Z) осуществляется посредством шарико-винтовой передачи. Трапецеидальный винт диаметром 20мм установлен в опорах типа FK и FF. Натяжение винта регулируется посредством затяжки болтовых соединений в опорах. Упорная гайка установлена во фланце корпуса рабочего органа и преобразует вращательное движение с сервопривода (86BYG350D) в поступательное движение индуктора вдоль оси Z.

Вращение рабочего органа вокруг своей оси осуществляется посредством опорно-поворотного устройства модели GRDK05270. От осевого смещения корпус предохраняют ролики, установленные в кронштейнах на опорно-поворотном устройстве.

### **2.7.2 Расчет болтового соединения торцов и кран-балки:**

Для скрепления торцов и кран-балки портала между собой используется болтовое соединение. Для расчета болтов на срез воспользуемся упрощенной методикой расчета с помощью интернет ресурса.

При скреплении модулей используются болты с шестигранной головкой согласно ГОСТ Р 50793-95, Шайба ГОСТ 11371-78, Шайба пружинная ГОСТ 6402-70 и шестигранные гайки согласно ГОСТ 5915-70.

Согласно ГОСТ Р 50793-95, болты изготавливаются из стали 20.

В качестве поперечной силы, пытающейся срезать болт, примем предполагаемую максимальную силу, с которой рабочий орган и сопутствующие компоненты сборки могут воздействовать на фундамент. Расчет проведен при помощи сайта «Расчеты на Прочность». Результаты расчета приведены на рисунке 2.13. Допускаемые напряжения согласно СНиП II-23-81 (СП 16.13330.2011).

**Исходные данные для расчета болтов**  
**Шаг 1: для расчета задайте осевую нагрузку**

Осевая нагрузка на болт(-ы) N =  Н

Поперечная нагрузка на болт(-ы) Q =  Н

Расчетная температура болта T =  °C

Количество болтов  шт.

Стандарт для определения допускаемых напряжений  ▼

**Болт (шпилька)**  
**Шаг 2: выберите материал и диаметр болта**

Материал болта (шпильки) или класс прочности  ▼

Допускаемые напряжения:

- на растяжение:  МПа
- на срез:  МПа

Диаметр резьбы болта  мм (ряд 1)

Шаг резьбы болта  мм (крупный)

Диаметр отверстия в болте  мм

**Гайка**  
**Шаг 3: выберите материал гайки**

Марка стали гайки  ▼

Допускаемое напряжение:

- на срез:  МПа

Высота гайки  мм

Затяжка  ▼

**Коэффициенты запаса болта M12x1.75**

Растяжение:  k = ∞

Срез резьбы:  k = ∞

Кручение:  k = ∞

Срез гайки:  k = ∞

Срез болта:  k = 6.82

**Результаты расчета болтов M12x1.75 на прочность**

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**

Осевое усилие на болты:  $F_w = 0$  Н.

Поперечное усилие на болты:  $Q_w = 8000$  Н.

Марка стали болтов: 3.6.

Допускаемое напряжение:

- на растяжение:  $[\sigma]^{20} = 90$  МПа;
- на срез:  $[\tau]^{20} = 45$  МПа.

Номинальный диаметр резьбы болта:  $D = 12$  мм.

Шаг резьбы болта:  $P = 1.75$  мм.

Диаметр резьбы по впадинам:  $d_3 = 9.85$  мм.

Коэффициент полноты резьбы: болта:  $K_1 = 0.75$ ; гайки:  $K_1 = 0.875$ .

Коэффициент деформации витков:  $K_m = 0.6$ .

Коэффициенты наличия смазки:  $\zeta = 0.13$ ;  $\zeta_1 = 0.26$ .

**РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА БОЛТОВ:**

Площадь сечения болта:  
 $A_w = \frac{1}{4}\pi(d_3^2 - d^2) = \frac{1}{4}\pi(9.85^2 - 0^2) = 76.2$  мм<sup>2</sup>.

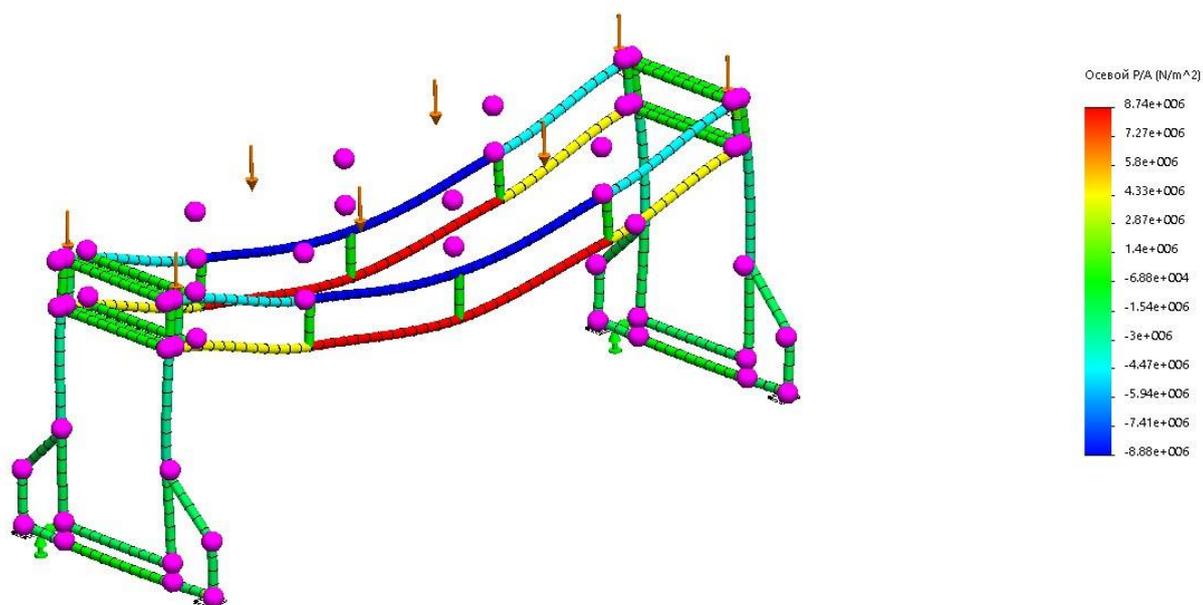
Площадь сечения тела болта:  
 $A_D = \frac{1}{4}\pi(D^2 - d^2) = \frac{1}{4}\pi(12^2 - 0^2) = 113$  мм<sup>2</sup>.

*Рис. 2.13. Расчет болтового соединения торцов и кран-балки.*

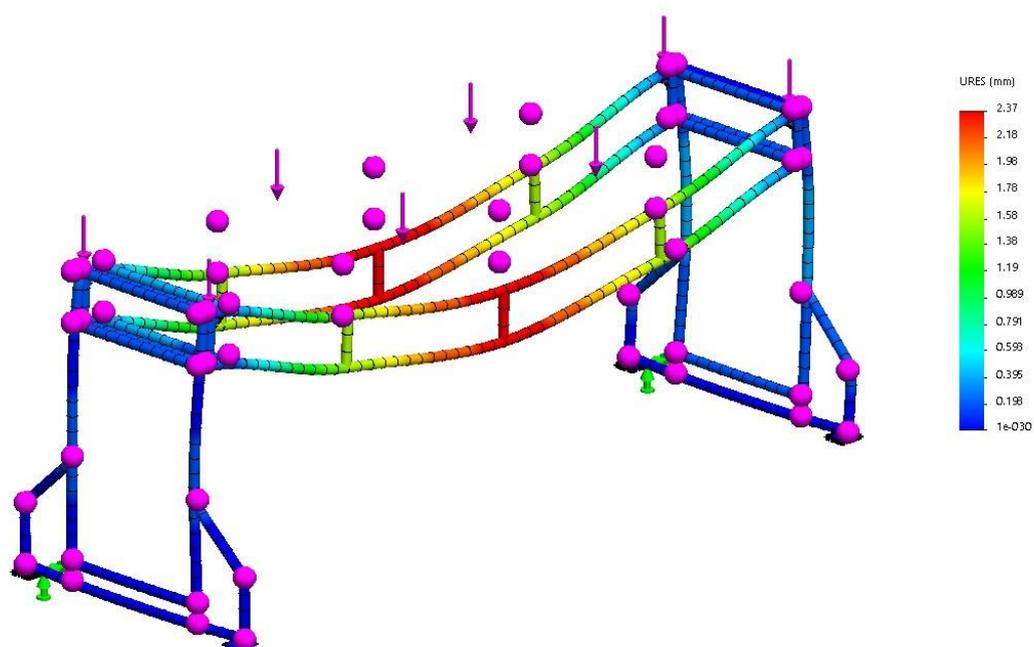
Из рисунка 2.12 видно, что коэффициент запаса на срез болта при скреплении торцов и кран-балки 16 болтами M12 равен 6,8.

**2.7.3 Статический анализ рамной конструкции:**

Наиболее нагруженным участком портала является средняя часть кран-балки. Максимальный предполагаемый вес рабочего органа и сопутствующих элементов сборки равен. Проведем статический анализ рамной конструкции с помощью SolidWorks Simulation. Результаты статического анализа приведены на рисунках 2.14 и 2.15.



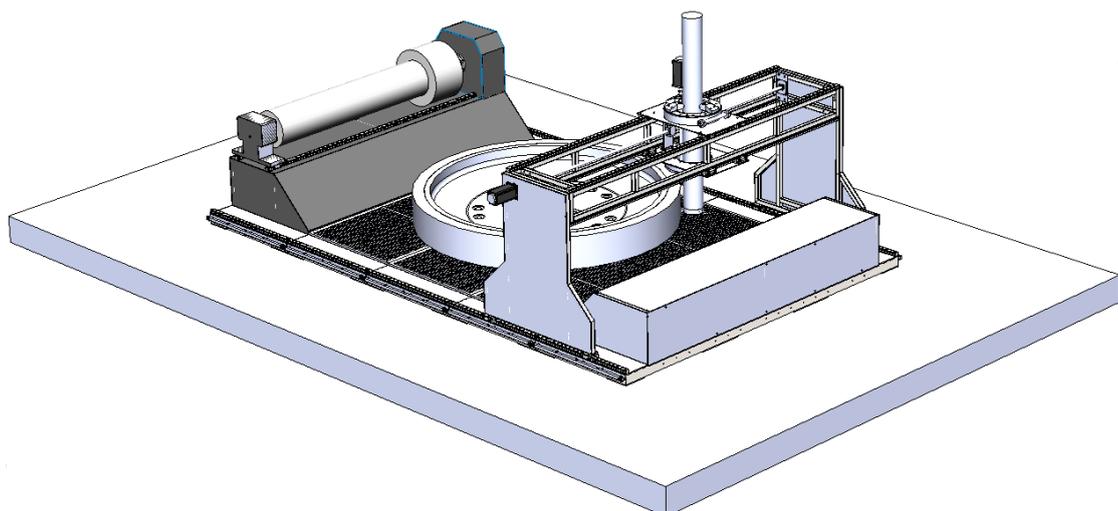
*Рис. 2.14 Этюра напряжений.*



*Рис. 2.15 Этюра перемещений.*

Из рисунков 2.14 и 2.15 видно, что рамная конструкция выдерживает необходимую нагрузку. Максимальное перемещение достигает 2,37мм. Максимальное напряжение составляет  $0,74 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ .

На рисунке 2.16 представлен вариант компоновки модулей.



*Рис. 2.16 Вариант компоновки модулей*

### **Заключение по конструкторской части:**

В ходе работы была спроектирована конструкция оборудования для закалки изделий токами высокой частоты, разработана принципиальная кинематическая система и, создана объемная модель конструкции и проведен анализ прочности конструкции.

В ходе аналитического анализа проекта были выявлены положительные и отрицательные характеристики конструкции.

К положительным характеристикам можно отнести:

1. Относительную дешевизну конструкции вследствие использования сортового проката и большого количества стандартных изделий.
2. Простоту разборки, сборки, транспортировки и обслуживания оборудования.
3. Возможность интеграции любых дополнительных модулей.

К отрицательным характеристикам можно отнести:

1. Быстрый износ шарико-винтовых передач вследствие больших поперечных нагрузок, вызванных большой длиной трапецеидального винта.

2. Большие отклонения размеров при сборке рамных конструкций из-за использования сортового проката.

### **3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

#### **ВВЕДЕНИЕ**

«Технологический процесс – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда» [ГОСТ 3.1129-93]. Технологический процесс разрабатывается исходя из требований, изложенных в техническом задании на изделие и представляет собой четкую последовательность операций изготовления: выбор заготовки, обработка заготовки на станках с целью получения деталей с заданными формами и размерами; контроль качества полученного изделия; окраска изделия.

Технологический процесс должен разрабатываться с учётом наиболее экономически выгодного способа обработки, но при этом полученная деталь должна отвечать всем требованиям, изложенным в техническом задании, таким как: точность обработки, шероховатость поверхностей, максимальные отклонения от формы и расположения. А также готовая деталь должна обеспечивать правильную работу готового изделия.

Целью курсовой работы является составление технологического процесса создания фланца.

Задачами являются:

1. Анализ технологичности конструкции;
2. Выбор заготовки;
3. Технологический маршрут получения детали;
4. Расчёт припусков;
5. Расчёт режимов резания;
6. Выбор станка;
7. Нормирование технологического процесса;



### **3.1.ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ**

#### **3.1.1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ.**

Фланец – это плоское кольцо (иногда квадрат или прямоугольник) с отверстием в центре, привариваемое на концах труб для скрепления их болтовыми соединениями. Парно фланцы применяются при строительстве трубопроводов, газопроводов, когда необходимо создать быстроразъемное фланцевое соединение. Также фланец используется для создания дополнительной опорной поверхности при соединении вращающихся деталей. Фланец является плоской деталью круглой (реже квадратной или прямоугольной формы), с несколькими отверстиями, расположенными по окружности ближе к внешнему диаметру. Фланцы скрепляются между собой с помощью болтовых соединений. Номенклатура выпускаемых фланцев велика: фланцы различаются по размерам, по типу соединений, по форме, или по материалу уплотнителя между скрепляемыми фланцами.

Существует три типа фланцев:

- Стальные плоские (соединительный элемент трубопровода) – ГОСТ 12820- 80
- Воротниковые (для крепления, посредством соединения с фланцами различных конструктивных элементов оборудования) – ГОСТ 12821-80
- Фланцы свободные на кольце (закрепляются посредством сварного соединения) – ГОСТ 12822-80

Разрабатываемый фланец является частью подъемного механизма рабочего органа станка для закалки изделий токами высокой частоты. Фланец фиксируется на трубе посредством сварки и является дополнительной опорной поверхностью для установки подшипникового опорного механизма.

При создании технологического процесса изготовления детали используются рекомендации по увеличению коэффициента технологичности конструкции изделия.

Применение приспособлений позволяет повысить точность обработки детали, не прибегая к постоянным промерам заготовки перед обработкой, что значительно повышает производительность труда и качество получаемой

продукции (стоимость изделия при этом остается неизменной), а также обеспечивает безопасность условий труда и минимизирует возможность получения рабочим травм.

Деталь считается технологичной, если она соответствует всем необходимым требованиям и при ее изготовлении получается минимальное количество отходов.

### 3.1.2 ВЫБОР ВИДА И СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ

Заготовка считается оптимальной, если полученная при обработке детали имеет низкую себестоимость и при её обработке используется минимально возможное количество материала.

Основными способами получения заготовок при изготовлении деталей типа фланец являются:

1. Отливки, получаемые различными методами. Отливки наиболее выгодно применять при изготовлении деталей сложной формы. Наиболее часто применяемыми материалами при изготовлении отливок являются детали из чугуна, цветных металлов и литейной стали. Производство отливок можно разделить на несколько методов: метод литья в кокиль, метод литья под давлением (при использовании данного метода производства отливок, достигается высокая точность и качество поверхности заготовки). При традиционном методе литья и при методе литья по газифицируемым моделям заготовки обладают высокой шероховатостью, что негативно сказывается на себестоимости получаемой продукции, так как при таких методах литья необходимы большие величины допусков на обработку.
2. Поковки – применяются для получения деталей простой формы путем пластической деформации материала. Отличительной особенностью данного метода является невозможность получения отверстий. После поковки заготовки имеют высокую шероховатость, большие отклонения от формы и от расположения, следовательно, необходимо предусмотреть большие припуски на обработку. Плюсом данного метода является невысокая себестоимость получаемых заготовок.
3. Штамповки – используется для получения заготовок сложной формы, максимально приближенной к форме готовой детали. Как и при способе получения заготовок поковкой, предпочтительными материалами являются пластичные материалы. Отличительной особенностью данного способа является возможность получения отверстий любой формы и расположения. Так же к плюсам данного способа можно отнести низкую шероховатость, высокую точность и меньшие припуски на обработку. К минусам же относится высокая себестоимость получаемых заготовок. Наиболее выгодно применять способ штамповки в случаях, если поверхность невозможно обработать, но требуется высокое качество данной поверхности.
4. Прокат – наиболее широко применяемые заготовки. Отличительной особенностью является дешевизна. Сортамент изготавливаемого проката очень велик. Основными материалами для изготовления проката являются

стали и цветные металлы. Недостатком данного способа получения заготовок является большое количество неиспользованного материала.

Прокат можно разделить на несколько групп:

1. Плоский;
2. Листовой:
  - Горячекатаный;
  - Холоднокатаный;
  - Профнастил
3. Сортовой прокат
4. Фасонный прокат (прокат сложной формы)

Основным критерием, определяющим свойства заготовки, является материал. Основными материалами, применяемыми при изготовлении детали типа фланец, являются: сталь, чугун, цветные металлы.

Еще одним критерием при изготовлении детали является определение технологических возможностей.

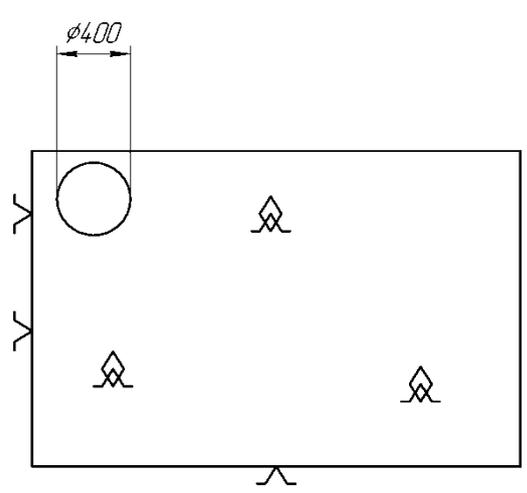
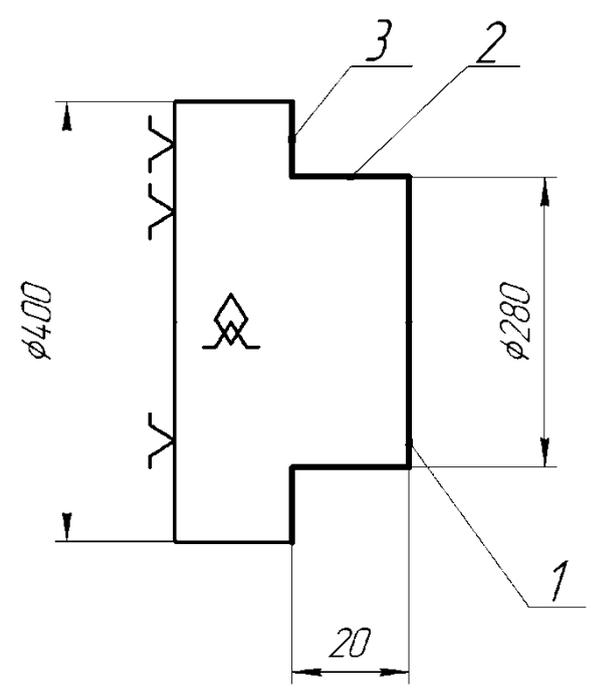
При изготовлении деталей простой формы наиболее предпочтительно использовать прокат. Для изготовления крупногабаритных и средних деталей простой конфигурации наиболее предпочтительно использовать поковку. Для деталей сложной формы наиболее экономически целесообразно использовать отливку и штамповку.

Исходя из всего вышесказанного, наиболее предпочтительно использовать заготовку, полученную из листового проката. По ГОСТ – 19903-74 для листового проката горячекатаного назначаем размер 45x1700x3500мм.

### 3.1.2 СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ.

Деталь: круглый фланец; **Материал:** Сталь 45; **Заготовка:** лист 45x1700x3500;  
**Число деталей:** 20 шт.

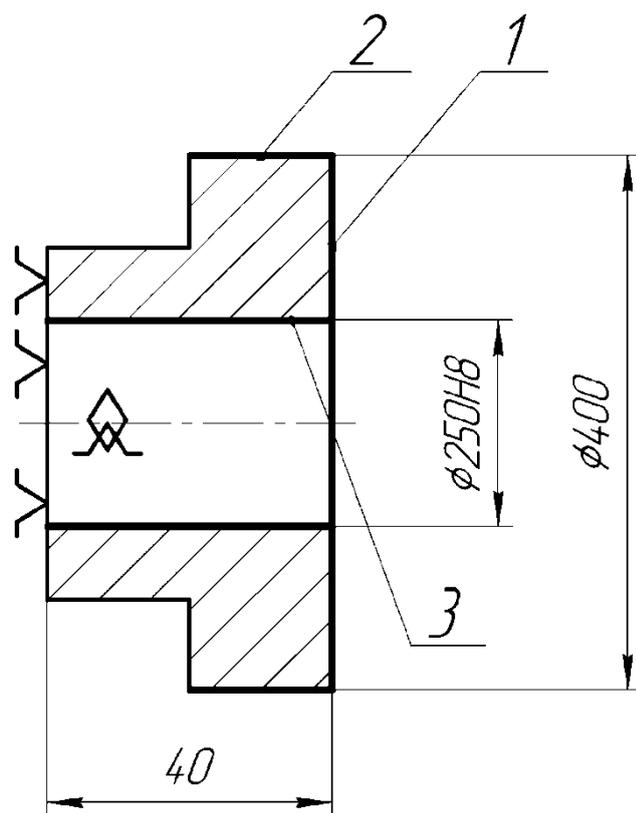
Таблица 1

<p><u>005</u> <u>Заготовительная гидроабразивная:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить и закрепить заготовительный лист.</li> <li>2. Разрезать лит на заготовки напроход, начерно, выдерживая размер (Ø400).</li> </ol>	
<p><u>010</u> <u>Токарная черновая</u></p> <p><u>Установ А:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить и закрепить заготовку.</li> <li>2. Подрезать торец 1 начерно, выдерживая размер (40).</li> <li>3. Точить поверхность 2 начерно, выдерживая размер (Ø280).</li> <li>4. Подрезать торец 3 начерно, выдерживая размер (20)</li> </ol>	



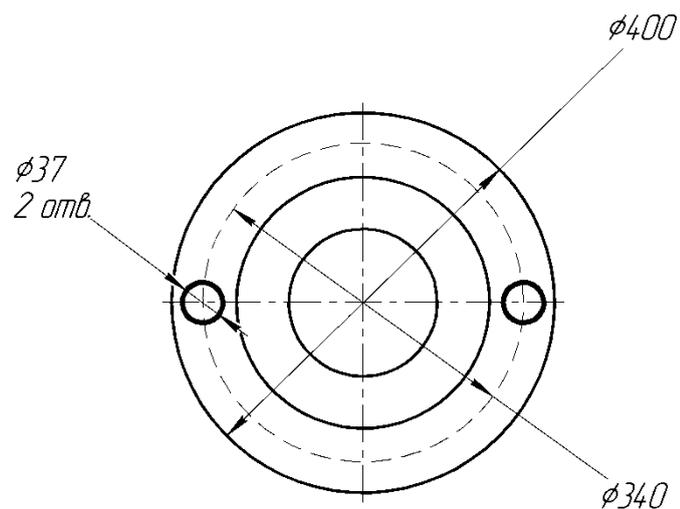
Установ Б:

1. Установить и закрепить заготовку.
2. Подрезать торец 1 начисто, выдерживая размер (40).
3. Точить поверхность 2 начисто, выдерживая размер ( $\varnothing 400$ ).
4. Точить поверхность 3 начисто, выдерживая размер ( $\varnothing 250$ ).



020 Сверлильная

1. Сверлить два сквозных отверстия ( $\varnothing 20$ ).



<p><u>025 Фрезерная черновая</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать карман 1 начерно, выдерживая размер (<math>\varnothing 37H7</math>) и размер (15).</li> <li>2. Фрезеровать плоскость 2 начерно. Выдерживая размер (15).</li> <li>3. Фрезеровать поверхность 3 начерно, выдерживая размер (<math>\varnothing 20H7</math>)</li> </ol>	
<p><u>030 Фрезерная чистовая</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать карман 1 начисто, выдерживая размер (<math>\varnothing 37H7</math>) и размер (15).</li> <li>2. Фрезеровать плоскость 2 начисто. Выдерживая размер (15).</li> <li>3. Фрезеровать поверхность 3 начисто, выдерживая размер (<math>\varnothing 20H7</math>)</li> </ol>	
<p><u>035 Фрезерная черновая</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать канавку 1 грибковой фрезой начерно, выдерживая размер (1,4) и размер (9).</li> </ol>	

### 3.1.3 РАСЧЕТ НЕОБХОДИМЫХ ПРИПУСКОВ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ

«**Припуск на обработку** - слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в процессе ее обработки для обеспечения заданного качества детали.» [ГОСТ Р 53464-2009]

**Промежуточный припуск** - слой материала, который удаляется при выполнении отдельного технологического перехода.

«**Общий припуск** - Суммарный припуск на все переходы обработки, соответствующий серединам полей допусков детали и отливки» [ГОСТ Р 53464-2009]

Назначение припуска необходимо для того, чтобы скомпенсировать погрешности, возникающие в процессе съема материала на предыдущем технологическом переходе.

Величину припуска определяется расчетно-аналитическим методом, либо методом аналогов и прецедентов, используя справочную литературу.

Расчетно-аналитический расчет позволяет определить необходимую и достаточную величину припуска на обработку  $z_{min}$ .

Для расчета припуска необходимо определить последовательность всех предшествующих технологических переходов. При расчете припусков на механическую обработку также учитываются погрешности базирования, установки и закрепления заготовки.

Таблица 2

Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки: Поверхность $\varnothing 250$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$ , мкм.	Расчетный минимальный размер, мм	Допуск на изготовление $T_d$ , мкм	Принятые (округленные) размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	$R_Z$	h	$\Delta_y$	$\varepsilon_6$				$d_{\max}$	$d_{\min}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Токарная черновая (Js14)	40	50	350	25	-	247,54	1150	248,69	247,54	-	-
Токарная получистовая (D10)	40	50	21	25	882	249,57	185	249,76	249,57	882	2220
Токарная чистовая	20	25	0	25	245	250	81	250,81	250	245	1240
Общие припуски $2Z_{d\max}$ и $2Z_{d\min}$ :										1127	3460

$$2Z_{\min} = 2 \cdot ((R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \text{ где}$$

$R_{zi-1}$  – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;  
 $h_{i-1}$  – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\Delta_{i-1}$  – суммарные отклонения расположения поверхности;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе;

[1, том 1, глава 4, стр. 175, (2)].

Согласно ГОСТ 25347-82 определим допуски на посадки. Значения занесем в таблицу.

В соответствии с качеством, определим значение шероховатости  $R_z$  и глубину дефектного слоя  $h$  для всех операций [3, стр.95, табл. Б.21].

Для черновой:

$$R_z = 40 \text{ мкм}, h = 50 \text{ мкм.}$$

Для получистовой:

$$R_z = 40 \text{ мкм}, h = 50 \text{ мкм.}$$

Для чистовой:

$$R_z = 20 \text{ мкм}, h = 25 \text{ мкм.}$$

Определим суммарные пространственные отклонения [ГОСТ 24642-83]:

$$\Delta_{\text{заг}} = \Delta_y + \Delta_p + \Delta_{\text{кр}}$$

Определим отклонение размера [ГОСТ 24642-83, таб.1]. При данном типе обработки увода нет, следовательно:

$$\Delta_y = 0 \text{ мкм}$$

$$\Delta_p = 175 \text{ мкм}$$

Определим отклонение от округлости:

$$\Delta_{\text{кр}} = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2} = \frac{92,35 - 92}{2} = 175 \text{ мкм}$$

При обработке заготовок из листового горячекатаного проката, погрешность, связанную с расположением детали, примем равной:

- Для черновой:

$$\Delta_{\text{заг}} = 0 + 175 + 175 = 350 \text{ мкм}$$

- Для получистовой:

$$\Delta_{\text{заг}} = \Delta_{\text{чер}} \cdot 0,06 = 350 \cdot 0,06 = 21 \text{ мкм}$$

- Для чистовой:

$$\Delta_{\text{чист}} = \Delta_{\text{чер}} \cdot 0,04 \approx 0$$

Данные занесем в таблицу.

Погрешность установки  $\varepsilon_y$  это сумма погрешности базирования и погрешности закрепления. Погрешность базирования заготовки равна нулю, так как технологическая база совпадает с измерительной. Погрешность закрепления  $\varepsilon_3 = 25$  мкм [3, стр. 112, табл. Д1].

- Получистовое растачивание:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left[ (40 + 50) + \sqrt{350^2 + 25^2} \right] = 882 \text{ мкм}$$

- Чистовое растачивание:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left[ (40 + 50) + \sqrt{21^2 + 25^2} \right] = 245 \text{ мкм}$$

Рассчитаем размеры путем последовательного добавления минимального расчетного припуска для каждого технологического перехода:

$$d_{\max, i-1} = d_{\min, i} - 2 \cdot z_{\min}$$

Для получистового:

$$d_{2 \max} = 249,57 - 0,882 = 248,69 \text{ мм}$$

Для чернового:

$$d_{1 \max} = 250 - 0,245 = 249,76 \text{ мм}$$

Занесем в таблицу наибольшие предельные размеры, определённые для всех технологических переходов. Наибольшие предельные размеры округлим до сотых.

Определим наименьший и наибольший размеры:

$$d_{\min, i} = d_{\max, i} - Td$$

$$d_{\max, i} = d_{\min, i} + Td$$

Максимальный диаметр при чистовом точении:

$$d_{3 \max} = 250 + 0,81 = 250,81 \text{ мм}$$

Минимальный диаметр при получистовом точении:

$$d_{2 \min} = 249,76 - 0,185 = 249,57 \text{ мм}$$

Минимальный диаметр при черновом точении:

$$d_{1 \min} = 248,69 - 1,15 = 247,54 \text{ мм}$$

Определим предельные значения припусков:

$$2Z_{\min, i} = d_{\min, i} - d_{\max, i-1}$$

$$2Z_{\max, i} = d_{\max, i} - d_{\min, i-1}$$

$$2Z_{\min 2} = 249,57 - 248,69 = 0,88 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 2} = 249,76 - 247,54 = 2,22 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 1} = 250 - 249,76 = 0,24 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 1} = 93,78 - 91,67 = 1,24 \text{ мм}$$

Общий припуск равен сумме промежуточных припусков:

$$2Z_{\max} = 2,22 + 1,24 = 3,46 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min} = 0,88 + 0,24 = 1,12 \text{ мм}$$

Результаты занесём в таблицу.

На основании данных расчета строим схему расположения полей припусков по обработке размера  $\text{Ø}250\text{H}8$

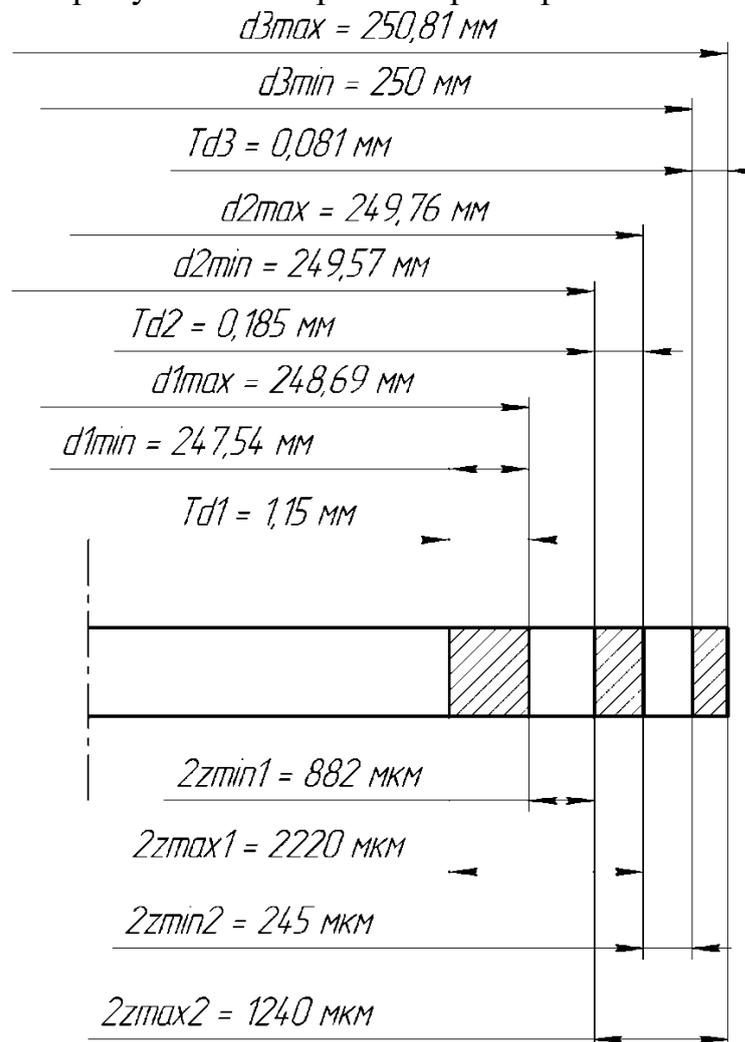


Рисунок 4. Размерная схема технологического процесса изготовления внутренней части круглого фланца  $\text{Ø}250\text{H}8$ .

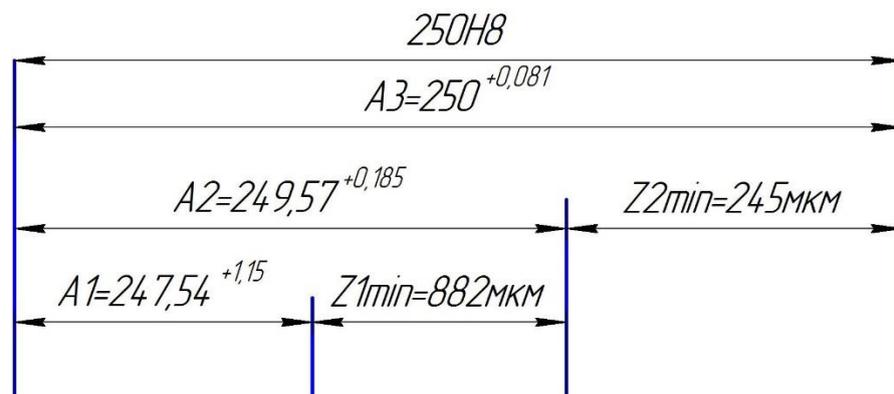


Рисунок 5. Размерный анализ технологического процесса

### 3.1.4 РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ДЛЯ ТОЧЕНИЯ.

«**Режим резания** – это совокупность значений скорости резания, подачи или скорости движения подачи и глубины резания» [ГОСТ 25762-83].

«**Скорость резания** – это скорость рассматриваемой точки режущей кромки или заготовки в главном движении резания» [ГОСТ 25762-83].

**Глубина резания** – величина слоя материала, снимаемого с детали за один проход.

«**Подача** – отношение расстояния пройденного рассматриваемой точкой режущей кромки или заготовки вдоль траектории этой точки в движении подачи, к соответствующему числу циклов или определенных долей цикла другого движения во время резания или к числу определенных долей цикла этого другого движения» [ГОСТ 25762-83].

Также к элементам режима резания принято относить стойкость режущего инструмента, частоту вращения шпинделя или инструмента, силу и мощность резания.

Для уменьшения затрат на обработку заготовки путем снятия слоя припуска за минимальное количество проходов, выбирается максимально возможное значение глубины резания. В зависимости от глубины резания, назначают наибольшую возможную величину подачи. В зависимости от величины подачи назначается частота вращения шпинделя так, чтобы достичь максимальной точности и качества поверхности при обработке заготовки.

Все табличные данные для режимов резания на токарно – винторезном станке берутся из [1, том 2, глава 4]

#### Расчёт режимов резания для токарно-винторезного станка 1713Ф3

##### Исходные данные:

1. Заготовка – прокат листовой горячекатаный ГОСТ199903-74, Сталь 45 ГОСТ 1050-74
2. Предел прочности стали Сталь 45 –  $\sigma = 620$  МПа, твердость по Бринеллю НВ= 229 МПа
3. Общий припуск на обработку  $h = 4,5$  мм
4. Диаметр заготовки  $\varnothing 400$
5. Длина обрабатываемой поверхности  $l = 40$  мм
6. Требуемая шероховатость  $Ra = 6,3$  мкм
7. Станок – 1713Ф3

## Режим резания для операции чернового точения. Подбор резца.

### Выбор материала режущей пластинки резца для черновой обработки:

Отталкиваясь от требований к шероховатости поверхности, и рассчитанного общего припуска на механическую обработку, можем сделать вывод: обработка должна производиться в один черновой проход.

Материал пластинки для чернового точения –Т15К6.

Назначение размеров резца: Принимаем: Н х В = 16 х 16 мм.

Для обработки выбираем резец токарный расточной с пластинами из твердого сплава для обработки сквозного отверстия 2140-0042 ГОСТ 18882-73 [1, 2 том, с.123, таб. 14].

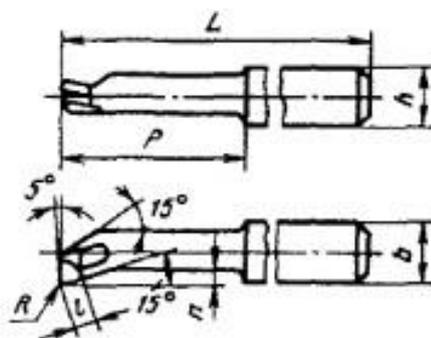


Рисунок 7. Резец токарный расточной с углом в плане  $\varphi = 95^\circ$ .  
Исполнение 1.

### Назначение геометрических параметров режущей части резца для черновой обработки:

Геометрические параметры резца определим согласно ГОСТ:  $L=120$ ;  
 $P=25$ ;  $n=3,5$ ;  $l=8$ ;  $R=1$ ;  $\varphi = 95^\circ$

### Назначение глубины резания при черновой обработке:

Примем глубину резания при чистовом проходе равной  $t_2 = 1$  мм.

Тогда, глубину резания при черновом точении определяем по формуле:  $t_1 = h/2 - t_2 = 4,5/2 - 1 = 1,25$  мм.

### Назначение величины подачи при черновой обработке:

В зависимости от обрабатываемого материала, диаметра заготовки и глубины резания ( $0,08 \div 0,2$  мм) при черновой обработке, примем подачу  $S = 0,1$  мм/об – для черновой обработки и  $S = 0,05$  мм/об для чистовой обработки. Сверяем выбранные параметры подачи с максимально допустимой подачей на выбранном станке согласно паспорту.

### Определение скорости резания при черновой обработке:

1. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{S^y \cdot t^x \cdot T^m} \cdot K_v \cdot 0,9, \text{ где}$$

$C_v$  – определяется материалом режущей пластинки. Для T15K6  $C_v = 350$  [1, том 2, стр. 269, табл. 17].

Точение происходит по внутреннему диаметру, поэтому полученное значение скорости умножается на коэффициент 0,9.

$T$  – стойкость резца, мин (принимается  $T = 60$  мин);

$x, y, m$  – показатели степени;

$K_v$  – общий поправочный коэффициент,

Для резцов с твёрдосплавной пластиной  $K_v$  равно:

$$K_v = K_{\mu v} + K_{nv} + K_{uv} + K_{\phi v} + K_{\phi lv} + K_{rv} + K_{qv}, \text{ где}$$

$K_{\mu v}$  – коэффициент, учитывающий влияние свойств обрабатываемого материала [1, том 2, стр. 261]:

$$K_{uv} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\delta_B} \right)^{TV}$$

$K_r$  – поправочный коэффициент [1, том 2, стр. 359, табл. 2]:

$$K_{\mu v} = 1 \cdot \left( \frac{750}{620} \right)^1 = 1,21$$

$K_{nv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности  $K_{nv} = 0,9$  [1, том 2, стр. 275, табл. 5].

$K_{uv}$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания  $K_{uv} = 1,0$  [1, том 2, гл. 4, стр. 276, табл. 6].

$K_{\phi v}$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане резца, для  $\phi = 95$ ,  $K_{\phi v} = 0,7$  [1, том 2, стр. 231, табл. 18]

$K_{\phi lv}, K_{rv}, K_{qv}$  – коэффициенты для резцов из быстрорежущей стали. Общий поправочный коэффициент для резца черного точения:

$$K_v = 1,21 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,76$$

Показатели степени  $x, y, m$ :  $x=0,15$   $y=0,20$   $m=0,20$  [1, том 2, стр. 231, табл. 17]

Скорость резания, м/мин., равна:

$$v = \frac{350}{0,1^{0,2} \cdot 1,25^{0,15} \cdot 60^{0,2}} \cdot 0,76 \cdot 0,9 = 162 \text{ м/мин}$$

Исходя из расчетной скорости резания, определим частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 162}{3,14 \cdot 248} = 208 \text{ об/мин}$$

Принимаем ближайшую скорость по паспорту станка:

$$n=250 \text{ об/мин.}$$

Определяем фактическую скорость:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 248 \cdot 250}{1000} = 194,7 \text{ об/мин}$$

### Определение сил резания при черновой обработке:

Общую силу резания складывается из трех составляющих:  $P_Z$ (тангенциальной),  $P_x$ (осевой) и  $P_y$ (радиальной). Рассчитав каждую из них и векторно сложив, получим силу резания.

Данные составляющие находят по формуле [1, том 2, гл. 4, стр. 371]

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K$$

Для тангенциальной силы резания  $P_Z$  значения коэффициентов равны:

$C_p = 300$  (коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала, материала режущей пластинки, и условия обработки).

Показатели степени:  $x, y, n$  определим по [1, том 2, гл. 4, стр. 273, табл. 22].

$K_p$  – общий поправочный коэффициент, численно равный произведению ряда коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на силу резания [1, том 2, стр. 271]:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_p \cdot K_{\gamma p}, \text{ где}$$

$K_{mp}$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала [1, том 2, стр. 275, табл. 23]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma}{750} \right)^{0,75} = \left( \frac{620}{750} \right)^{0,75} = 0,87$$

$K_{\phi p}$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане  $K_{\phi p}=0,89$  [1, том 2, стр. 275, табл. 23].

$K_{\gamma p}$  – поправочный коэффициент, учитывающий передний угол резца  $K_{\gamma p}=1$  [1, том 2, стр. 275, табл. 23].

$K_{\lambda p}$  – поправочный коэффициент, учитывающий передний угол резца  $K_{\lambda p}=1$  [1, том 2, стр. 275, табл. 23].

$K_p$  определяется для резцов из быстрорежущей стали.

$$K_p = 0,87 \cdot 0,89 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1 = 0,67$$

Показатели степени  $x, y, n$  принимаем для черновой обработки по [1, том 2, стр. 273, табл. 22],  $x = 1$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = - 0,15$ .

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,25^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 194^{0,15} \cdot 0,67 = 203 \text{ Н}$$

Для радиальной силы  $P_y$  коэффициенты находятся из тех же таблиц:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_p \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma}{750} \right)^{0,75} = \left( \frac{620}{750} \right)^{0,75} = 0,87$$

$$K_{\phi p} = 0,5; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1,7$$

Общий поправочный коэффициент равен:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_p \cdot K_{rp} = 0,87 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,7 = 0,74$$

Показатели степени  $x$ ,  $y$ ,  $n$  принимаем для черновой обработки:  $x=0,9$ ;  $y=0,6$ ;  $n=-0,3$ ;  $C_p = 243$  [1, том 2, стр. 273, табл. 22].

Радиальная сила:

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1,25^1 \cdot 0,1^{0,6} \cdot 194,7^{-0,3} \cdot 0,74 = 118 \text{ Н}$$

Для осевой силы резания  $P_x$ :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_p \cdot K_{rp}$$

Расчет коэффициентов производится аналогичным способом:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_p \cdot K_{rp} = 0,73 \cdot 1,17 \cdot 0,74 \cdot 1 \cdot 1 = 0,56$$

Показатели степени  $x$ ,  $y$ ,  $n$  принимаем для черновой обработки:  $x=1$ ;  $y=0,5$ ;  $n=-0,4$ ;  $C_p = 339$  [1, том 2, стр. 273, табл. 22].

Осевая сила равна:

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 1,25^1 \cdot 0,1^{0,5} \cdot 194,7^{-0,4} \cdot 0,56 = 159,5 \text{ Н}$$

### Проверка выбранного режима резания для черновой обработки:

Проверка на соответствие необходимой мощности станка к паспортной.

Фактическая мощность резания должна быть меньше номинальной мощности станка.

$$N_p \leq N_{\text{штп}}$$

$N_{\text{штп}} = 1 \text{ кВт}$  – мощность шпинделя станка 1713ФЗ. Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot v_{\phi}}{60} = \frac{203 \cdot 194,7}{60} = 658,7 \text{ Вт}$$

$0,658 \text{ кВт} \leq 1 \text{ кВт}$ , обработка детали на данном оборудовании с заданными режимами резания возможна.



## Режим резания для операции чистовой обработки. Подбор резца

### Выбор материала режущей пластинки резца для чистовой обработки:

Отталкиваясь от требований к шероховатости поверхности, и рассчитанного общего припуска на механическую обработку, можем сделать вывод: обработка должна производиться в один чистовой проход.

Материал пластинки для чистового точения –Т15К6.

Назначение размеров резца: Принимаем: Н х В = 16 х 16 мм.

Для обработки выбираем резец токарный расточной с пластинами из твердого сплава для обработки сквозного отверстия 2140-0042 ГОСТ 18882-73 [1, 2 том, с.123, таб. 14].

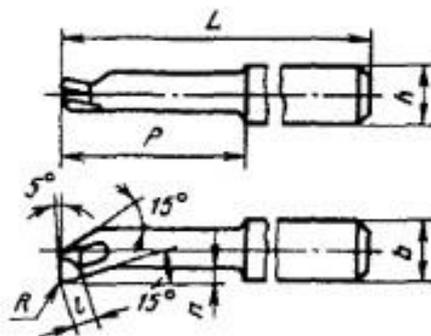


Рисунок 7. Резец токарный расточной с углом в плане  $\varphi = 95^\circ$ .  
Исполнение 1.

### Назначение геометрических параметров режущей части резца для чистовой обработки:

Геометрические параметры резца определим согласно ГОСТ:  $L=120$ ;  $R=25$ ;  $n=3,5$ ;  $l=8$ ;  $R=1$ ;  $\varphi = 95^\circ$

### Назначение глубины резания при чистовой обработке:

При чистовом точении глубину резания принимаем  $t_2=1$  мм

### Назначение величины подачи при чистовой обработке:

Принимаем  $S = 0,08$  мм/об для чистовой. Выбранные подачи уточняем по паспортным данным станка: пределы подач  $0,08 \div 2,0$  мм/об.

### Определение скорости резания при чистовой обработке:

2. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{S^y \cdot t^x \cdot T^m} \cdot K_v \cdot 0,9, \text{ где}$$

$C_v$  – определяется материалом режущей пластинки. Для Т15К6  $C_v = 350$  [1, том 2, стр. 269, табл. 17].

Точение происходит по внутреннему диаметру, поэтому полученное значение скорости умножается на коэффициент 0,9.

$T$  – стойкость резца, мин (принимаем  $T=60$  мин);

$x, y, m$  – показатели степени;

$K_v$  – общий поправочный коэффициент,

Для резцов с твёрдосплавной пластиной  $K_v$  равно:

$$K_v = K_{\mu v} + K_{nv} + K_{uv} + K_{\phi v} + K_{\phi lv} + K_{rv} + K_{qv}, \text{ где}$$

$K_{\mu v}$  – коэффициент, учитывающий влияние свойств обрабатываемого материала [1, том 2, стр. 261]:

$$K_{\mu v} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\delta_B} \right)^{TV}$$

$K_r$  – поправочный коэффициент [1, том 2, стр. 359, табл. 2]:

$$K_{\mu v} = 1 \cdot \left( \frac{750}{620} \right)^1 = 1,21$$

$K_{nv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности  $K_{nv} = 0,9$  [1, том 2, стр. 275, табл. 5].

$K_{uv}$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания  $K_{uv} = 1,0$  [1, том 2, гл. 4, стр. 276, табл. 6].

$K_{\phi v}$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане реза, для  $\phi = 95$ ,  $K_{\phi v} = 0,7$  [1, том 2, стр. 231, табл. 18]

$K_{\phi lv} K_{rv} K_{qv}$  – коэффициенты для резцов из быстрорежущей стали. Общий поправочный коэффициент для реза черного точения:

$$K_v = 1,21 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,76$$

Показатели степени  $x, y, m$ :  $x=0,15$   $y=0,20$   $m=0,20$  [1, том 2, стр. 231, табл. 17].

Скорость резания, м/мин., равна:

$$v = \frac{350}{0,8^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 60^{0,2}} \cdot 0,76 \cdot 0,9 = 174,5 \text{ м/мин}$$

Исходя из расчетной скорости резания, определим частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 174,5}{3,14 \cdot 250} = 222 \text{ об/мин}$$

Принимаем ближайшую скорость по паспорту станка:

$$n = 250 \text{ об/мин.}$$

Определяем фактическую скорость:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 250}{1000} = 196,3 \text{ об/мин}$$

### Определение сил резания при чистовой обработке:

Общую силу резания складывается из трех составляющих:  $P_Z$ (тангенциальной),  $P_x$ (осевой) и  $P_y$ (радиальной). Рассчитав каждую из них и векторно сложив, получим силу резания.

Данные составляющие находят по формуле [1, том 2, гл. 4, стр. 371]

$$P_{z,x,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K$$

Для тангенциальной силы резания  $P_Z$  значения коэффициентов равны:

$C_p = 300$  (коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала, материала режущей пластинки, и условия обработки).

Показатели степени:  $x, y, n$  определим по [1, том 2, гл. 4, стр. 273, табл. 22].

$K_p$  – общий поправочный коэффициент, численно равный произведению ряда коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на силу резания [1, том 2, стр. 271]:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_p \cdot K_{\gamma p}, \text{ где}$$

$K_{mp}$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала [1, том 2, стр. 275, табл. 23]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma}{750} \right)^{0,75} = \left( \frac{620}{750} \right)^{0,75} = 0,87$$

$K_{\phi p}$  – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане  $K_{\phi p} = 0,89$  [1, том 2, стр. 275, табл. 23].

$K_{\gamma p}$  – поправочный коэффициент, учитывающий передний угол резца  $K_{\gamma p} = 1$  [1, том 2, стр. 275, табл. 23].

$K_{\lambda p}$  – поправочный коэффициент, учитывающий передний угол резца  $K_{\lambda p} = 1$  [1, том 2, стр. 275, табл. 23].

$K_p$  определяется для резцов из быстрорежущей стали.

$$K_p = 0,87 \cdot 0,89 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1 = 0,67$$

Показатели степени  $x, y, n$  принимаем для черновой обработки по [1, том 2, стр. 273, табл. 22],  $x = 1$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = -0,15$ .

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,08^{0,75} \cdot 196,3^{-0,15} \cdot 0,65 = 132,6 \text{ Н}$$

Для радиальной силы  $P_y$  коэффициенты находятся из тех же таблиц:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_p \cdot K_{\lambda p}$$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma}{750} \right)^{0,75} = \left( \frac{490}{750} \right)^{0,75} = 0,73$$

$$K_{\phi p} = 0,5; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1,7$$

Общий поправочный коэффициент равен:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_p \cdot K_{\gamma p} = 0,73 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,7 = 0,62$$

Показатели степени  $x$ ,  $y$ ,  $n$  принимаем для черновой обработки:  $x=0,9$ ;  $y=0,6$ ;  $n=-0,3$ ;  $C_p = 243$  [1, том 2, стр. 273, табл. 22].

Радиальная сила:

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1^1 \cdot 0,08^{0,6} \cdot 196,3^{-0,3} \cdot 0,62 = 69,6 \text{ Н}$$

Для осевой силы резания  $P_x$ :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_p \cdot K_{\lambda p}$$

Расчет коэффициентов производится аналогичным способом:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_p \cdot K_{\gamma p} = 0,73 \cdot 1,17 \cdot 0,74 \cdot 1 \cdot 1 = 0,56$$

Показатели степени  $x$ ,  $y$ ,  $n$  принимаем для черновой обработки:  $x=1$ ;  $y=0,5$ ;  $n=-0,4$ ;  $C_p = 339$  [1, том 2, стр. 273, табл. 22].

Осевая сила равна:

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,08^{0,5} \cdot 196,3^{-0,4} \cdot 0,56 = 65 \text{ Н}$$

### Проверка выбранного режима резания для чистовой обработки:

Проверка на соответствие необходимой мощности станка к паспортной.

Фактическая мощность резания должна быть меньше номинальной мощности станка.

$$N_p \leq N_{\text{штп}}$$

$N_{\text{штп}} = 1 \text{ кВт}$  – мощность шпинделя станка 1713Ф3. Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot v_{\phi}}{60} = \frac{132,6 \cdot 196,3}{60} = 434,5 \text{ Вт}$$

$0,434 \text{ кВт} \leq 1 \text{ кВт}$ , обработка детали на данном оборудовании с заданными режимами резания возможна.

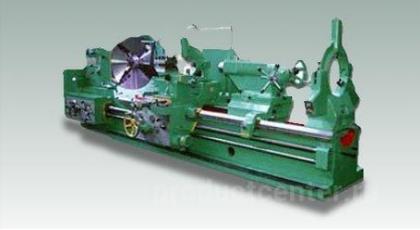
### 3.1.5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Выбор оборудования для обработки изделия является основополагающим фактором при написании технологического процесса. При выборе станка необходимо учесть такие параметры, как:

- Возможность станка обрабатывать деталь данного размера;
- Станок должен обеспечивать необходимую точность обработки и качество поверхности;
- Рассчитанные режимы резанья должны воспроизводиться на данном оборудовании;
- Производительность оборудования должна соответствовать расчётной.

При выборе оборудования необходимо пытаться достичь наиболее экономически взвешенных показателей.

Таблица 4

Название станка	Рисунок	Операция	Характеристики
Токарно-винторезный станок 1713ФЗ		Токарная обработка	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Класс точности А</li><li>2. Частота вращения шпинделя = 125-1250 об/мин</li><li>3. Мощность=1 КВт</li><li>4. Габаритные</li></ol>

### 3.1.6 НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕХОДОВ, ОПЕРАЦИЙ

Нормирование станочных работ основано на [1, том 2, гл. 13, стр. 874]. Норма времени для обработки детали на станке складывается из подготовительно-заключительной нормы времени и времени, необходимого на обработку каждого изделия.

$$N_{вр} = T_{ш} + \frac{T_{пз}}{n}, \text{ где}$$

$n$  – Количество деталей

$$T_{пз} = T_{нс} + T_{пси} + T_{д}$$

Для черновой обработки:

$$T_{пз} = 20 + 15 + 0 = 35$$

Где  $T_{нс}$  – время на наладку и настройку станка, мин [7, карта 50].

$T_{пси}$  – время на получение и сдачу инструмента и приспособлений, мин [7, карта 50].

$T_{д}$  – дополнительное время [7, карта 50].

Штучное время, затраченное на операцию:

$$T_{шт} = T_{о} + T_{вса} + T_{обс} + T_{пер}, \text{ где}$$

$T_{о}$  – время на обработку заготовки определяем по формуле:

$$T_{о} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ где}$$

$L$  – путь, пройденный инструментом при снятии слоя материала с  $i$ -го участка, мм.  $L = 40$

$i$  – число рабочих ходов резца,  $i = 2$ ;

$$T_{о} = \frac{40 \cdot 2}{250 \cdot 0,1} = 3,2 \text{ мин}$$

$T_{всп}$  – вспомогательное время, мин:

- Время на наладку детали [7, карта 2] 0,2 мин.
- Время на обработку детали [7, карта 20] принимаем 0,2 мин.
- Время на смену детали [7, карта 43] принимаем 0,15 мин

$$T_{всп} = 0,55 \text{ мин.}$$

Время на изменение формы и свойств детали:

$$T_{оп} = T_{о} + T_{всп} = 3,2 + 0,55 = 3,75 \text{ мин.}$$

Время на уборку оборудования и рабочего места:

$$T_{обс} = (3 - 8)\% \cdot T_{оп} = 0,2 \text{ мин}$$

Время рабочего на отдых и физиологические потребности:

$$T_{\text{пер}} = (4 - 9)\% \cdot T_{\text{оп}} = 0,2 \text{ мин}$$

Время на изготовление единицы продукции:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{o}} + T_{\text{вса}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{пер}} = 3,2 + 0,55 + 0,2 + 0,2 = 4,15 \text{ мин.}$$

$$H_{\text{вр}} = 4,15 + \frac{35}{40} = 5,9 \text{ мин.}$$

Для Чистовой обработки

$$T_{\text{пв}} = 20 + 15 + 0 = 35$$

Где  $T_{\text{нс}}$  – время на наладку и настройку станка, мин [7, карта 50].

$T_{\text{пси}}$  – время на получение и сдачу инструмента и приспособлений, мин [7, карта 50].

$T_{\text{д}}$  – дополнительное время [7, карта 50].

Штучное время, затраченное на операцию:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{o}} + T_{\text{вса}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{пер}}, \text{ где}$$

$T_{\text{o}}$  – время на обработку заготовки определяем по формуле:

$$T_{\text{o}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ где}$$

$L$  – путь, пройденный инструментом при снятии слоя материала с  $i$ -го участка, мм.  $L = 40$

$i$  – число рабочих ходов резца,  $i = 2$ ;

$$T_{\text{o}} = \frac{40 \cdot 2}{250 \cdot 0,08} = 4 \text{ мин}$$

$T_{\text{всп}}$  – вспомогательное время, мин:

- Время на наладку детали [7, карта 2] 0,2 мин.
- Время на обработку детали [7, карта 20] принимаем 0,2 мин.
- Время на смену детали [7, карта 43] принимаем 0,15 мин

$$T_{\text{всп}} = 0,55 \text{ мин.}$$

Время на изменение формы и свойств детали:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{o}} + T_{\text{всп}} = 4 + 0,55 = 4,55 \text{ мин.}$$

Время на уборку оборудования и рабочего места:

$$T_{\text{обс}} = (3 - 8)\% \cdot T_{\text{оп}} = 0,23 \text{ мин}$$

Время рабочего на отдых и физиологические потребности:

$$T_{\text{пер}} = (4 - 9)\% \cdot T_{\text{оп}} = 0,23 \text{ мин}$$

Время на изготовление единицы продукции:

$$T_{шт} = T_o + T_{вса} + T_{обс} + T_{пер} = 4 + 0,55 + 0,23 + 0,23 = 5,01 \text{ мин.}$$

$$N_{вр} = 5,01 + \frac{35}{20} = 6,85 \text{ мин.}$$

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**

В процессе выполнения технологической части, был разработан технологический процесс изготовления детали типа фланец. Были подобраны оборудования, оснастка, инструмент. Проведены расчеты режимов резания, расчет допусков на обработку, проведено нормирование технологических операций на токарном станке.

При выполнении технологической части и составлении маршрута обработки использовались современное оборудование и инструмент. Расчет произведен для мелкосерийного производства.

Разработка технологической части дает широкое понимание о процессах, происходящих при обработке изделий.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Н31	Могунов Александр Евгеньевич

<b>Институт</b>	<b>Институт кибернетики</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Технологии машиностроения и промышленной робототехники</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Бакалавриат</b>	<b>Направление/специальность</b>	<b>15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»</b>

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Анализ рынка Определение целевой аудитории Конкурентный анализ</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Проведение комплексного SWOT-анализа оборудования для закалки изделий токами высокой частоты</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Выявление и описание сильных и слабых сторон изделия, а также возможностей и угроз.</i></li> <li>2. <i>Выявление соответствия сильных и слабых сторон изделия внешним условиям окружающей среды.</i></li> <li>3. <i>Анализ результатов.</i></li> </ol>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

1. <i>Матрица SWOT</i>
------------------------

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	11.10.2016
-------------------------------------------------------------	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент каф. МЕН	Спицын Владислав Владимирович	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8Н31	Могунов Александр Евгеньевич		

## **4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **ВВЕДЕНИЕ**

В процессе разработки нового оборудования решается ряд конструкторско-технологических, производственных и эксплуатационных задач. Главными требованиями при создании нового оборудования являются: высокая производительность, технологичность и надежность.

Целью данного раздела является оценка конкурентоспособности проекта и востребованности его на рынке, именно эти параметры определяют перспективность разработки.

Объектом экономической части дипломной работы является оборудование для закалки изделий токами высокой частоты.

Цель:

1. Анализ рынка
2. Определение целевой аудитории
3. Конкурентный анализ
4. Выявление и описание сильных и слабых сторон проекта, а также возможностей и угроз для определения стратегии развития проекта.

Задачи:

1. Сравнение конкретных технических решение;
2. SWOT-анализ.

### **4.1 Анализ рынка**

В современном машиностроении к деталям машин и механизмов предъявляются высокие требования по твердости. Металлические детали узлов, работающие при высоких нагрузках должны обладать высокой твердостью поверхностного слоя. Повышенная твердость поверхностного слоя достигается путем закалки изделий. В машиностроении широкое распространение получила закалка токами высокой частоты. Процедура закалки токами высокой частоты позволяет достичь необходимой прочности на трение и истирание.

Сущность метода ТВЧ закалки основана на способности переменного тока проходить по поверхности детали. Незакаленная деталь помещается в электромагнитное поле, наведенное внутри медной трубки, согнутой по форме детали. Индуктивные токи, наведенные на поверхности закаливаемой детали, имеют высокую плотность, что и позволяет быстро нагревать поверхностный слой.

Разрабатываемое оборудование будет востребовано в сфере металлообработки и создании деталей машин и узлов, работающих под высокими нагрузками в связи с большой номенклатурой изделий, способных обрабатываться на данном оборудовании. Отличительной особенностью данного оборудования является высокая производительность и способность обрабатывать детали больших размеров.

## 4.2 Целевая аудитория

Производство данного оборудования рассчитано на рынок «business to business». Это означает то, что оборудование планируется продавать компаниям, которые будут предоставлять услуги клиентам, посредством использования данного оборудования.

Предполагаемую целевую аудиторию составляют:

1. Крупные машиностроительные и судостроительные компании;
2. Частные компании, специализирующиеся на закалке изделий.

Проведем сегментирование предполагаемого рынка.

Результаты отразим в сводной таблице 4.1.

Таблица 4.1. Карта сегментирования рынка реализации оборудования

		Параметры оборудования		
		Наличие ЧПУ	Возможность заковки крупногабаритных изделий	Высокая производительность
Размер производства	Единичное			
	Мелкосерийное			
	Массовое			

Из приведенной карте сегментирования рынка реализации оборудования, видно, что оборудование с такими техническими характеристиками наиболее выгодно реализовывать в сфере массового производства.

## 4.3 Конкурентный анализ

Анализ конкурентоспособности продукта позволяет определить наиболее вероятную позицию на рынке среди компаний, производящих подобный продукт. Анализ продукта и конкурентной среды позволяет выявить наиболее негативные стороны продукта и определить направление по их улучшению. Анализ своей продукции и сравнение с другими производителями позволяет вывести свой продукт на более выгодное место на рынке, понизить операционные риски и выбрать правильные каналы сбыта.

Конкуренты на рынке:

1. ООО «Элсит» - российский лидер по производству оборудования для заковки, производит оборудование для заковки изделий токами высокой частоты разных габаритных размеров. Отличительной

особенностью оборудования данной компании является наличие числового программного управления.

2. ООО «Сплитстоун» - российская компания, специализирующаяся на производстве и сбыте малой силовой электроники, техники и инструмента. Специализируется на производстве оборудования для закалки небольших деталей вручную.

Разрабатываемое оборудование отличается от уже существующего оборудования, возможностью закалки крупногабаритных деталей. Немаловажную роль в выполнении задачи по закалке крупногабаритных изделий играет модульность конструкции оборудования, что также положительно влияет на конкурентоспособность оборудования.

Для определения конкурентоспособности разработанного оборудования, необходимо сравнить наиболее важные технические и экономические характеристики оборудования с аналогами конкурентных производителей.

Сравнительный анализ приведен в таблице 4.2

Таблица 4.2 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>р</sub>	Б <sub>э</sub>	Б <sub>с</sub>	К <sub>р</sub>	К <sub>э</sub>	К <sub>с</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки							
Производительность	0,1	5	5	3	0,05	0,05	0,03
Энергоэкономичность	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
Автоматическое управление	0,06	5	5	1	0,3	0,3	0,06
Габариты	0,01	3	3	5	0,03	0,03	0,05
Безопасность	0,08	5	5	1	0,4	0,4	0,08
Уровень шума	0,03	1	1	3	0,03	0,03	0,09
Простота в эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Возможность обработки крупногабаритных изделий	0,15	5	5	1	0,75	0,75	0,15
Экономические критерии							
Востребованность оборудования	0,15	3	3	3	0,45	0,45	0,45
Уровень проникновения на рынок	0,06	1	5	3	0,06	0,3	0,18
Цена	0,15	3	3	4	0,45	0,45	0,6
Послепродажная гарантия	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Срок эксплуатации	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Итого	1	52	56	43	3,52	3,76	2,69

В таблице 4.1 коэффициенты Б<sub>р</sub> и К<sub>р</sub> соответствуют разработанному оборудованию; коэффициенты Б<sub>с</sub> и К<sub>с</sub> соответствуют компании «Слипстоун»; коэффициенты Б<sub>э</sub> и К<sub>э</sub> соответствуют компании «Элсит».

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, (1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;  
 $B_i$  – вес показателя (в долях единицы);  
 $B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Из сводной таблицы полученных результатов можно увидеть, что разработанное оборудование уступает оборудованию компании «Элсит» в конкурентоспособности по экономическим критериям, это можно объяснить тем, что компания «Элсит» находится на рынке довольно долгое время и успела завоевать большую часть рынка. Однако конкурентоспособность оборудования компании «Элсит» и конкурентоспособность разрабатываемого оборудования по техническим критериям равны, это можно объяснить схожестью принципиальной схемы оборудования.

Также из сводной таблицы видно, что разработанное оборудование превосходит продукцию компании «Слипстоун» по конкурентоспособности технических критериев. Данный факт объясняется тем, что оборудование компании «Слипстоун» не способно проводить обработку большой номенклатуры изделий, а также оборудование компании «Слипстоун», в отличие от разрабатываемого оборудования, не имеет числового программного управления, обработка производится вручную. Однако, можно увидеть, что продукция компании «Слипстоун» превосходит разработанное оборудование по конкурентоспособности экономических критериев, это объясняется тем, что компания «Слипстоун» давно на рынке, и уже успела занять свою нишу по производству оборудования для закалки мелких изделий вручную. Так же это можно объяснить более низкой ценой оборудования компании «Слипстоун».

### 4.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QQuality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно- исследовательский проект. Анализ по системе QuaD приведен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	
<b>Технические критерии оценки</b>					
Производительность	0,1	100	100	1	0,1
Энергоэкономичность	0,05	90	100	0,9	0,045
Автоматическое управление	0,06	100	100	1	0,06
Габариты	0,01	80	100	0,8	0,008
Безопасность	0,08	80	100	0,8	0,064
Уровень шума	0,03	60	100	0,6	0,018
Простота в эксплуатации	0,05	90	100	0,9	0,045
Возможность обработки крупногабаритных изделий	0,15	100	100	1	0,15
<b>Экономические критерии</b>					
Востребованность оборудования	0,15	80	100	0,8	0,12
Уровень проникновения на рынок	0,06	10	100	0,1	0,006
Цена	0,15	50	100	0,5	0,075
Послепродажная гарантия	0,05	100	100	1	0,05
Срок эксплуатации	0,06	100	100	1	0,06
Итого	1				0,801

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, (2)$$

где  $P_{ср}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Значение  $P_{ср}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя  $P_{ср}$  получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

#### 4.4 SWOT-анализ

SWOT-анализ – это метод стратегического планирования, который позволяет комплексно проанализировать проект и выявить факторы внешней и внутренней среды, влияющие на него.

SWOT – это аббревиатура 4 слов: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Внутренними факторами являются сильные и слабые стороны проекта, а возможности и угрозы являются внешними факторами.

Сильные стороны – это факторы, характеризующие способность проекта к конкурентной борьбе. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть особые ресурсы, являющиеся полезными с точки зрения конкуренции.

Слабые стороны – это факторы, негативно влияющие на способность проекта вести конкурентную борьбу на рынке.

Возможности – это любые возможные ситуации, складывающиеся в условиях окружающей среды, которые, позитивно сказались или скажутся в будущем на конкурентоспособности проекта.

Угроза – это любая возможная нежелательная ситуация, которая негативно скажется на конкурентоспособности проекта.

Первый этап анализа представляет собой перечисление всех возможных факторов внешней и внутренней среды. Для удобства результаты первого этапа анализа рекомендуется заносить в таблицу.

Таблица 4.4. SWOT-анализ.

<b>Сильные стороны (С):</b>	<b>Слабые стороны (Сл):</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уникальность разработки;</li> <li>2. Использование стандартных изделий;</li> <li>3. Модульность конструкции;</li> <li>4. Высокая производительность;</li> <li>5. Востребованность рынка.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Необходимость дополнительного оборудования для загрузки изделий на оборудование;</li> <li>2. Высокая стоимость.</li> </ol>
<b>Возможности (В):</b>	<b>Угрозы (У):</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рост спроса ввиду уникальности разработки;</li> <li>2. Создание эксклюзивного программного обеспечения для интеграции модулей и их штатной работы;</li> <li>3. Возможен приток частного капитала.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие спроса;</li> <li>2. Нестабильное финансирование;</li> <li>3. Ограничение на экспорт оборудования</li> </ol>

Второй этап анализа состоит в выявлении сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Выявленные соответствия или несоответствия должны помочь определить стратегию пути развития. Для удобства результаты второго этапа анализа рекомендуется заносить в таблицу.

Таблица 4.5. Соответствие сильных сторон возможностям

Сильные стороны проекта						
Возможность и проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	+	+	+
	B2	+	0	+	+	0
	B3	+	+	+	+	+

Таблица 4.6. Соответствие слабых сторон возможностям

Слабые стороны проекта			
Возможности проекта		Сл1	Сл2
	B1	-	+
	B2	-	+
	B3	-	-

Таблица 4.7. Соответствие сильных сторон угрозам

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

Таблица 4.8. Соответствие слабым сторонам угрозам

Слабые стороны проекта			
Угрозы проекта		Сл1	Сл2
	У1	+	+
	У2	+	+
	У3	+	+

Таблица 4.9. Итоговая матрица SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны:</b>	<b>Слабые стороны:</b>
<b>Возможности:</b>	<p><b>В1С1С3С4С5:</b>                      Ввиду роста спроса от уникальности разработки, положительными факторами будут уникальность конструкции, ее модульность и высокая производительность оборудования.</p>	<p><b>В1Сл2:</b>                      Отрицательным фактором для роста спроса будет являться высокая стоимость оборудования.</p>
<b>Угрозы:</b>	<p><b>У1С1С3С4С5:</b>                      Уникальность разработки накладывает определенные запреты на вывоз оборудования.</p>	<p><b>У1Сл1Сл2:</b>                      Отсутствие спроса может быть вызвано только высокой стоимостью оборудования. Данное оборудование рентабельно реализовывать на крупносерийных и массовых производствах.</p>

## 4.5 Планирование работы

### 4.5.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей. В данном разделе составляется перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проводится распределение исполнителей по видам работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.10.

Таблица 4.10. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность руководителя
Разработка технического задания.	1	Составление и утверждение технического задания.	Руководитель.
Выбор направления разработки.	2	Литературный обзор существующих аналогов.	Студент.
	3	Выбор направления разработки	Студент, руководитель.
	4	Календарное планирование.	Студент.
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований.	Студент.
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов.	Студент, руководитель.
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями.	Студент, руководитель.
Проведение ОКР.			
Разработка технической документации и проектирование	8	Разработка принципиальной схемы, создание модели.	Студент, руководитель.
	9	Расчет конструкции.	Студент.
	10	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия.	Студент.
Оформление отчета по НИР	11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент.

#### 4.5.2 Составление диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта.

Календарный план-график проведения работ (Диаграмма Ганта) представлен в таблице 4.11.

Таблица 4.11. Календарный план-график проведения работ.

№ работ	Вид работ	Исп-ли	Т <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление ТЗ.	Р	3	■												
2	Лит. обзор.	С	12	■	■											
3	Выбор напр-я	Р, С	2			■										
4	Календарное планирование	С	2			■										
5	Теоретические расчеты	С	12			■	■									
6	Создание модели	Р,С	12				■	■								
7	Анализ результатов	Р,С	6					■	■							
8	Разработка принципиальной схемы	Р,С	10					■	■	■						
9	Расчет констр-ии	С	12							■	■					
10	Оценка эффективности	С	8									■	■			
11	Составление отчета	С	12											■	■	■

### **Заключение по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», была исследована целевая аудитория рынка, анализ конкурентоспособности разработанного оборудования, был проведен SWOT-анализ оборудования для закалки изделий токами высокой частоты с целью выявления наиболее опасных факторов внешней среды и определения наиболее выгодной стратегии развития проекта. Был составлен план работы над проектом, распределены исполнители для каждого этапа, была составлена диаграмма Ганта.

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



Институт	<b>Институт кибернетики</b>
Направление подготовки (специальность)	<b>15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»</b>
Уровень образования	<b>Бакалавриат</b>
Кафедра	<b>ТМСПР</b>
Период выполнения	(осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Н31	Могунов Александр Евгеньевич

Тема работы:

Разработка конструкции оборудования для закалки изделий токами высокой частоты	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	№1393/с от 28.02.2017 г.

Форма представления работы:

<b>Бакалаврская работа</b>
----------------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### ЗАДАНИЕ

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, эл – магнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, эле – ктрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду</li> <li>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p><i>Рабочее место – станок с ЧПУ находится в цехе. Помещение закрытого типа. Естественная вентиляция воздуха. Освещение: Естественный и искусственный источники. Рабочее оборудование – ПЭВМ.</i></p> <p><i><u>Вредные факторы:</u> Плохая освещенность, высокий уровень шума, неблагоприятный микроклимат производственных помещений, монотонная работа, повышенные ионизирующее и электромагнитное излучения.</i></p> <p><i><u>Опасные факторы:</u> Электрический ток, подвижные части производственного оборудования.</i></p> <p><i><u>Негативное влияние на окружающую среду:</u> бытовые отходы.</i></p> <p><i><u>Чрезвычайные ситуации:</u> пожар.</i></p>

<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>- ГОСТ 12.1.003-83;  - ГОСТ 12.2.062-81;  - ГОСТ 12.1.012-90;  - ГОСТ 12.2.003-91;  - ГОСТ 12.2.062-81;  - ГОСТ 12.4.026-2001;  - ГОСТ 22.0.02-94;  - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03;  - СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03 (с изм. 2016 г.);  - СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96;  - СанПиН 2.2.4.1191-03;  - СНиП 2.10.02-84.</p>
<p><b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b></p>	
<p>1. Анализ выявленных <b>вредных</b> факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико – химическая природа фактора, его связь с разрабатываемой темой;</li> <li>- действие фактора на организм человека;</li> <li>- Приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>- Предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>- Шум в производственном помещении негативно сказывается на психофизиологическом состоянии. (СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03: При нахождении на рабочем месте в процессе работы на ПЭВМ, уровень шума не должен превышать 50дБА)  - Повышенный уровень вибраций отрицательно сказывается на здоровье рабочих. (ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность», амплитуда вибрации в помещении не должна превышать 0,0072x10<sup>-3</sup>м при частотах от 31,5Гц до 63 Гц).  - Негативные электромагнитное и ионизирующее излучения отрицательно сказываются на нервной и иммунной систему человеческого организма. (СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03: Напряженность электрического поля при частотах от 5Гц до 2кГц не должна превышать 25В/м, а при частотах от 2кГц до 400кГц не должна превышать 2,5В/м)  Средства защиты: Увеличение перерывов, уменьшение мощности оборудования и сокращение времени работы.</p>
<p>2. Анализ выявленных <b>опасных</b> факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механические опасности (источники, средства защиты)</li> <li>- термические опасности (источники, средства защиты)</li> <li>- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты);</li> <li>- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения);</li> </ul>	<p><u>- Механические опасности:</u>  Источник травмирования: подвижные части производственного оборудования.  Защита: защитное ограждение, датчики и кнопки экстренной остановки.  <u>- Термические опасности:</u>  Источник: индукционная трубка  Защита: защитное ограждение.  <u>- Электробезопасность:</u>  Источники опасности: Повышенная напряженность электрического поля;  Защита: повышение уровня электроизоляции.  <u>- Пожаровзрывобезопасность:</u>  Источники опасности: Пожар вследствие КЗ или попадания воспламеняющихся материалов в рабочую зону.</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>- Влияние на селитебную зону отсутствует.  - Оборудование не производит выбросов в атмосферу и сбросов в гидросферу.  - Отходы: Металлическая стружка, окалины. Закалочная жидкость собирается, отчищается от стружки и окалин и вновь подается в рабочую зону.</p>

<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p><u>Наиболее возможная ЧС: Пожар</u>  <u>Превентивные меры: Повышение уровня электроизоляции, ограждение рабочей зоны защитными экранами.</u>  <u>Меры по повышению устойчивости объекта к пожару:</u>  <u>Инструктаж рабочих по пожарной безопасности.</u></p>
<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Правовые нормы труда должны соответствовать требованиям.</p>
<p><b>Перечень расчётного и графического материала</b></p>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.10.2016
------------------------------------------------------	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Невский Е.С.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н31	Могунов Александр Евгеньевич		

## 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В процессе работы была разработана конструкция оборудования для закалки изделий токами высокой частоты и проведены необходимые расчеты с помощью специального программного обеспечения. Для управления программным комплексом оборудования, наладки оборудования, слежения за правильностью работы станка и загрузки деталей на него, необходимо участие человека. Работа человека с оборудованием влечет за собой ряд вредных и опасных факторов. В связи с этим, рабочем местом будем считать место работы оператора персонального компьютера.

В процессе работы на ПЭВМ, на организм человека оказывается крайне негативное воздействие. Так как вся работа с компьютером происходит посредством монитора, нагрузка на зрительные органы значительно возрастает из-за постоянного напряжения. Персональный компьютер является основным источником вредных факторов, таких как излучения всех длин волн и пульсация изображения.

Так же, при длительной работе на персональном компьютере у человека могут возникать ноющие боли в позвоночном отделе и суставах из-за постоянной напряженности мышечного корсета.

Чтобы рационализировать производственный процесс, необходимо учитывать предписанные нормы труда: соблюдать распорядок работы и отдыха.

Для уменьшения негативного влияния оборудования на организм человека, был разработан комплекс мероприятий трудового порядка.

### 5.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды

При проектировании оборудования, особое внимание уделяется созданию оптимальных условий труда и минимизации вредных воздействий физических, биологических и других факторов. Оптимальными условиями труда принято считать те условия, которые сохраняют здоровье работников и позволяют им работать продолжительное время без потери качества продукции.

#### 5.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте.

Источником шума в цехе является работающее оборудование. По ГОСТ12.1.003-83, максимально допустимый уровень шума составляет 60дБА.

Постоянный шум на рабочем месте оказывает резко негативное влияние на психофизическое здоровье человека, а также является причиной возникновения профессиональных заболеваний работников, таких как: заболевания сердечно-сосудистой системы, нарушение слуха, хронический стресс, гормональные расстройства, а также снижает тонус организма и иммунитет.

Уровень шума при работе оборудования данного типа уровень шума в помещении достигает 70дБА, что превышает допустимый уровень шума на рабочем месте согласно ГОСТ12.1.003-83. Однако при общем среднем уровне шума производственных помещений в 90дБА, уровень шума, создаваемый

данным оборудованием не критичен. Дополнительной защиты рабочих не требуется.

Для защиты работников от повышенного уровня шума, рекомендуется:

1. Использование работниками индивидуальных средств защиты;
2. Установка защитных экранов;
3. Работа по режиму сокращенного дня.

### **5.1.2 Повышенный уровень вибрации.**

Источником вибрации является все оборудование, работающее в цехе. Различают два типа вибрации:

1. Локальная – действует на определенные участки тела человека.
2. Общая – оказывает влияние на весь организм в целом.

Наиболее опасна вибрация, которая по своей частоте совпадает с собственной частотой организма.

При локальном воздействии вибрации, зачастую, верхние конечности наиболее подвержены её воздействию, что приводит к возникновению страшных профессиональных заболеваний таких, как: запястный туннельный синдром, патогенез и др.

При общем воздействии вибрации на организм человека в первую очередь страдают нервная система и анализаторы. Нарушения в их работе вызывают: головные боли, снижение работоспособности, частой утомляемости, и негативно влияет на все процессы в организме.

Согласно ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность», амплитуда вибрации в помещении не должна превышать  $0,0072 \times 10^{-3}$  м при частотах от 31,5 Гц до 63 Гц.

Для защиты работников от повышенного уровня вибрации, рекомендуется:

1. Уменьшить время работы в зоне с повышенной вибрацией
2. Установить в помещениях с источником вибраций дополнительный источник вибрации, колеблющийся в противофазе.

### **5.1.3 Негативное электромагнитное излучение**

Оборудование, которое создает или использует электрический ток априори будет являться источником электромагнитных излучений. Различают естественные (солнце, космос, Земля и другие планеты) и искусственные источники электромагнитного излучения.

Основным источником электромагнитного излучения будет являться генератор токов высокой частоты, при его работе вокруг оборудования создается сильное высокочастотное электромагнитное поле. Образующееся вокруг источника ЭМИ поле можно условно разделить на три участка: ближний – зона индукции; промежуточный – зона интерференции; дальний – зона излучения.

Основным видом воздействия излучения на организм является тепловое воздействие. Под действием ЭМИ возможно повышение как температуры тела в целом, так и отдельных частей тела и органов. Особо негативное воздействие электромагнитное излучение оказывает на центральную нервную систему и сердечно-сосудистую систему, а также может деструктивно влиять на ткани и органы человека.

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 "Электромагнитные поля в производственных условиях" предельно допустимые уровни напряженности электрического и магнитного поля при воздействии в течение всей смены составляет 500 В/м и 50 А/м, соответственно.

## **5.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды**

### **5.2.1 Повышенная напряженность электрического поля.**

В соответствии с ГОСТ 212-83 номинальное напряжение станков переменного тока должно быть 220В, допускается отклонение от номинальных параметров на величину, не более  $\pm 10\%$ .

Требования к электробезопасности производственных помещений согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009.

Для защиты от непреднамеренного прикосновения к токоведущим частям, рекомендуется:

- Устанавливать защитные ограждения
- Устанавливать защитные барьеры
- Изолировать рабочее место
- Изолировать токоведущие части
- Расположить токоведущие части в безопасном положении
- Использовать плавкие предохранители и автоматические выключатели для защиты от КЗ

Для защиты от поражения электрическим током при прикосновении к корпусам оборудования, рекомендуется использовать:

- Защитное зануление
- Защитное отключение
- Защитное заземление

Средства защиты применяют как отдельно, так и в сочетании друг с другом для увеличения надежности защиты от поражения электрически током.

Для защиты от термических ожогов в случае поражения электрическим током при работах на электроустановках, рекомендуется применять дополнительные средства защиты в виде термостойких комплектов одежды.

### **5.2.2. Подвижные части производственного оборудования.**

Подвижные части производственного оборудования представляют серьезную опасность для жизни и здоровья оператора. Неправильное

использование оборудования и нарушение техники безопасности может повлечь за собой серьезные травмы.

Оборудование должно иметь защиту от случайного включения, обеспечивать безопасность рабочих при наладке оборудования и загрузки деталей на станок.

Требования по безопасности оборудования согласно ГОСТ 12.2.003-91.

Для обеспечения безопасности при работе на производственном оборудовании рекомендуется:

- Оградить рабочую зону защитными экранами, исключающими возможность проникновения человека в рабочую зону;
- Установить датчики, определяющие наличие в зоне обработки живых существ.
- Установить защитные кожухи на все движущиеся элементы оборудования.

Оборудование укомплектовывается нормативно-технической документацией. При выполнении требований эксплуатации при работе, оборудование должно отвечать требованиям безопасности в течение всего срока службы.

### **5.2.3 Опасность получения термического ожога.**

Следствием несоблюдения техники безопасности рабочим при работе на оборудовании подобного типа возможно получение серьезных термических ожогов. Серьезный ожог может привести к летальному исходу.

Требования по безопасности оборудования согласно ГОСТ 12.2.003-91.

Для обеспечения безопасности рабочего, рекомендуется:

- Работать в жаропрочных комбинезонах с огнезащитной пропиткой;
- Использовать жаропрочные рукавицы или краги;
- Оборудовать рабочую зону защитными экранами, исключающими возможность проникновения конечностей в рабочую зону;
- Операции по установке и снятию деталей производить на выключенном, остывшем оборудовании.

Элементы оборудования, подверженные сильному нагреву в результате работы должны быть обозначены предупреждающими знаками о возможности получения термического ожога в соответствии с ГОСТ 12.4.026-2001.

## **5.3 Защита окружающей среды**

Защита окружающей среды в современном мире является одной из наиболее важных проблем. Выбросы предприятий на сегодняшний момент достигают колоссальных объемов, поэтому уровень загрязнения во многих районах индустриальных значительно превышен. Для уменьшения количества

выбросов в атмосферу следует отказаться от старых методов производства в пользу методов, обеспечивающих безотходность.

Размещение оборудования предполагается в производственных цехах, вдали от селитебной зоны. При работе оборудования не возникает вредных отходов, загрязняющих атмосферу. Для работы оборудования требуется большое количество спрея для охлаждения закаленной поверхности, который затем отчищается и вновь используется, выбросов в гидросферу нет. Окалина и стружка, получившиеся в результате закалки отделяются и повторно перерабатываются, выбросов в литосферу нет.

Удаление механических примесей из отработанного спрея может производиться посредством:

- Центробежной очистки;
- Отстаивания;
- Использования фильтров разной дисперсности.

В данном оборудовании возможно применение любого из вышеперечисленных методов.

#### **5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях.**

«Чрезвычайная ситуация; ЧС: Обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.» [ГОСТ 22.0.02-94]

Наиболее вероятная ЧС при работе данного оборудования – пожар, так как на рабочем месте имеется электрическая проводка под напряжением, питающая оборудование, осветительные приборы и ПЭВМ. Несоблюдение техники безопасности чревато возникновением пожара и уничтожением дорогостоящего оборудования и техники.

Наличие твердых сгораемых материалов в цехе относит данное помещение к категории Д.

Для исключения возможности возникновения пожара, рекомендуется:

- Проводить организационные мероприятия:
  1. Проводить противопожарный инструктаж с персоналом;
  2. Обучение техники безопасности при работе с оборудованием;
  3. Размещение инструкций по предотвращению и борьбе с пожаром.
- Проводить эксплуатационные мероприятия:
  1. Соблюдение техники безопасности при работе на оборудовании;
  2. Соблюдение норм эксплуатации оборудования;

3. Обеспечение свободного прохода;
  4. Содержание оборудования в исправном состоянии.
- Оснастить помещение средствами пожаротушения в соответствии с планом.

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

В соответствии с ГОСТ 12.2.062-81, оборудование должно быть оборудовано защитными устройствами:

- Исключающими вылет заготовки и инструмента из рабочей зоны
- Исключающими взаимодействие оператора с движущимися узлами оборудования за пределами рабочей зоны.
- Исключающими возможность травмирования человека при работе на оборудовании, его наладке и загрузке заготовок на станок.
- Исключающими расположение не закрытых защитными кожухами движущихся элементов оборудования за пределами рабочей зоны.
- Рабочая зона должна быть огорожена защитными экранами со всех сторон. Защитные экраны должны обеспечивать полную защиту оператора.
- Защитные устройства не должны ограничивать возможности станка, уменьшать освещенность рабочей зоны и мешать наблюдению за процессом обработки.
- Элементы оборудования, подверженные сильному нагреву в результате работы должны быть обозначены предупреждающими знаками о возможности получения термического ожога в соответствии с ГОСТ 12.4.026-2001.
- Оборудование должно быть оснащено кнопками экстренной остановки.

ГОСТ 12.1.003-83 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности» - нормативный документ, устанавливающий допустимый уровень шума на рабочих местах производственных помещений.

ГОСТ 12.1.012-90 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования» нормативный документ, устанавливающий допустимый уровень вибраций производственных помещений.

ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности» - нормативный документ, определяющий общие требования, предъявляемые к безопасности производственного оборудования.

ГОСТ 12.2.062-81 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные» - нормативный документ, определяющий требования, предъявляемые к безопасности защитных ограждений производственного оборудования.

ГОСТ 22.0.02-94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий» - нормативный документ, устанавливающий нормы безопасности при чрезвычайных ситуациях.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» - нормативный документ, устанавливающий уровень освещения производственных помещений и рабочих мест.

СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03 (с изм. 2016 г.) «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» - нормативный документ, устанавливающий порядок работы за ПЭВМ и уборки.

СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)» - нормативный документ, определяющий допустимый уровень воздействия электромагнитного излучения на работника.

СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» - нормативный документ, устанавливающий требования к микроклимату производственных помещений.

СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» - нормативный документ, устанавливающий допустимый уровень электромагнитных полей, создаваемых оборудованием в производственных помещениях.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В процессе написания данной выпускной квалификационной работы, была спроектирована конструкция оборудования для закалки изделий токами высокой частоты, разработан технологический процесс изготовления одной детали, выявлены возможные опасности при выходе продукции на рынок, а также вредные и опасные факторы при работе на данном оборудовании.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х томах. /под редакцией Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К.: Москва «Машиностроение» 1986 г.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 2-х т. /Москва «Машиностроение» 2001 г.
3. Кувалдин Е.И., Перевощиков В.Д.: Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием. /учебное пособие; Киров 2005 г.
4. Должиков В.П.: Разработка технических процессов механообработки в мелкосерийном производстве. /учебное пособие; Издательство ТПУ, Томск 2003 г.
5. Иванов А.С., Давыденко П.А., Шамов Н.П.: Курсовое проектирование по технологии машиностроения. / учебное пособие; Москва, РИОР, ИНФРА-М 2012г.
6. Допуски и посадки: Справочник в 2-х томах. /под редакцией Мягкова Л.К.: Москва «Машиностроение» 1983г.
7. Центральное бюро нормативов по труду при НИ институте труда государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам.: Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места, подготовительно-заключительного времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках./справочник; Москва, 1984г.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

1.

Перв. примен.

Подъемный механизм

№	x	z	S	n
0	150	100	ускорен	750
1	124	2	0,1	750
2	124	-40	ускорен	750
3	122	-40	ускорен	750
4	122	2	ускорен	750
5	125	2	0,08	850
6	125	-40	ускорен	850
7	122	-40	ускорен	850
8	122	2	ускорен	850
9	150	100	ускорен	850

- Ноль инструмента  
 - перемещение на рабочей  
 - ускоренное перемещение  
 - Ноль детали

Подп. и дата				
Взам. инв. №				
Инв. № дубл.				
Подп. и дата				

## Подъемный механизм

Расчетно-технологическая карта

Лит.	Масса	Масштаб
У	0,3	1:1
Лист		Листов 1

НИ ТПУ ИК ТМСПР  
Группа 8Н31

Инв. № подл.				
Изм. Лист				
Разраб.	Мозунов А.Е.			
Проб.	Козарь Д.М.			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Копировал

Формат А4



5.

Дубл.		Взам.		Подп.									
Р		П	Д или В	l	f	i	S	n	V				
0 01	8. Сверлить сквозное отверстие 3												
T 02	Сверло $\phi 22$ 2317-0169 ГОСТ 1452-75												
T 03	Циркуляр 3-6 ГОСТ 9244-75												
P 04		ПМ6	3,2	0,55	35		4,15	250	194,7				
05													
06	9. Расточить отверстие 3 начерно, выдерживая размер $\phi 250$ .												
07	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73												
08	ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80												
09													
10		ПМ7	3,2	0,55	35		4,15	250	194,7				
11													
12	10. Переустановить и закрепить заготовку.												
13	Патрон 3-х кулачковый, универсальное приспособление.												
14													
15													
16													
17													
18	11. Подрезать торец 1 начисто, выдерживая размер 40												
19	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73												
20	ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80												
21		ПМ8	4	0,55	35		5,01	250	196,3				
OK													

6.

Дубл.		Взам.		Подп.									
Р		П	Д или В	l	f	i	S	n	V				
0 01	4. Подрезать торец 3 начерно, выдерживая размер 20 мм												
T 02	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73												
T 03	ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80												
P 04		ПМ3	3,2	0,55	35		4,15	250	194,7				
05													
06	5. Переустановить и закрепить заготовку.												
07	Патрон 3-х кулачковый, универсальное приспособление.												
08													
09													
10													
11													
12	6. Подрезать торец 1 начерно, выдерживая размер 40												
13	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73												
14	ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80												
15													
16		ПМ4	3,2	0,55	35		4,15	250	194,7				
17													
18	7. Точить поверхность 2 начерно, выдерживая размер $\phi 400$												
19	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73												
20	ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80												
21		ПМ5	3,2	0,55	35		4,15	250	194,7				
OK													

7.

Р	П	Д или В	l	f	i	S	n	V
0 01	12. Точить поверхность 2 начисто, выдерживая размер $\phi 280$							
T 02	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73							
T 03	ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80							
P 04	ПМ9	4	0,55	35		5,01	250	196,3
05								
06	13. Подрезать торец 3 начисто, выдерживая размер 20							
07	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73							
08	ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80							
09								
10	ПМ10	4	0,55	35		5,01	250	196,3
11								
12	14. Переустановить и закрепить заготовку.							
13	Патрон 3-х кулачковый, универсальное приспособление.							
14								
15								
16								
17								
18	15. Подрезать торец 1 начисто, выдерживая размер 40							
19	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73							
20	ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80							
21	ПМ11	4	0,55	35		5,01	250	196,3
OK								

8.

Р	П	Д или В	l	f	i	S	n	V
0 01	16. Точить поверхность 2 начисто, выдерживая размер $\phi 400$							
T 02	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73							
T 03	ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80							
P 04	ПМ12	4	0,55	35		5,01	250	196,3
05								
06	17. Точить поверхность 3 начисто, выдерживая размер $\phi 250$							
07	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73							
08	ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80							
09	ПМ11	4	0,55	35		5,01	250	196,3
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
OK								

