

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

Школа ИНШПТ

Направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка механизма автоматической смены инструмента фрезерного станка

УДК 621.914.3-229-52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Белова Юлия Вадимовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Сикора Евгений Александрович	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Гаврикова Н.А	-		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Буханченко С.Е.	К.Т.Н.		

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



Инженерная школа производственных технологий
Направление подготовки (специальность) 151900 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»
Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель отделения
 материаловедения
 _____ В.А. Клименов

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Н41	Беловой Юлии Вадимовне

Тема работы:

Разработка механизма автоматической смены инструмента фрезерного станка	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 30.03.18 №2241

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
------------------------------------------	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Техническое задание на разработку механизма автоматической смены инструмента фрезерного станка; 2. Принципиальная схема установки; 3. Принципиальная кинематическая схема; 4. Требования к материалам.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор современных МАСИ; 2. Создание модели конструкции; 3. Подбор комплектующих и материалов к изделию; 4. Проведение статического анализа изделия; 5. Разработка технологического процесса изготовления детали.

<i>работы; заключение по работе).</i>	
---------------------------------------	--

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Чертеж общего вида 2. Кинематическая схема
---------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Гаврикова Надежда Александровна
Социальная ответственность	Невский Егор Сергеевич

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
-------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Сикора Евгений Александрович	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Белова Юлия Вадимовна		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Универсальные		
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 стремится 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	Требования ФГОС (ОК-

	речью, как на русском, так и иностранном языках, демонстрируя при этом навыки создания и редактирования профессиональных текстов с учетом логики рассуждений и высказываний	2, ОК-19); Критерий 5 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
Профессиональные		
P8	Разрабатывать, осваивать на практике и совершенствовать средства технологического оснащения, технологии, системы и средства автоматизации машиностроительных производств при организации серийного и массового выпуска изделий различного назначения	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	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

	программного обеспечения мирового уровня	и FEANI
P11	Уметь разрабатывать и внедрять технологии изготовления продукции машиностроения, основываясь на главных закономерностях, действующих в процессе ее изготовления с использованием современных информационных технологий	Требования ФГОС (ПК6, ПК-7, ПК-8, ПК-27, ПК-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 и FEANI
-----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку, содержащую 95 страниц. Включает в себя 33 рисунка, 10 таблиц, 8 приложений.

Ключевые слова: проектирование, механизм смены инструмента, инструментальный магазин, конструкция, оборудование

Объектом исследования является механизм автоматической смены инструмента, предметом исследования – конструкция и геометрические параметры конструкции механизма.

Цель выпускной квалификационной работы – конструкторско-технологическая разработка механизма автоматической смены инструмента фрезерного станка.

В результате процесса разработки создана 3D модель механизма автоматической смены инструмента.

Конструкция состоит из 4 сборочных единиц: гнездо, инструментальный магазин, механизм поворота руки автооператора, пневматический механизм.

Разработана конструкторская документация и оформлена технологическая карта на изготовление детали "Втулка поводковая". Проект удовлетворяет всем установленным требованиям производственной безопасности.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	11
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	14
1.1 Аналитический обзор современных механизмов автоматической смены инструмента	14
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	18
2.1 Техническое задание.	18
2.2 Модель МАСИ.....	18
2.3 Кинематическая схема МАСИ.....	19
2.4 Описание механизма крепления хвостовика оправки в гнезде	20
2.5 Статическое исследование в среде Simulation.....	21
2.6 Описание используемого материала	22
2.7 Подбор комплектующих	24
2.8 Расчет и подбор двигателя.....	24
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	27
3.1 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	29
3.1.1 Анализ технологичности конструкции детали.	29
3.2 Выбор вида и способа получения заготовки	30
3.3 Составление технологического маршрута обработки детали.....	31
3.4 Расчет необходимых припусков на механическую обработку	37
3.5 Расчет режимов резания	49
3.6 Выбор оборудования.....	56
3.7 Нормирование технологических переходов, операций	58
Заключение технологической части	68
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ	70
4.1 Введение	70
4.2 Анализ рынка.....	70
4.3 Планирование научно - исследовательских работ.	74
4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	74
4.3.2 Определение трудоёмкости выполнения работ	75
4.3.3 Разработка графика выполнения научного исследования	76
4.4 Бюджет научно - технического исследования (НТИ)	79
Вывод.....	80
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	84

5.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды	84
5.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте.	84
5.1.2 Повышенный уровень вибрации.	85
5.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды	85
5.2.1 Подвижные части производственного оборудования.	85
5.2.2 Пожарная безопасность.	86
5.3 Региональная безопасность	87
5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях.	89
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	90
Заключение	92
Литература.....	94
Приложение	96

ВВЕДЕНИЕ

Металлообрабатывающие станки должны отвечать постоянно растущим требованиям к оборудованию: обработка новых материалов, конструкции деталей и заготовок; а также обеспечивать техно- и экологическую безопасность персонала и т.д. Таким требованиям должны удовлетворять современные станки ЧПУ для производства конкурентоспособной продукции в критериях современного рынка.

Станочное оборудование из-за его высокой цены должно использоваться определенным потребителем, что может быть только при условии его интенсивной эксплуатации с наибольшим внедрением максимального фонда рабочего времени.

Невзирая на огромное обилие конструкций металлорежущих станков, общими остаются главные направления развития потребительских параметров станков, вне зависимости от выпускаемой им продукции и типа данного оборудования. Чтобы проанализировать перспективы развития металлорежущих станков необходимо выделить следующие тенденции. Увеличение производительности станка, которое оценивается уменьшением калькуляционного времени производства определенных изделий, достигается методом сокращения времени на переналадку оборудования (использования цифровой индикации и программного управления), сокращения основного времени (увеличения режимов резания: роста частот вращения шпинделей и скоростей движения подач) и вспомогательного времени (то есть автоматизации процесса установки заготовки и снятия детали за счет внедрения промышленных роботов и механизмов автоматической смены инструмента, увеличения скоростей холостых ходов, уменьшения пути перемещения инструмента).

Механизмы автоматической смены инструмента являются важным узлом, который определяется технологические возможности станка с ЧПУ, и позволяют минимизировать вспомогательное время.

На фрезерных станках с ЧПУ наиболее широко применяются многопозиционные револьверные головки, в которых наличие большого количества инструментов позволяет произвести полную фрезерную обработку деталей или заготовок. Всего восемью инструментами могут быть обработаны около 70 % заготовок, а более 95% заготовок - при наличии 13 инструментов. Револьверные головки применяются четырех-, шести-, восьмипозиционные и с большим числом позиций.[1]

В МАСИ должны соответствовать следующим основным требованиям:

1. Минимальное время смены инструмента.
2. Точность позиционирования.
3. Широкая область применения, простота в обслуживании

Проблема:

Дефицит автоматизированного оборудования в машиностроительной области в России (только 15 единиц оборудования из 100 являются автоматизированными) приводит к упадку производства машиностроительной области, так как оборудование морально устаревает, ручная наладка оборудования не соответствует высоким точностным требованиям готового изделия, а продолжительное вспомогательное время не позволяет произвести обработку большего количества деталей.

Объект исследования:

Конструкция механизма автоматической смены инструмента.

Цель работы:

Разработка конструкции механизма автоматической смены

инструмента, предназначенного для обеспечения стабильного точного, жесткого и надежного положения инструмента, а также минимального времени его смены.

Задачи:

1. Провести обзор современных механизмов автоматической смены инструмента;
2. На основе технического задания разработать конструкцию механизма автоматической смены инструмента для фрезерного станка;
3. Составить кинематическую схему МАСИ;
4. Спроектировать модель МАСИ в ПО SolidWorks;
5. Подбор материалов для МАСИ;
6. Провести статический анализ конструкции;
7. Разработка технологического процесса изготовления детали;
8. Анализ рынка, конкурентоспособности, затраты на разработку модели;
9. Анализ вредных и опасных факторов разработанной конструкции.

Практическая значимость

1. Разработана конструкция механизма автоматической смены инструмента.
2. Получение навыков проектирования.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Аналитический обзор современных механизмов автоматической смены инструмента

Перед началом проектирования конструкции механизма автоматической смены инструмента (МАСИ) необходимо изучить существующие технические решения и аналоги. Проанализировать и выделить их сильные и слабые стороны, сделать выводы и окончательно решить, как разработать конструкцию МАСИ.

В качестве примеров будут рассмотрены существующие механизмы автоматической смены инструмента. По конструктивному и компоновочному исполнению их делят на три группы:

1. с заменой всего шпиндельного устройства (револьверные шпиндельные головки);
2. со сменой инструмента в одном шпинделе (инструментальные магазины).

Револьверные шпиндельные головки

Револьверные шпиндельные головки наиболее компактны и просты по конструкции и расположены, как правило, на шпиндельной бабке металлообрабатывающего станка. Револьверную головку используют при низких требованиях к точности и при потребном количестве до 8 единиц. Время смены инструмента составляет 1-3 с. После перемещения в рабочее положение один из шпинделей становится приводным, получает вращение от главного привода. Устройство применяется на токарных, фрезерных, сверлильных станках.

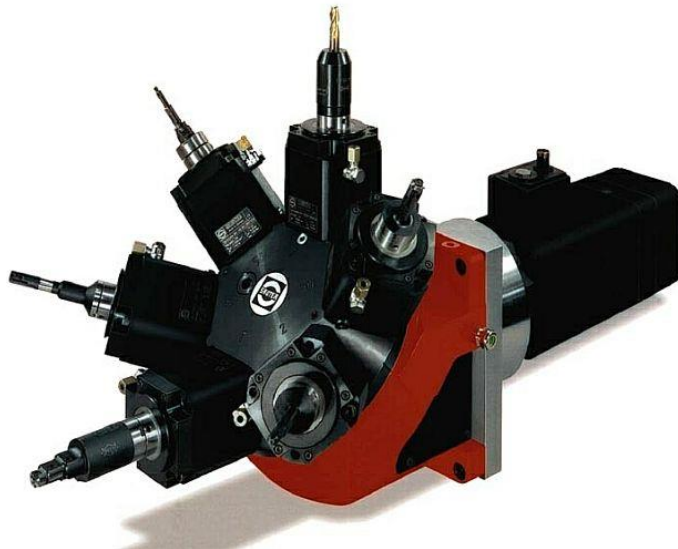


Рисунок 1.1 - Револьверная шпиндельная головка

Инструментальный магазин

«В станках сверлильно-фрезерного расточного типа наибольшее применение получили МАСИ с использованием инструментальных магазинов с размещением в них до 200 инструментов.» [2, с. 403] Инструментальные магазины дискового, барабанного и цепного типов в зависимости от компоновки станка могут располагаться на шпиндельной бабке, стойке, станине или рядом со станком.

Дисковые магазины выполняют с вертикальной, горизонтальной и наклонной осями поворота, представляют собой диски с выполненными на торцевой поверхности гнездами (ячейками) для инструментальных оправок. В дисковых магазинах можно разместить сравнительно небольшого количества инструментов, обычно не более 30.

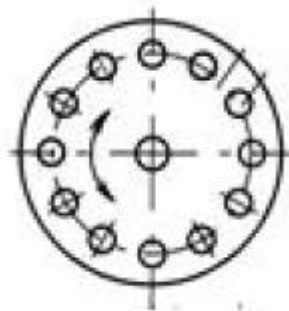


Рисунок 1.2 - Обозначение дискового инструментального магазина

Барабанные инструментальные магазины бывают с вертикальной

осью поворота и горизонтальной, устанавливаются в ячейки оправками инструмента. Инструментальные оправки устанавливаются по образующей. Емкость таких магазинов от 16 до 72 инструментов, могут выполняться многоярусными, что значительно увеличивает вместимость.

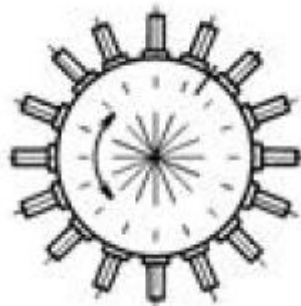


Рисунок 1.3 - Обозначение барабанного инструментального магазина

Цепные инструментальные магазины представляют собой ячейки для хранения оправок, инструментов соединенных между собой транспортной цепью, перемещающейся по направляющим. Емкостью от 16 до 360 инструментов. Цепные инструментальные магазины могут быть горизонтальными, вертикальными, наклонными, прямоугольными, треугольными, квадратными и более сложной формы. Это обеспечивает возможность легкого доступа к магазину для загрузки инструментов и компактность конструкции. Выполняются произвольной конфигурации, могут располагаться вблизи рабочей зоны оборудования, но предпочтительно располагать вне станка.

Также используются многоярусные барабанные и дисковые магазины большой вместимости, имеющие сложную конструкцию и значительные габариты.

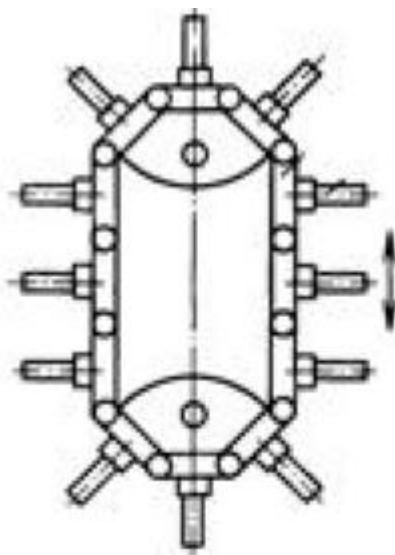


Рисунок 1.4 - Обозначение цепного инструментального магазина

Вывод

Револьверные головки отличаются простотой конструкции и малым количеством инструмента (до 8 единиц), а инструментальные магазины имеют более сложную конструкцию и в зависимости от типа имеют разную емкость инструментов: дисковые - до 30 шт., барабанные - 16 - 72 шт., цепные - 16 - 360 шт.

Исходя из описания и характеристик вышеупомянутых механизмов смены инструмента можно приступить к созданию МАСИ. Проектируемый МАСИ будет относиться к барабанным инструментальным магазинам, иметь емкость инструментов - 24 шт., но будет отличаться конструкцией. Также будет разработан механизм подъема-поворота руки автооператора для смены оправок.

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Техническое задание

- МАСИ для фрезерного станка;
- Карусель 24 гнезда;
- Применение оправок SK-40;
- Рычажный механизм с пневмоприводом.

2.2 Модель МАСИ

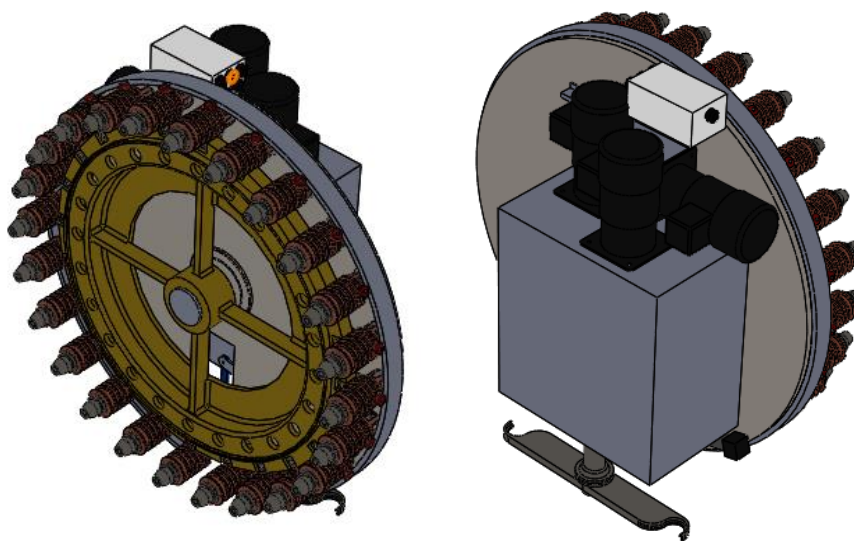


Рисунок 2.1 - Модель МАСИ

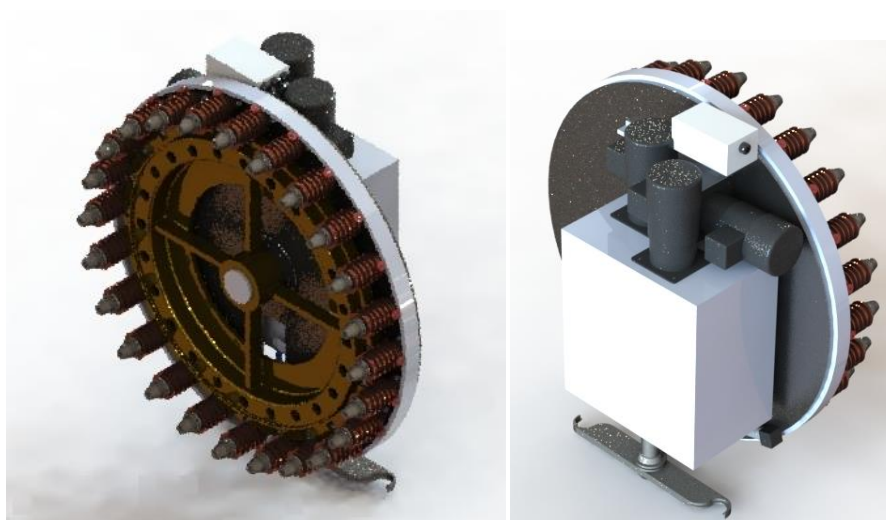


Рисунок 2.2 - Модель МАСИ в среде PhotoView 360

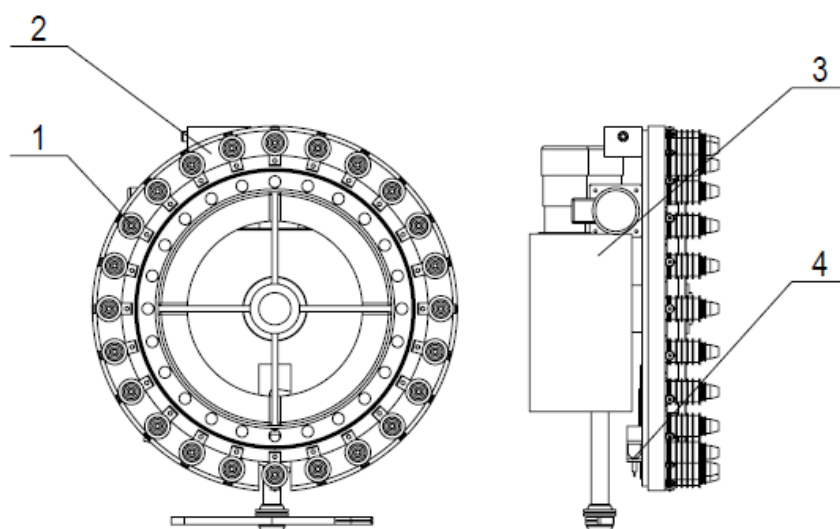


Рисунок 2.3 - Сборочный чертеж МАСИ

1 - Гнездо, 2 - Инструментальный магазин, 3 - Механизм поворота руки автооператора, 4 - Пневматический механизм.

2.3 Кинематическая схема МАСИ

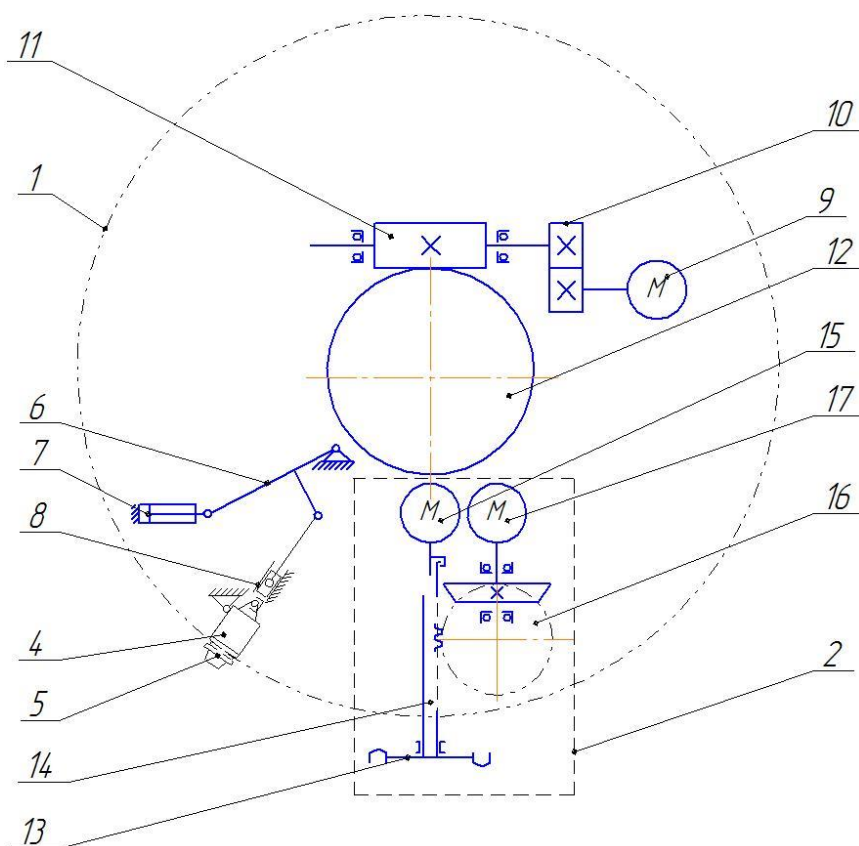


Рисунок 2.4 - Кинематическая схема МАСИ

Описание кинематической схемы

Механизм автоматической смены инструмента (рис. 2.2), выполненный в виде унифицированного модуля, состоит из инструментального магазина 1 автооператора 2, закрепленных на стойке станка. Инструментальный магазин представляет собой барабан 3, на периферии которого имеются 24 гнезда 4 для крепления оправок 5. Гнездо 4 приходит в движение за счет работы шатуна 6, соединенного с пневмоцилиндром 7 и ползуном 8.

Привод вращения инструментального магазина 1 осуществляет двигатель 9, шток которого соединен с зубчатой парой 10. Зубчатая пара 10 приводит в движение червяка 11, установленного с обратной стороны барабана 12.

Рука автооператора 13 приходит в движение за счет вала 14, соединенного с двигателем 15. Вал 14 имеет зубчатое сцепление с зубчатой передачей 16. Зубчатую передачу 16 приводит в движение двигатель 17 через коническую передачу.

2.4 Описание механизма крепления хвостовика оправки в гнезде

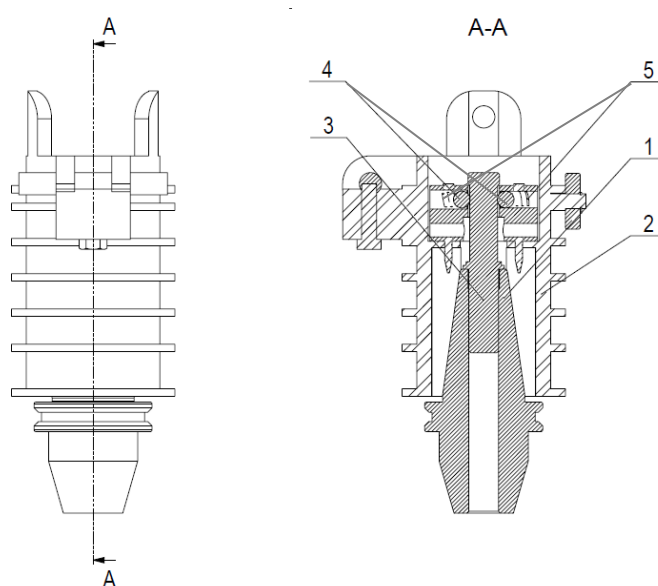


Рисунок 2.5 - Механизм крепления хвостовика оправки в гнезде

Для фиксации оправки 1 в гнезде 2, в конус оправки 1 вставляется хвостовик 3, за который с помощью шариков 4 и пружинок 5 крепится оправка 1 в гнезде 2.

2.5 Статическое исследование в Simulation

Статическое испытание барабана МАСИ. Барабан должен выдерживать вес гнезда, оправки, инструмента.

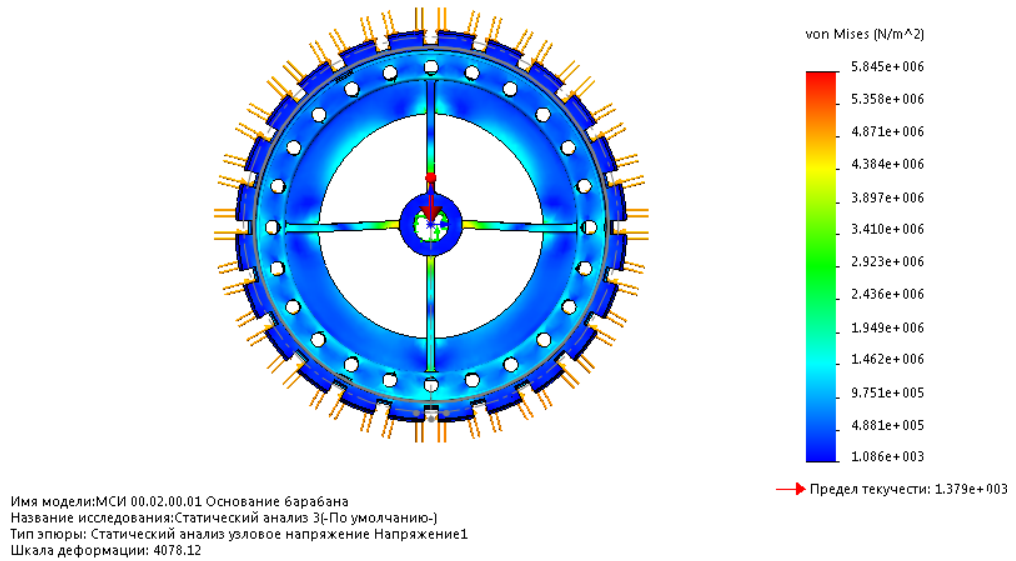


Рисунок 2.6 - Эпюра напряжения

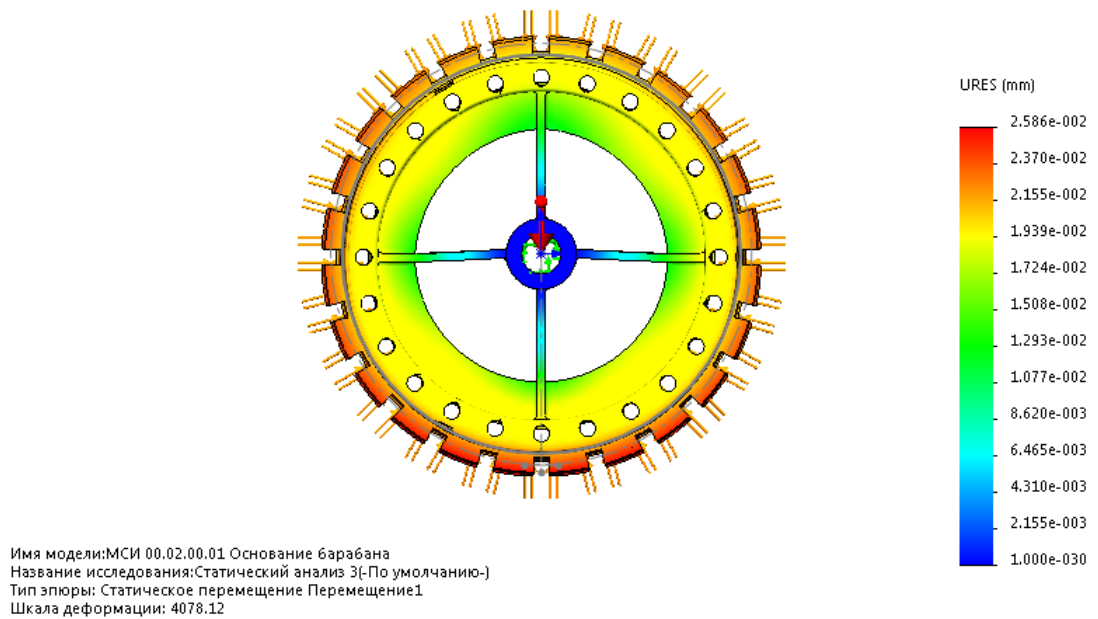


Рисунок 2.7 - Эпюра перемещения

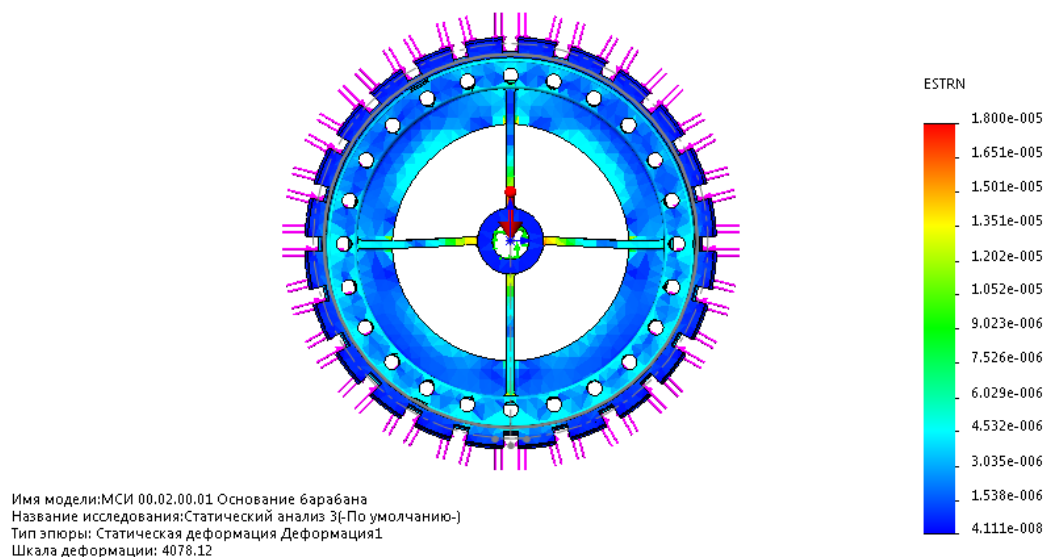


Рисунок 2.8 - Эпюра деформации

Из полученных в статическом исследовании эпюр видно, что барабан выдержит приложенную нагрузку.

2.6 Описание используемого материала

Материал барабана МАСИ

Решающими факторами, определяющими выбор материала барабана, являются твердость и износостойкость рабочих поверхностей, а также стабильность размеров и формы барабана в процессе его эксплуатации. Такие изделия изготавливают из сталей марок 40Х, 45, 50. В качестве основного метода упрочнения рекомендуется поверхностная закалка с индукционным нагревом до получения твердости 48...56 HRC.

Материал патрона

Легким по массе и прочным должен быть материал патрона для оправки. Такое гнездо не может быть изготовлено из углеродистой стали. Отношение прочности к удельному весу называется удельной прочностью. Удельный вес всех сталей практически одинаков. Предел временной прочности различается на порядок для разных марок от Ст. 10 до легированных и закаленных типа 38ХНЗМФА. Следовательно, выбираем

конструкционную легированную сталь 38ХНЗМФА, отличающуюся повышенной твердостью и прочностью, т.к. из более прочного материала можно сделать менее объемный и облегченный корпус для патрона.

Материал роликов

Для наибольшего сцепления ролика с соприкасаемой с ним поверхностью, а также для долговечности работы ролика, его следует производить из полиуретана. «Полиуретан – это пластичный полимерный материал, который может быть как жестким, так и мягким. Полиуретан относится к конструкционным материалам (КМ), механические свойства полиуретана дают возможность использовать его в деталях машин и механизмов, подвергающихся силовым нагрузкам. К данному виду промышленных материалов предъявляются очень серьезные требования с точки зрения сопротивляемости воздействию агрессивной внешней среды. Благодаря разнообразию механических свойств различных типов полиуретана, полиуретан применяется практически во всех сферах промышленности, для изготовления самых разнообразных уплотнений, эластичных форм для изготовления декоративных камней, защитных покрытий, лакокрасочных изделий, клеев, герметиков, деталей маломощных машин (валов, роликов, пружин и т. п.), изоляторов, имплантатов и прочих изделий. Из полиуретана, благодаря его чрезвычайно высокой износостойкости, изготавливаются подошвы обуви, спортивные шины, втулки и прокладки для фиксации абразивных камней в промышленности, причем в последнем случае полиуретановая втулка более долговечна, чем металлическая. Растворы полиуретана в органических растворителях – высокопрочные клеи. Из полиуретана изготавливают отбойники для автомобильных амортизаторов. Однако, использование полиуретанов значительно ограничено температурным диапазоном применения (от –60 до +80 °С)». [10]

2.7 Подбор комплектующих

Сконструирован МАСИ с учетом требований. Были использованы стандартные изделия, такие как:

- Оправка SK - 40;
- Болты М8 разной длины, М10 разной длины, М12 разной длины;
- Гайки;
- Шайбы;
- Стопорные кольца;
- Подшипники;
- Зубчатые колеса;
- Червяк;
- Пневмоцилиндр;
- Двигатели;
- Рука автооператора.

Стандартные изделия выбирались исходя из требований по жесткости и прочности.

2.8 Расчет и подбор двигателя

Необходимо подобрать шаговый двигатель для вращения барабана.

Масса барабана - 300 кг. Найдем вес тела:

$$F=mg, \text{ где}$$

m- масса тела, кг, g - ускорение свободного падения (9,81 м/с²).

$$F=300*9,81=2943 \text{ Н.}$$

Рассчитаем силу трения в подшипниках:

$$F_{\text{тр}}=F*\mu,$$

где μ -коэффициент трения качения(табл.).

$$F_{тр}=2943*0,01=29,43Н.$$

Определим крутящий момент:

$$M=F_{тр}*r, \text{ где}$$

r -плечо силы, м.

$$r=90 \text{ мм} = 0,09 \text{ м.}$$

$$M=29,43*0,09 = 2,7 \text{ Н*м.}$$

Найдем передаточное отношение червячной передачи: $u=Z1/Z2$, где $Z2$ - число зубьев червячного колеса; $Z1$ -число витков (заходов) червяка.

$$u1=24/2=12$$

Найдем передаточное отношение зубчатой передачи: $u=Z1/Z2$, где $Z2$ - число зубьев червячного колеса; $Z1$ - число зубьев червячного колеса.

$$u2=36/38=0.95$$

Передаточное число:

$$u=u1 *u2=12*0,95=11,4.$$

Крутящий момент:

$$M_{кр}=2,7/11,4=0,24 \text{ Н*м}=2,5 \text{ кг*см.}$$

Таблица 2.1 - Коэффициенты трения качения

Стальное колесо по стали	0,001-0,05
Деревянное колесо по дереву	0,05-0,08
Стальное колесо по дереву	0,15-0,25
Пневматическая шина по асфальту	0,006-0,02
Деревянное колесо по стали	0,03-0,04
Шарикоподшипник (подшипник качения)	0,001-0,004
Роликоподшипник (подшипник качения)	0,0025-0,01
Шарик твердой стали по стали	0,0005-0,001

Таким образом выбираем шаговый двигатель 35HS38-1004А, обладающий следующими характеристиками:

Угловой шаг (градусы) - 1,8

Ток (А) - 1

R (Ом) - 7,4

L (мГн) - 10

Момент (кг*см) - 2,5

Диаметр вала (мм) - 50.



Рисунок 2.9 - Шаговый двигатель 35HS38-1004А

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Введение

Технологический процесс – важная часть в производственном процессе, в которой содержится операции по определению и изменению изделия, т. е. по изменению размеров, формы, свойств материалов, контроля и перемещения заготовки.

Разрабатывается на основании технического задания на изделие и представляет собой последовательность операций: выбор заготовки, её обработка на станках для получения деталей с окончательными формами и размерами; регулирование и контроль изделия; окраска и отделка изделия.

Технологический процесс должен проектироваться наиболее рациональным и экономичным способом обработки для удовлетворения требований к деталям для обеспечения правильной работы готового изделия.

Целью данной работы является составление технологического процесса для втулки поводковой.

Задачами являются:

1. Анализ технологичности изделия;
2. Изучение и выбор способов получения необходимой заготовки;
3. Технологический маршрут;
4. Расчёт припусков механической обработки;
5. Расчёт режимов резания для точения;
6. Выбор необходимого оборудования и оснастки;
7. Нормирование технологических переходов и операций;

3.1 Проектирование технологического процесса изготовления

детали

3.1.1 Анализ технологичности конструкции детали

Любая конструкция (деталь, узел, машина) в процессе проектирования, а также в производственных условиях, должна быть проанализирована тщательным образом. Цель данного анализа - выявление недостатков конструкции по всем сведениям, содержащимся в технических требованиях и чертежах и возможность улучшения технологичности данной конструкции.

К подробному изучению чертежей сводится технологический контроль. Рабочие чертежи деталей должны содержать сведения (данные), дающие полное представление о детали (разрезы и сечения), четко и ясно объясняющие возможные способы получения заготовки и конфигурацию детали. На чертеже изготавливаемой детали должны быть указаны все размеры с необходимыми допусками, классы чистоты обрабатываемых поверхностей и взаимного положения поверхностей, допускаемые отклонения от геометрических форм. Также чертеж должен включать в себя все необходимые сведения о весе детали, материале детали, термической обработке, применяемых декоративных и защитных покрытиях и т. п. Следовательно, технологический контроль – это одна из важнейших стадий проектирования технологических процессов и в большинстве случаев способствует уточнению и выяснению приведенных выше факторов.

Технологический анализ - это один из наиболее важных этапов технологической разработки, обеспечивающий улучшение технико-экономических показателей данного технологического процесса.

При таком анализе детали можно выделить ряд следующих факторов:

- 1) Легкодоступны для режущего инструмента должны быть обрабатываемые поверхности.

2) Требуемая точность размеры и должны достигаться на доступном технологическом оборудовании;

С точки зрения технологичности отрицательными следует считать факторы:

- 1) Наличие высокой шероховатости отдельных поверхностей;
- 2) Наличие конической поверхности;
- 3) Соотношение $\frac{l}{D} \ll 1$ и $\frac{l}{D} > 10$.

3.2 Выбор вида и способа получения заготовки

Выбор заготовки зависит от формы детали и ее размеров, материала, типа и вида производства, наличия необходимого оборудования для обработки данной детали. Главным фактором при выборе заготовки является обеспечение заданного качества готовой детали при ее минимальной себестоимости. Себестоимость детали определяется суммированием себестоимости заготовки по калькуляции заготовительного цеха и себестоимости ее последующей обработки до достижения заданных требований качества по чертежу.

Существуют различные способы получения заготовок. Мелкосерийное производство характеризуется тем, что большая часть металла уходит в стружку, из чего следует, что заготовка не совсем соответствует форме готового изделия.

Анализируя чертеж, приходим к выводу, что наиболее выгодный способ получения заготовки - прутки.

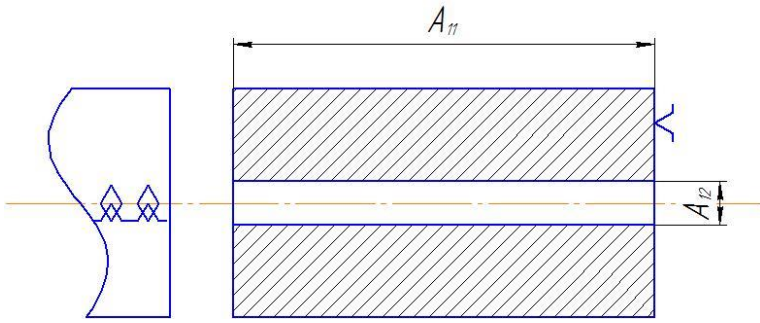
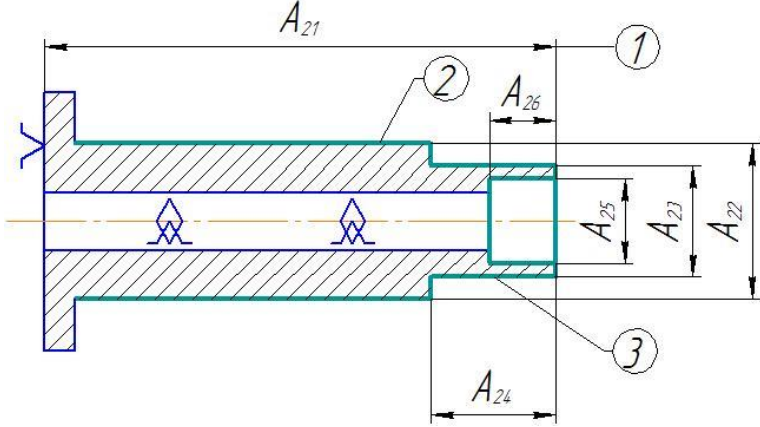
В качестве заготовки для детали принимаем горячекатаный прутки из стали Сталь 20 диаметром 64 мм обычной точности по ГОСТ 2590-88.

В данном случае при использовании прутка в качестве заготовки ее форма и размеры будут достаточно близки к размерам готовой детали. Так как горячекатаный прутки имеет однородную структуру, в нем обеспечено постоянство механических свойств.

3.3 Составление технологического маршрута обработки детали.

Деталь: втулка поводковая; **Материал:** Сталь 20; **Заготовка:** пруток $\varnothing 64\text{мм } 120\text{мм}$; **Число деталей:** 100 шт.

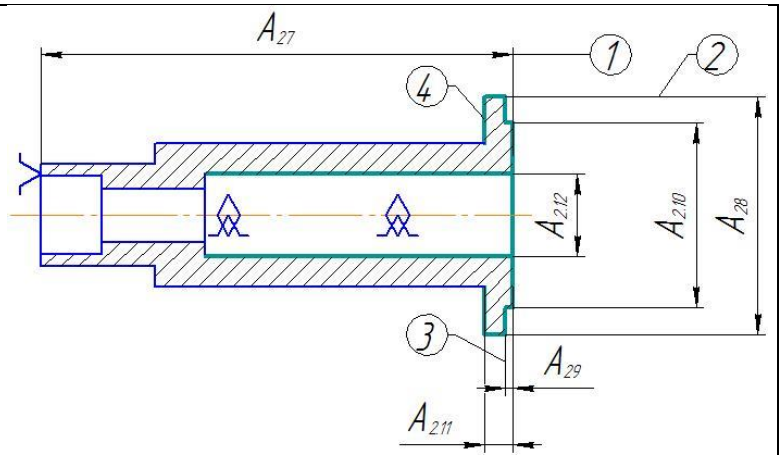
Таблица 3.1 -Технологический маршрут обработки детали

<p>005 Заготовительная</p> <p>А. Установить и закрепить пруток;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отрезать заготовку и выдержать размер A_{11}, предварительно подрезав торец. 2. Просверлить сквозное отверстие, выдержав размер A_{12}. 	
<p>010 Токарная черновая с ЧПУ</p> <p>А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{21}; 2. Точить цилиндр 2, выдерживая размер A_{22} и A_{23}; 3. Точить цилиндр 3, выдерживая размер A_{24}; 4. Расточить отверстие, выдерживая размер A_{25}; 5. Расточить отверстие, выдерживая размер A_{26} и A_{27}. 	

Б. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;

1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{27} ;
2. Точить цилиндр 2, выдерживая размер A_{28} ;
3. Подрезать торец 3, выдерживая размер A_{29} и $A_{2,10}$;
4. Точить торец 4, выдерживая размер $A_{2,11}$;

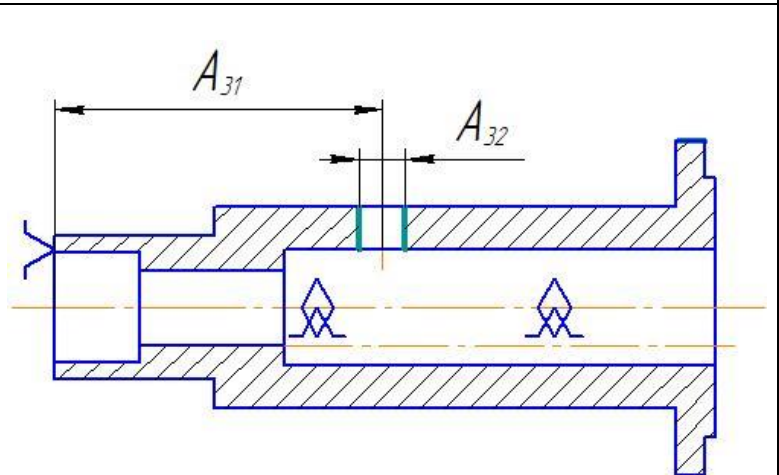
Расточить отверстие, выдерживая размер $A_{2,12}$.



015 Сверлильная

А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон;

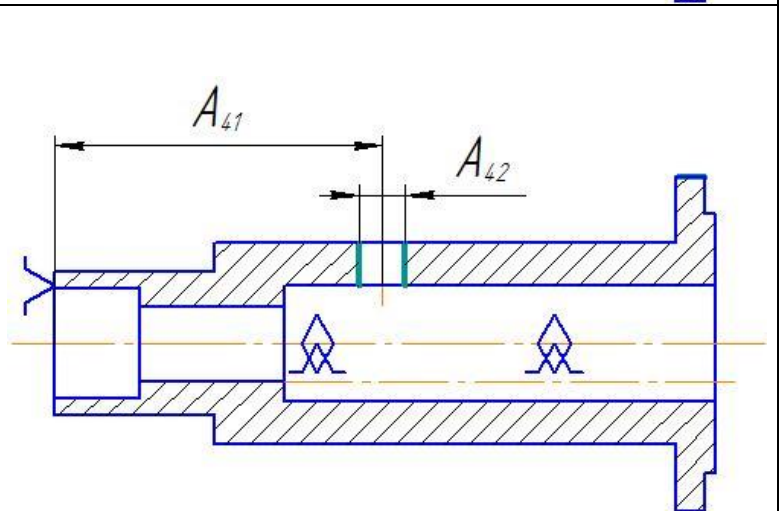
1. Сверлить отверстие, выдерживая размеры A_{31} и A_{32} .



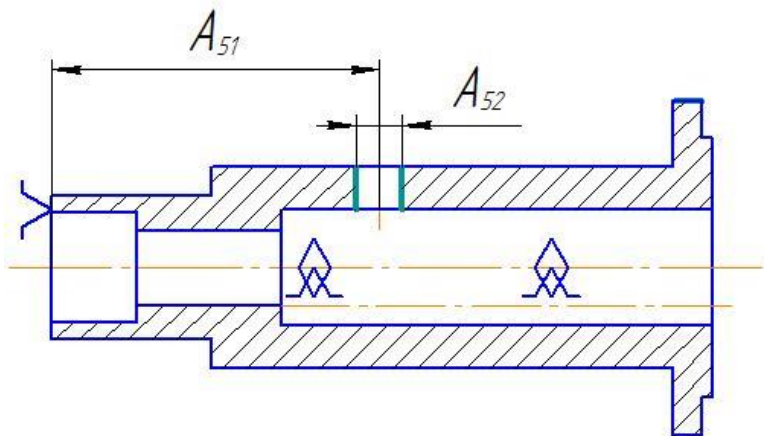
020 Зенкерование черновое

А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон;

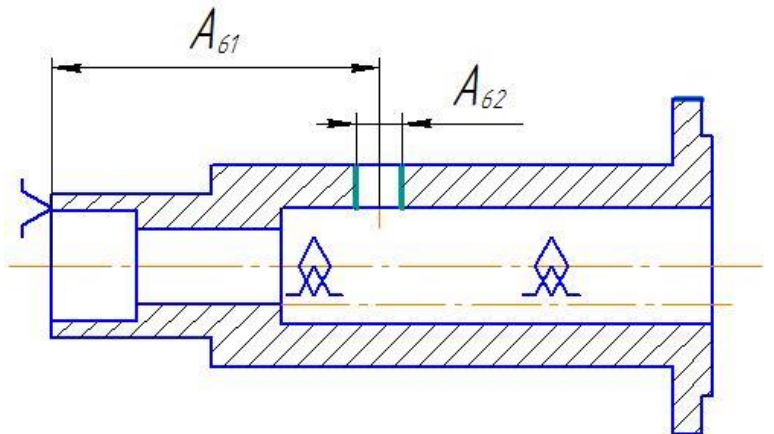
1. Зенкеровать отверстие, выдерживая размеры A_{41} и A_{42} .



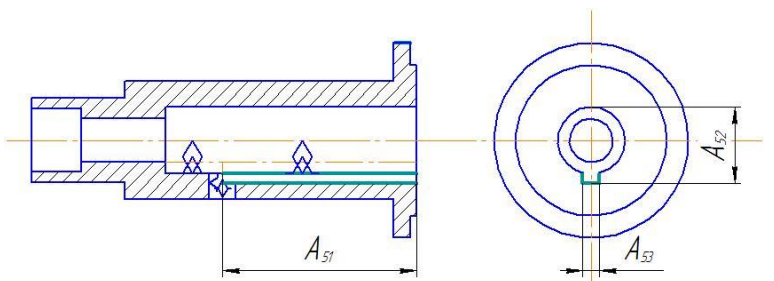
025 Зенкерование чистовое
 А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон;
 1. Зенкеровать отверстие, выдерживая размеры A_{51} и A_{52} .



030 Развертывание нормальное
 1. Развертываем отверстие, выдерживая размеры A_{61} и A_{62} .



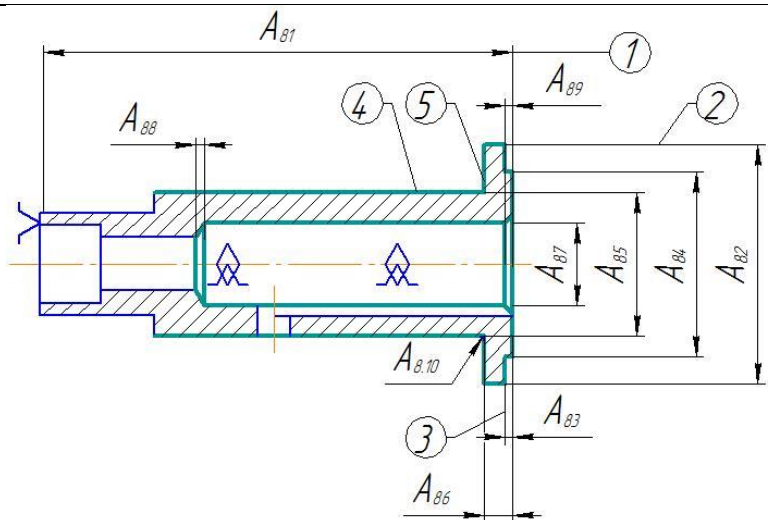
035 Фрезерная
 А. Устанавливаем заготовку в специальное приспособление - призма с пальцем.
 2. Фрезеруем паз, выдерживая размеры A_{71} , A_{72} и A_{73} .



040 Чистовая токарная с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;

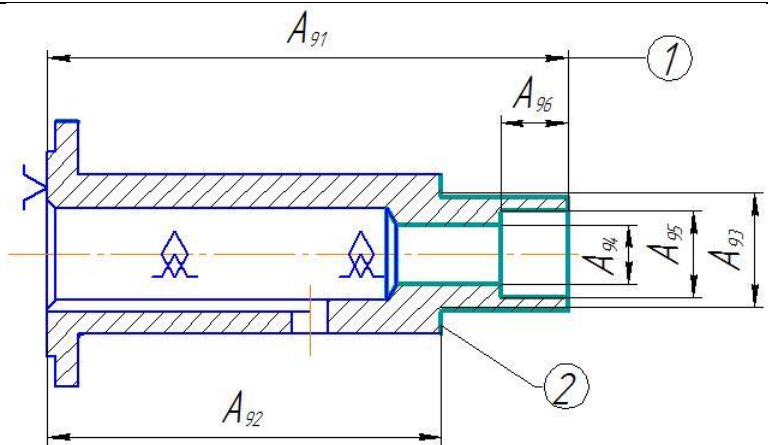
1. Подрезать торец 1, выдержав размер A_{81} ;
2. Точить цилиндр 2, выдержав размер A_{82} ;
3. Подрезать торец 3, выдерживая размеры A_{83} и A_{84} ;
4. Точить цилиндр 4, выдерживая размеры A_{85} и A_{86} ;
5. Точить торец 5, выдерживая размер A_{86} ;
6. Расточить отверстие, выдержав размер A_{87} ;
7. Точить фаски, выдерживая размеры A_{88} и A_{89} ;
8. Точить скругление, выдерживая размер $A_{8.10}$.



045 Чистовая токарная с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;

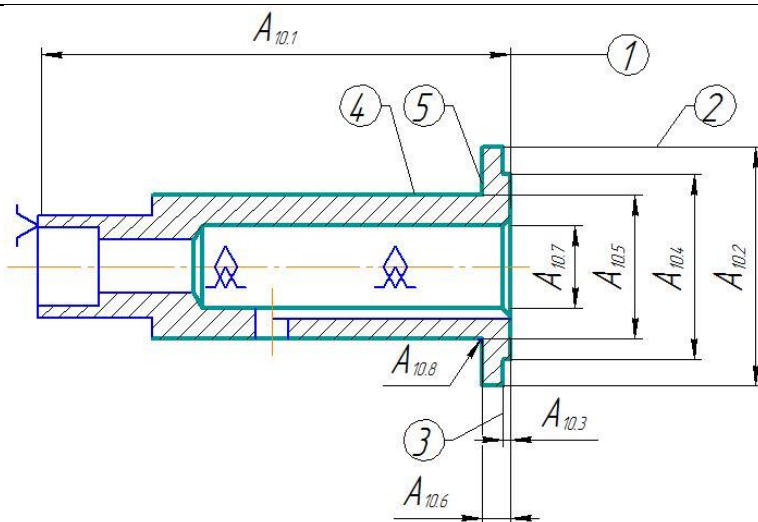
1. Подрезать торец 1, выдерживая размер $A_{9.11}$;
2. Точить цилиндр 2, выдерживая размер $A_{9.12}$ и $A_{9.13}$;
3. Расточить отверстие, выдержав размеры $A_{9.14}$;
4. Расточить отверстие, выдержав размеры $A_{9.15}$ и $A_{9.16}$.



050 Тонкая токарная с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;

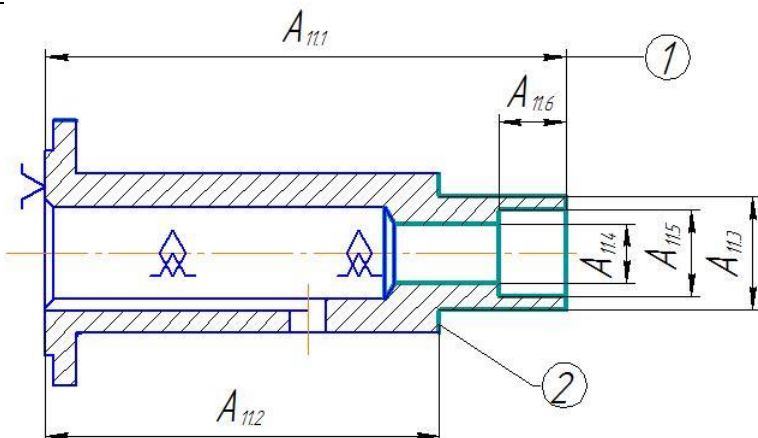
1. Подрезать торец 1, выдержав размер $A_{10.1}$;
2. Точить цилиндр 2, выдержав размер $A_{10.2}$;
3. Подрезать торец 3, выдерживая размеры $A_{10.3}$ и $A_{10.4}$;
4. Точить цилиндр 4, выдерживая размеры $A_{10.5}$ и $A_{10.6}$;
5. Точить торец 5, выдерживая размер $A_{10.6}$;
6. Расточить отверстие, выдержав размер $A_{10.7}$;
7. Точить скругление, выдерживая размер $A_{10.8}$.

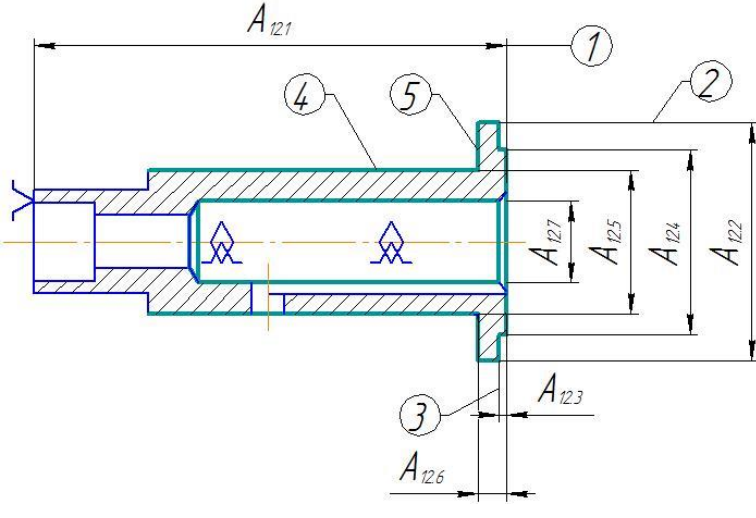
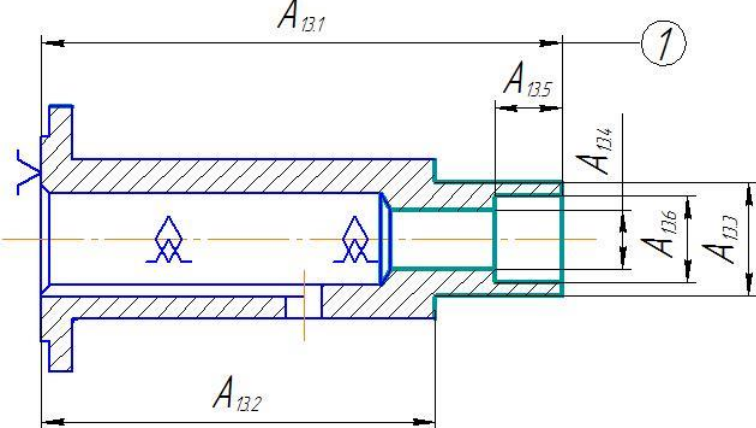


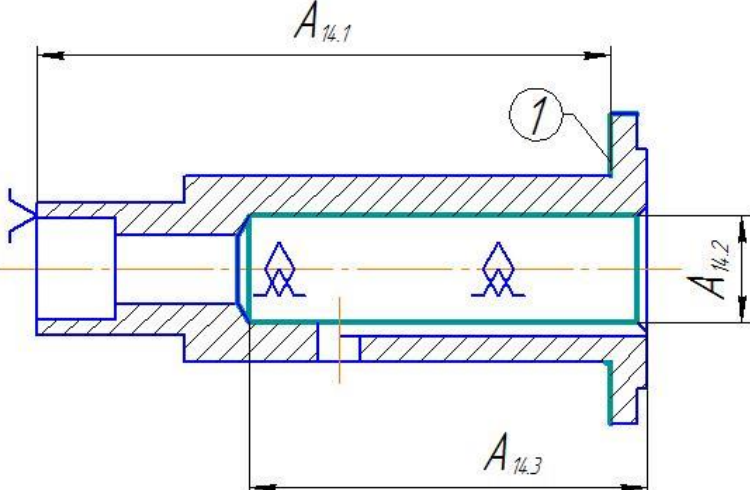
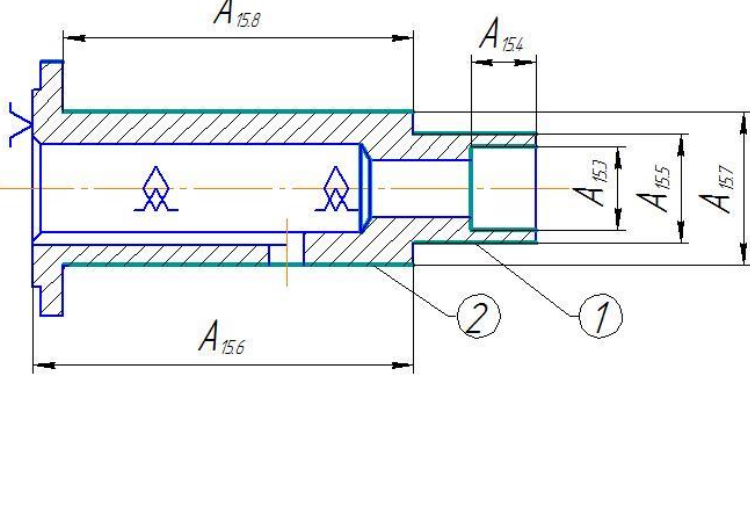
055 Тонкая токарная с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;

1. Подрезать торец 1, выдерживая размер $A_{11.1}$;
2. Точить цилиндр 2, выдерживая размер $A_{11.2}$ и $A_{11.3}$;
3. Расточить отверстие, выдержав размеры $A_{11.4}$;
4. Расточить отверстие, выдержав размеры $A_{11.5}$ и $A_{11.6}$.



<p>060 Предварительно шлифовальная</p> <p>А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Шлифовать 1, выдержав размер $A_{12.1}$; 2. Шлифовать цилиндр 2, выдержав размер $A_{12.2}$; 3. Шлифовать торец 3, выдерживая размеры $A_{12.3}$ и $A_{12.4}$; 4. Шлифовать цилиндр 4, выдерживая размеры $A_{12.5}$ и $A_{12.6}$; 5. Шлифовать торец 5, выдержав размер $A_{12.6}$; 	 <p>The drawing shows a shaft with a central hole. Dimensions are indicated as follows: $A_{12.1}$ is the total length; $A_{12.2}$ is the diameter of the main shaft section; $A_{12.3}$ is the diameter of the left end section; $A_{12.4}$ is the diameter of the right end section; $A_{12.5}$ and $A_{12.6}$ are diameters of the two central cylindrical sections. Features 1, 2, 3, 4, and 5 are marked with circles and arrows pointing to specific diameters or surfaces.</p>
<p>065 Предварительно шлифовальная</p> <p>А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Шлифовать торец 1, выдерживая размер $A_{10.8}$; 2. Шлифовать цилиндр, выдерживая размер $A_{10.9}$ и $A_{10.10}$; 3. Шлифовать отверстие, выдержав размеры $A_{10.11}$; 4. Шлифовать отверстие, выдержав размеры $A_{10.12}$ и $A_{10.13}$; 	 <p>The drawing shows a shaft with a central hole. Dimensions are indicated as follows: $A_{10.8}$ is the diameter of the left end section; $A_{10.9}$ and $A_{10.10}$ are diameters of the main shaft section; $A_{10.11}$ is the diameter of the hole; $A_{10.12}$ and $A_{10.13}$ are diameters of the hole at different positions. Feature 1 is marked with a circle and arrow pointing to the diameter of the main shaft section.</p>
<p>070 Термическая обработка</p> <p>Цементация поверхности заготовки $h_{0,8...1,1}$ мм. 58...63 HRC.</p>	

<p>075 Чистовая шлифовальная А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне; 1. Шлифовать торец 1, выдержав размер $A_{14.1}$; 2. Шлифовать отверстие, выдерживая размеры $A_{14.2}$ и $A_{14.3}$.</p>	
<p>Б. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне; 1. Шлифовать отверстие, выдержав размеры $A_{15.3}$ и $A_{15.4}$; 2. Шлифовать цилиндр 1, выдерживая размер $A_{15.5}$ и $A_{15.6}$; 3. Шлифовать цилиндр 2, выдерживая размер $A_{15.7}$ и $A_{15.8}$.</p>	

3.4 Расчет необходимых припусков на механическую обработку

«Припуск на обработку - слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в процессе ее обработки для обеспечения заданного качества детали.

Промежуточный припуск - слой материала, удаляемый при выполнении отдельного технологического перехода.

Общий припуск - слой материала, необходимый для выполнения всей совокупности технологических переходов, т.е. всего процесса обработки данной поверхности и черновой заготовки до готовой детали.

Припуск назначают для компенсации погрешностей, возникающих в процессе предшествующего и выполняемого переходов

технологического процесса изготовления детали.

Величину припуска для элементарной поверхности детали определяют расчетно-аналитическим методом или ориентировочно назначают по соответствующим справочным таблицам (ГОСТам).

Аналитический расчет производится с целью определения минимально необходимой и достаточной величины припуска на механическую обработку Z_{\min} .

Расчету припуска должен предшествовать план обработки данной поверхности: последовательность технологических переходов, способы установки заготовки при осуществлении каждого перехода и результаты обработки поверхности (прогнозируемые) при каждом технологическом переходе.» [3, том 1, глава 3, с. 162]

Расчет припусков на обработку для размера 35 к6 $\begin{pmatrix} +0,020 \\ +0,003 \end{pmatrix}$ мм

Необходимо рассчитать (в соответствии с заданием) припуски на обработку и промежуточные предельные размеры для диаметрального размера 35к6 $\begin{pmatrix} +0,020 \\ +0,003 \end{pmatrix}$.

Заготовку получаем путем отрезания от прутка. Технологический маршрут обработки данного размера состоит из 6-ти технологических операций.

Погрешность установки и закрепления принимаем равной нулю и не учитываем в расчетах, так как заготовка устанавливается в самоцентрирующийся трехлапчатый патрон.

Из табл.1 для заготовительной операции выбираем параметры Rz и T , а для остальных операций.

При обработке вала $\rho_{3\Sigma}$ определяется:

$$\rho_{3\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma K}^2 + \Delta_{Ц}^2}$$

Расчет общего отклонения оси от прямолинейности:

$$\Delta_{\Sigma K} = \Delta_K * l_K;$$

Δ_K – удельная кривизна [3, с. 186], l_K – размер от сечения.

$$\Delta_{\Sigma K} = 0,15 * 115 = 17,25 \text{ мкм};$$

Смещение Δ_y определяем как:

$$\Delta_y = 0,25\sqrt{T^2 + 1};$$

T – предельное отклонение точности прутка.

$$\Delta_y = 0,25\sqrt{1,1^2 + 1} = 0,37 \text{ мм};$$

Используя значения, полученные выше, получаем:

$$\rho_{\Sigma} = \sqrt{17,25^2 + 370^2} = 370,4 = 370 \text{ мкм};$$

Остаточное пространственное отклонение расположения поверхностей заготовки после их обработки определяется выражением:

$$\rho_{\Sigma i-1} = K_y * \rho_{\Sigma};$$

Где коэффициент уточнения K_y , выбирается согласно.

Для черного точения:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,06 * 370,4 = 22,24 = 22 \text{ мкм};$$

Для чистового точения:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,04 * 22,24 = 0,89 \text{ мкм};$$

Для тонкого точения:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,04 * 0,89 = 0,036 \text{ мкм};$$

Для предварительного шлифования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,03 * 0,0355584 = 0,0011 \text{ мкм};$$

Для чистового шлифования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,02 * 0,001 = 2,2 * 10^{-5} \text{ мкм};$$

Для тонкого шлифования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,02 * 2,2 * 10^{-5} = 4,4 * 10^{-7} \text{ мкм};$$

Полученные данные заносим в таблицу.

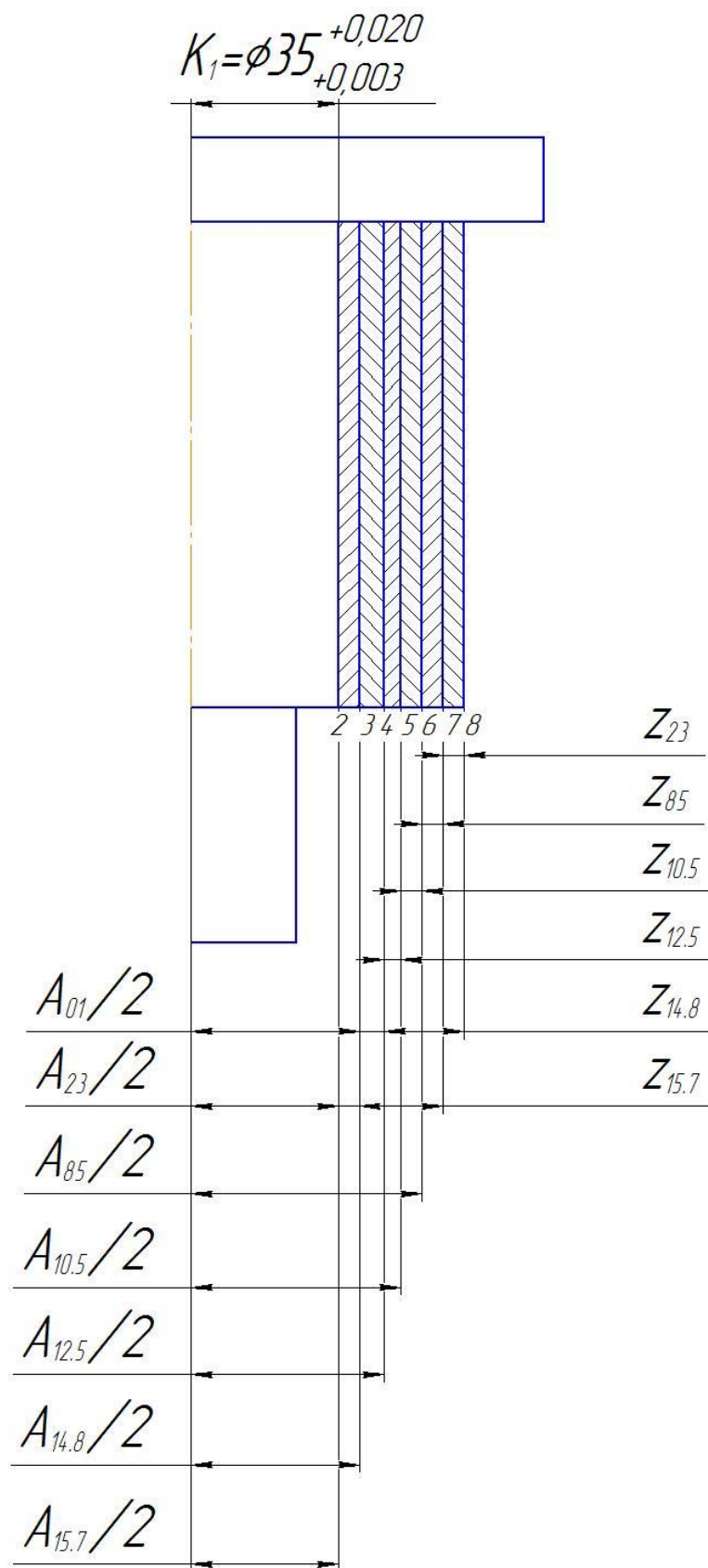


Рисунок 3.2 - Размерная схема технологического процесса изготовления матрицы

Таблица 3.2 - Расчет припусков

Номер а		Маршрут обработки	Обозначение припуска Z_i	Элементы припуска				Расчетный припуск			Допуск на припуск	Обозначение технологического размера A_i	Квалитет допуска A_i	Допуск на технологический размер A_i , мкм	Расчетные значения технологических размеров A_i		Расчетные значения диаметров шейки вала	
Тех. операции	Перехода			RZ_{i-1} , мкм	h_{i-1} , мкм	$\rho_{\Sigma i-1}$, мкм	Δ_{yi} , мкм	Z_{min} , мкм	Z_{max} , мкм	$Z_{ном}$, мкм					T_{Z_i} , мкм	A_{min} , мм	A_{max} , мм	D_{2min} , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0		Заготовка – горячекатаный прут.	-	320	400	370	0	-	-	-	-	$\frac{A_{01}}{2}$	Класс точно сти В	1100/2				
2	Б	Черновое точение: обточить заготовку в размер A_{23} .	Z_{23}	63	60	22	0	1090	1595	1740	190	$\frac{A_{23}}{2}$	14	620/2	19	20	38	40
3	Б	Чистовое точение: обточить заготовку в размер A_{85}	Z_{85}	32	30	0,89	0	145	301	270	156	$\frac{A_{85}}{2}$	12	250/2	18,1	18	36	36,2
4	Б	Тонкое точение: обточить заготовку в размер $A_{10,5}$.	$Z_{10,5}$	20	20	0,036	0	63	125	94	62	$\frac{A_{10,5}}{2}$	9	62/2	17,77	17,8	35,54	35,6

5	Б	Предварительное шлифование: шлифовать заготовку в размер A _{12.5} .	Z _{12.5}	10	20	0,001	0	40,036	83,5	43.5	105,5	$\frac{A_{12.5}}{2}$	8	62/2	17,62	17,6325	35,24	35,265
6	Б	Чистовое шлифование: шлифовать заготовку в размер A _{14.8} .	Z _{14.8}	6,3	12	0	0	30,001	42,5	56,5	20,5	$\frac{A_{14.8}}{2}$	7	25/2	17,5283	17,59	35,0566	35,18
7	Б	Тонкое шлифование: шлифовать заготовку в размер A _{15.7} .	Z _{15.7}	2	3	0	0	18,3	47,8	28,3	25	$\frac{A_{15.7}}{2}$	6	16/2	17,5015	17,51	35,003	35,02

Расчёт параметров припусков и технологических размеров

Для $Z_{15.7}$:

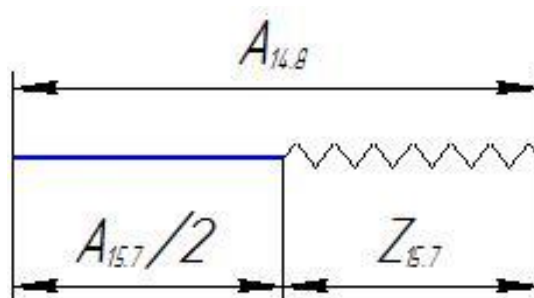


Рисунок 3.3 - Технологическая размерная цепь для припуска $Z_{15.7}$

Припуск $Z_{15.8}$ является замыкающим звеном в данной размерной цепи. При расчетах звено получает статус "замыкающего звена". Тогда размер $A_{15.7}$ есть увеличивающее звено, а размер $A_{14.8}$ - уменьшающее звено размерной цепи.

$$Z_{15.7} = A_{14.8}/2 - A_{15.7}/2;$$

$$Z_{15.7}^{min} = A_{14.8}^{min}/2 - A_{15.7}^{max}/2;$$

$$A_{14.8}^{min}/2 = Z_{15.7}^{min} + A_{15.7}^{max}/2;$$

$$A_{15.7}^{max}/2 = 17,51 \text{ мм};$$

$$A_{14.8}^{min}/2 = 17,51 + 0,0183 = 17,5283 \text{ мм};$$

Определим значение размера $A_{15.7}^{max}/2$ из уравнений:

$$A_{14.8}^{max}/2 = A_{14.8}^{min}/2 + Td_{A_{15.7}/2};$$

$$A_{14.8}^{max}/2 = 17,51 + 0,008 = 17,518 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции $Z_{15.7}^{max}$:

$$Z_{15.7}^{max} = A_{15.7}^{max}/2 - A_{14.8}^{min}/2;$$

$$A_{15.7}^{min}/2 = 17,503 \text{ м};$$

$$Z_{15.7}^{max} = 17,5283 - 17,503 = 0,0253 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z_{14.8}^{НОМ}$:

$$A_{14.8}^{НОМ}/2 = 17,5283_{-0,008} \text{ мм};$$

$$Z_{15.7}^{НОМ} = A_{14.8}^{НОМ}/2 - A_{15.7}^{НОМ}/2;$$

$$Z_{15.7}^{НОМ} = 17,5283_{-0,008} - 17,5_{-0,003}^{+0,020} = 0,0283_{-0,005}^{+0,020}$$

Для $Z_{14.8}$:

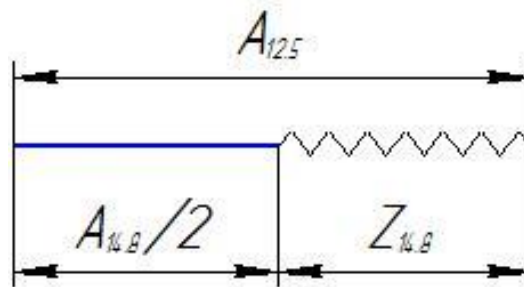


Рисунок 3.4 - Технологическая размерная цепь для припуска $Z_{14.8}$

Примем замыкающее звено $Z_{14.8}$ уменьшающим, тогда и $A_{14.8}/2$ звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено $A_{12.5}/2$ будет увеличивающим.

Определим значение размера $A_{12.5}^{min}/2$ из уравнений:

$$Z_{14.8} = A_{12.5}/2 - A_{14.8}/2;$$

$$Z_{14.8}^{min} = A_{12.5}^{min}/2 - A_{14.8}^{max}/2;$$

$$A_{12.5}^{min}/2 = Z_{14.8}^{min} + A_{14.8}^{max}/2;$$

$$A_{14.8}^{max}/2 = 17,59 \text{ мм};$$

$$A_{12.5}^{min}/2 = 0,030 + 17,59 = 17,62 \text{ мм};$$

Определим значение размера $A_{12.5}^{max}/2$ из уравнений:

$$A_{12.5}^{max}/2 = A_{12.5}^{min}/2 + Td_{A_{12.5}/2};$$

$$A_{12.5}^{max}/2 = 17,62 + 0,0125 = 17,6325 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции $Z_{14.8}^{max}$:

$$Z_{14.8}^{max} = A_{12.5}^{max}/2 - A_{14.8}^{min}/2;$$

$$Z_{14.8}^{max} = 17,6325 - 17,59 = 0,0425 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z_{14.8}^{НОМ}$:

$$A_{12.5}^{НОМ}/2 = 17,6325_{-0,0125} \text{ мм};$$

$$Z_{14.8}^{НОМ} = A_{12.5}^{НОМ}/2 - A_{14.8}^{НОМ}/2;$$

$$Z_{14.8}^{НОМ} = 17,6325_{-0,0125} - 17,5283_{-0,008} = 0.1042_{-0,0125}^{+0,008}$$

Для $Z_{12.5}$:

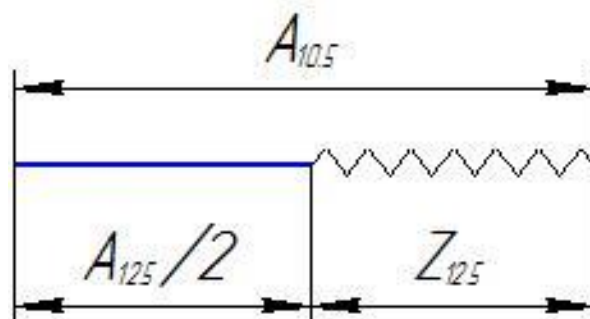


Рисунок 3.5 - Технологическая размерная цепь для припуска $Z_{12.5}$

Примем замыкающее звено $Z_{12.5}$ уменьшающим, тогда и $A_{12.5}/2$ звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено $A_{10.5}/2$ будет увеличивающим.

Определим значение размера $A_{10.5}^{min}/2$ из уравнений:

$$Z_{12.5} = A_{10.5}/2 - A_{12.5}/2;$$

$$Z_{12.5}^{min} = A_{10.5}^{min}/2 - A_{12.5}^{max}/2;$$

$$A_{10.5}^{min}/2 = Z_{12.5}^{min} + A_{12.5}^{max}/2;$$

$$A_{12.5}^{max}/2 = 17,6325 \text{ мм};$$

$$A_{10.5}^{min}/2 = 0,040 + 17,6325 = 17,6725 \text{ мм};$$

Определим значение размера $A_{10.5}^{max}/2$ из уравнений:

$$A_{10.5}^{max}/2 = A_{10.5}^{min}/2 + Td_{A_{10.5}}/2;$$

$$A_{10.5}^{max}/2 = 17,6725 + 0,031 = 17,7035 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции $Z_{12.5}^{max}$:

$$Z_{12.5}^{max} = A_{10.5}^{max}/2 - A_{12.5}^{min}/2;$$

$$Z_{12.5}^{max} = 17,7035 - 17,62 = 0,0835 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z_{12.5}^{НОМ}$:

$$A_{10.5}^{НОМ}/2 = 17,70359_{-0,031} \text{ мм};$$

$$Z_{12.5}^{НОМ} = A_{45}^{НОМ}/2 - A_{12.5}^{НОМ}/2;$$

$$Z_{12.5}^{НОМ} = 17,70359_{-0,031} - 17,6325_{-0,0125} = 0,07109_{-0,031}^{+0,0125}$$

Для $Z_{10.5}$:

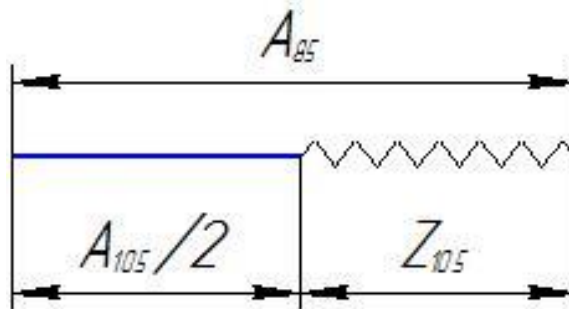


Рисунок 3.6 - Технологическая размерная цепь для припуска $Z_{10.5}$

Примем замыкающее звено $Z_{10.5}$ уменьшающим, тогда и $A_{10.5}/2$ звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено $A_{85}/2$ будет увеличивающим.

Определим значение размера $A_{85}^{min}/2$ из уравнений:

$$Z_{10.5} = A_{85}/2 - A_{10.5}/2;$$

$$Z_{10.5}^{min} = A_{85}^{min}/2 - A_{10.5}^{max}/2;$$

$$A_{85}^{min}/2 = Z_{10.5}^{min} + A_{10.5}^{max}/2;$$

$$A_{10.5}^{max}/2 = 17,70359 \text{ мм};$$

$$A_{85}^{min} / 2 = 0,063 + 17,70359 = 17,76659 \text{ мм};$$

Определим значение размера $A_{85}^{max} / 2$ из уравнений:

$$A_{85}^{max} / 2 = A_{85}^{min} / 2 + Td_{A_{85} / 2};$$

$$A_{85}^{max} / 2 = 17,76659 + 0,031 = 17,79759 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции $Z_{10.5}^{max}$:

$$Z_{10.5}^{max} = A_{85}^{max} / 2 - A_{10.5}^{min} / 2;$$

$$Z_{10.5}^{max} = 17,79759 - 17,6725 = 0,125 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z_{10.5}^{ном}$:

$$A_{85}^{ном} / 2 = 17,8_{-0,031} \text{ мм};$$

$$Z_{10.5}^{ном} = A_{85}^{ном} / 2 - A_{10.5}^{ном} / 2;$$

$$Z_{10.5}^{ном} = 17,79759_{-0,031} - 17,70359_{-0,031} = 0,094_{-0,031}^{+0,031}$$

Для Z_{85} :

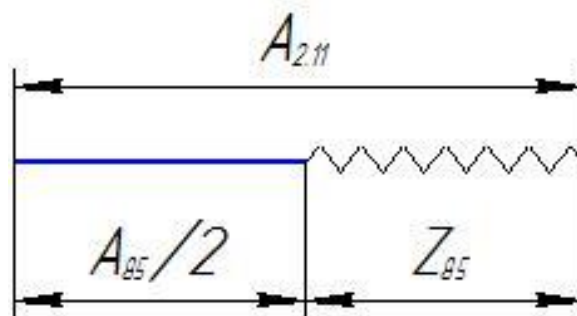


Рисунок 3.7 - Технологическая размерная цепь для припуска Z_{85}

Примем замыкающее звено Z_{85} уменьшающим, тогда и $A_{85} / 2$ звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено $A_{2.11} / 2$ будет увеличивающим.

Определим значение размера $A_{2.11}^{min} / 2$ из уравнений:

$$Z_{85} = A_{2.11} / 2 - A_{85} / 2;$$

$$Z_{85}^{min} = A_{2.11}^{min} / 2 - A_{85}^{max} / 2; B$$

$$A_{2.11}^{min}/2 = Z_{85}^{min} + A_{85}^{max}/2;$$

$$A_{85}^{max}/2 = 17,79759 \text{ мм};$$

$$A_{2.11}^{min}/2 = 0,145 + 17,79759 = 17,94259 \text{ мм};$$

Определим значение размера $A_{2.11}^{max}/2$ из уравнений:

$$A_{2.11}^{max}/2 = A_{2.11}^{min}/2 + Td_{A_{2.11}/2};$$

$$A_{2.11}^{max}/2 = 17,94259 + 0,125 = 18,06759 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции Z_{85}^{max} :

$$Z_{85}^{max} = A_{2.11}^{max}/2 - A_{85}^{min}/2;$$

$$Z_{85}^{max} = 18,06759 - 17,76659 = 0,301 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z_{85}^{НОМ}$:

$$A_{2.11}^{НОМ}/2 = 18,06759_{-0,125} \text{ мм};$$

$$Z_{85}^{НОМ} = A_{2.11}^{НОМ}/2 - A_{85}^{НОМ}/2;$$

$$Z_{85}^{НОМ} = 18,06759_{-0,125} - 17,79759_{-0,031} = 0,27_{-0,125}^{+0,031}$$

Для Z_{28} :

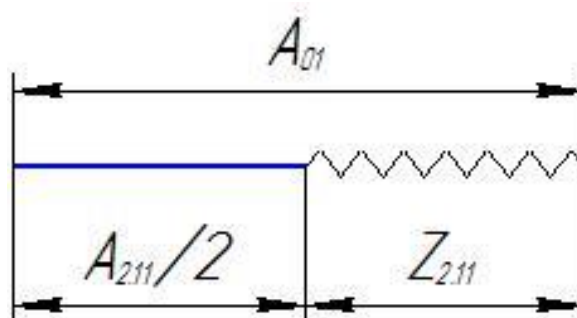


Рисунок 3.8 - Технологическая размерная цепь для припуска Z_{28}

Примем замыкающее звено $Z_{2.11}$ уменьшающим, тогда и $A_{2.11}/2$ звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено $A_{01}/2$ будет увеличивающим.

Определим значение размера $A_{01}^{min}/2$ из уравнений:

$$Z_{2.11} = A_{01}/2 - A_{2.11}/2;$$

$$Z_{2.11}^{min} = A_{01}^{min}/2 - A_{2.11}^{max}/2;$$

$$A_{01}^{min}/2 = Z_{2.11}^{min} + A_{2.11}^{max}/2;$$

$$A_{2.11}^{max}/2 = 17,79759 \text{ мм};$$

$$A_{01}^{min}/2 = 1,09 + 17,79759 = 18,88759 \text{ мм};$$

Определим значение размера $A_{01}^{max}/2$ из уравнений:

$$A_{01}^{max}/2 = A_{01}^{min}/2 + Td_{A_{01}}/2;$$

$$A_{01}^{max}/2 = 18,88759 + 0,650 = 19,53759 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции $Z_{2.11}^{max}$:

$$Z_{2.11}^{max} = A_{01}^{max}/2 - A_{2.11}^{min}/2;$$

$$Z_{2.11}^{max} = 19,53759 - 17,94259 = 1,595 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции $Z_{2.11}^{ном}$:

$$A_{01}^{ном}/2 = 156,674_{-3} \text{ мм};$$

$$Z_{2.11}^{ном} = A_{01}^{ном}/2 - A_{2.11}^{ном}/2;$$

$$Z_{2.11}^{ном} = 19,53759_{-0,65} - 17,79759_{-0,125} = 1,74_{-0,65}^{+0,125}$$

Выбираем заготовку диаметром 40 мм.

Полученные значения округляем до целого числа.

Для получения заготовки Ø40 нужно прутки Ø64 обработать 3 раза на максимальных режимах резания, сняв слой материала равный 24 мм на диаметр или 12 мм на радиус.

3.5 Расчет режимов резания для точения

Режим резания – совокупность показателей (скорость, глубина, подача), которые отвечают за ход обработки материала, как резание

Скорость резания –изменение положения режущего инструмента относительно заготовки с течением времени.

Глубина резания–толщина снимаемого слоя за один проход.

Подача –изменение положения инструмента относительно обрабатываемой детали вдоль оси направления движения режущего инструмента.

Так же можно отнести к показателям режима резания такие характеристики, как сила, мощность и частота вращения шпинделя.

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

Режимы резания рассчитаем для операции 010 маршрутного листа. На данной операции необходимо подрезать торец начерно, провести черновую токарную обработку 2-х цилиндрических поверхностей и цилиндрического отверстия.

Подрезать торец начерно

Инструмент:

Резец проходной отогнутый 2102 - 0021 ГОСТ 18877 - 82

Геометрия твердосплавной пластины:

Радиус при вершине – $r = 1$ мм;

Угол при вершине – $\varepsilon = 90$ градусов;

Главный угол в плане – $\varphi = 90$ градусов;

Угол наклона режущей кромки $\lambda = 15$ градусов;

Главный передний угол $\gamma = 10$ градусов.

Точить цилиндрическую поверхность 120 до 117.5. Точить за 2 прохода.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V K_V}{T^{m_t} x_{S\gamma}} [6, с 265]$$

Глубина $t = 1,74$ мм, подача на оборот $S = 0,6$ мм/об [6, с 268]

Стойкость инструмента $T=30$ мин.

$C_v=290; m=0,20; x=0,15; y=0,35$.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 * \left(\frac{750}{410} \right)^{-1} = 0,55$$

$$K_V = K_{MV} K_{nV} K_{uV} = 0,55 * 0,9 * 1 = 0,495 \text{ [6, с.269]}$$

Скорость резания:

$$V = \frac{290 * 0,495}{30^{0,2} * 1,74^{0,15} * 0,6^{0,35}} = 80,3 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi d_{заг}} = \frac{1000 * 80,3}{3,14 * 64} = 399,6 \frac{\text{об}}{\text{мин}} \text{ [6, с.269]}$$

Сила резания:

$$P_Z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 * 300 * 1,74^1 * 0,6^{0,75} * 80,3^{-0,15} * 0,24 = 443 \text{ Н}$$

$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} = 0,27 * 0,89 * 1 * 1 = 0,24$ – коэффициенты, учитывающие параметры инструментов.

$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^{n_v} = \left(\frac{410}{750} \right)^{0,75/0,35} = 0,55$ – коэффициент, учитывающий качество материала.

Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_Z * V}{1020 * 60} = \frac{443 * 80,3}{1020 * 60} = 0,58 \text{ кВт};$$

Черновое точение цилиндрической поверхности

Инструмент:

Резец проходной отогнутый 2102 - 0021 ГОСТ 18877 - 82

Геометрия твердосплавной пластины:

Радиус при вершине – $r = 1$ мм;

Угол при вершине – $\varepsilon = 90$ градусов;

Главный угол в плане – $\varphi = 90$ градусов;

Угол наклона режущей кромки $\lambda = 15$ градусов;

Главный передний угол $\gamma = 10$ градусов.

Точить цилиндрическую поверхность 64 до 36. Точить за 8 проходов.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V K_V}{T^{m_t} x^y} \quad [6, \text{ с } 265]$$

Глубина $t = 1,75$ мм, подача на оборот $S = 0,5$ мм/об [6, с.269]

Стойкость инструмента $T = 30$ мин.

$C_v = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35$.

$$K_{mV} = K_T \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 * \left(\frac{750}{410} \right)^{-1} = 0,55$$

$$K_V = K_{mV} K_{nV} K_{uV} = 0,55 * 0,9 * 1 = 0,495 \quad [6, \text{ с.269}]$$

Скорость резания:

$$V = \frac{290 * 0,495}{30^{0,2} * 1,75^{0,15} * 0,5^{0,35}} = 86,5 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi d_{заг}} = \frac{1000 * 86,5}{3,14 * 64} = 430,4 \frac{\text{об}}{\text{мин}} \quad [6, \text{ с.269}]$$

Сила резания:

$$P_Z = 10C_p t^x S^y V^n K_p = 10 * 300 * 1,75^1 * 0,5^{0,75} * 86,5^{-0,15} * 0,24 = 379,1 \text{ Н}$$

$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} = 0,27 * 0,89 * 1 * 1 = 0,24$ – коэффициенты, учитывающие параметры инструментов.

$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_e}{750}\right)^{n_v} = \left(\frac{410}{750}\right)^{0,75/0,35} = 0,55$ – коэффициент, учитывающий качество материала.

Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_Z * V}{1020 * 60} = \frac{379,1 * 86,5}{1020 * 60} = 0,54 \text{ кВт};$$

Черновое точение цилиндрической поверхности

Инструмент:

Резец проходной отогнутый 2102 - 0021 ГОСТ 18877 - 82

Геометрия твердосплавной пластины:

Радиус при вершине – $r = 1$ мм;

Угол при вершине – $\varepsilon = 90$ градусов;

Главный угол в плане – $\varphi = 90$ градусов;

Угол наклона режущей кромки $\lambda = 15$ градусов;

Главный передний угол $\gamma = 10$ градусов.

Точить цилиндрическую поверхность 36 до 27. Точить за 3 проходов.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v K_v}{T^m t^x S^y} \text{ [6, с 265]}$$

Глубина $t = 1,5$ мм, подача на оборот $S = 0,5$ мм/об [6, с 268]

Стойкость инструмента $T = 30$ мин.

$C_v = 290; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,35$.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 * \left(\frac{750}{410} \right)^{-1} = 0,55$$

$$K_V = K_{MV} K_{nV} K_{uV} = 0,55 * 0,9 * 1 = 0,495 \text{ [6, с.269]}$$

Скорость резания:

$$V = \frac{290 * 0,495}{30^{0,2} * 1,5^{0,15} * 0,5^{0,35}} = 86,5 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi d_{заг}} = \frac{1000 * 86,5}{3,14 * 64} = 430,4 \frac{\text{об}}{\text{мин}} \text{ [6, с.269]}$$

Сила резания:

$$P_Z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 * 300 * 1,5^1 * 0,5^{0,75} * 86,5^{-0,15} * 0,24 = 325 \text{ Н}$$

$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} = 0,27 * 0,89 * 1 * 1 = 0,24$ – коэффициенты, учитывающие параметры инструментов.

$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^{n_V} = \left(\frac{410}{750} \right)^{0,75/0,35} = 0,55$ – коэффициент, учитывающий качество материала.

Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_Z * V}{1020 * 60} = \frac{325 * 86,5}{1020 * 60} = 0,46 \text{ кВт};$$

Растачивание отверстия

Инструмент:

Резец токарный расточной с пластинами из твердого сплава для обработки глухих отверстий 2141-0202 ГОСТ 18883-73

Геометрия твердосплавной пластины:

Радиус при вершине – $r = 0,5$ мм;

Угол при вершине – $\varepsilon = 90$ градусов;

Главный угол в плане – $\varphi = 60$ градусов;

Угол наклона режущей кромки $\lambda = 5$ градусов;

Главный передний угол $\gamma = 0$ градусов.

Точить цилиндрическое отверстие 10 до 18.6. Точить за 3 прохода.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V K_V}{T^m t^x S^y} [4, \text{ с } 265]$$

Глубина $t = 1,43$ мм, подача на оборот $S = 0,08$ мм/об [6, с.269]

Стойкость инструмента $T=30$ мин.

$C_V=350; m=0,20; x=0,5; y=0,20$.

$$K_{MV} = K_T \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 * \left(\frac{750}{410} \right)^{-1} = 0,55$$

$$K_V = K_{MV} K_{NV} K_{UV} = 0,55 * 0,9 * 1,4 = 0,693 [6, \text{ с.269}]$$

Скорость резания:

$$V = \frac{350 * 0,693}{30^{0,2} * 1,43^{0,5} * 0,08^{0,2}} = 171 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi d_{заг}} = \frac{1000 * 171}{3,14 * 64} = 850,9 \frac{\text{об}}{\text{мин}} [6, \text{ с.269}]$$

Сила резания:

$$P_Z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 * 300 * 1,43^1 * 0,08^{0,75} * 171^{-0,15} * 0,28 = 82,9 \text{ Н}$$

$K_p = K_{mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p} = 0,27 * 0,94 * 1,1 * 1 = 0,28$ – коэффициенты, учитывающие параметры инструментов.

$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750}\right)^{n_v} = \left(\frac{410}{750}\right)^{0.75/0.35} = 0,55$ -коэффициент, учитывающий качество материала.

Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{82.9 * 171}{1020 * 60} = 0,23 \text{ кВт.}$$

3.6 Выбор оборудования

Выбираем станок с ЧПУ модели TU2304 CNC, учитывая требуемую мощность и диаметр обрабатываемой заготовки.

Технические характеристики Настольного токарного станка с ЧПУ TU2304 CNC:

- Общая потребляемая мощность 1,45 кВт
- Напряжение питания 220 В
- Привод шпинделя 750 Вт
- Число оборотов шпинделя TU2304 CNC 125 - 2000 об/мин
- Ручной токарный патрон 100 мм
- Проходное отверстие шпинделя 21 мм
- Высота центров 115 мм
- Межцентровое расстояние 450 мм
- Ø обработки над суппортом 100 мм
- Ширина станины, мм 135
- Максимальная высота державки резца 10 мм
- Подача по осям
- Рабочая подача (оси X, Z) 700 мм/мин
- Точность

- Повторяемость 0,040 мм
- Позиционирование 0,050 мм
- Габаритные размеры
- Длина 1220 мм
- Ширина 540 мм
- Высота 1330 мм
- Масса станка 217 кг

3.7 Нормирование технологических переходов, операций

«Техническое нормирование представляет собой установление технически обоснованных норм расхода производственных ресурсов. Под производственными ресурсами понимается энергия, сырье, материалы, инструмент, рабочее время и т. д.» [11, с. 91] Основы технологического нормирования устанавливает ГОСТ 3.1109-82. Главные цели нормирования:

- себестоимость изготовления детали должна быть минимальна;
- трудоемкость изготовления детали должна быть минимальна;
- грамотно разработанный технологический процесс.

Нормирование осуществляется методами технического нормирования и опытно-статического нормирования.

«Основное или технологическое время, это время, в течение которого производится снятие стружки, т. е. происходит изменение формы, размеров и внешнего вида детали. Если этот процесс совершается только станком без непосредственного участия рабочего, то это время будет машинно-автоматическим; если же процесс снятия стружки совершается станком при непосредственном управлении инструментом или перемещении детали рукой рабочего, то это время будет машинно-ручным. В основное время входит время, затрачиваемое на врезание и перебеги (подход и выход) режущего инструмента, на обратные ходы (у строгальных, долбежных и других станков), на проход инструмента при пробных стружках; поэтому при

подсчете основного времени расчетная длина обработки принимается с учетом всех этих приемов.

Во вспомогательное время включает в себя:

- время управления станком; запуск, останов, переключение скоростей и подач и т. п.;
- время на перемещение инструмента;
- время на установку и инструмента; установку и снятие детали, закрепление и снятие приспособления вовремя работы;
- время на приемы измерения детали: взять инструмент, установить, измерить, отложить инструмент и т. д.

Вспомогательное время может быть ручным, машинным или машинно-ручным». [11, с. 91-93]

Время на обслуживание рабочего места подразделяется на техническое и организационное. Время технического обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в процессе данной работы «и включает в себя:

- время на подналадку и регулировку станка в процессе работы;
- время на смену инструмента;
- время на правку инструмента оселком абразивным или алмазным в процессе работы;
- время на удаление стружки в процессе работы.

Время организационного обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в течение смены и включает в себя:

- время на раскладку инструмента в начале смены и уборку его по окончании смены;
- время на чистку и смазку станка;

время на осмотр и опробование станка.» [11, с. 93]

Время перерывов на отдых и физиологические потребности берется в процентах от операционного времени (операционное время это сумма основного и вспомогательного времени).

Нормирование будем вести для операции 010. Нормирование будет заключаться в определении штучного времени. Расчет норм времени осуществляется на основании РТК (см. графическую часть курсового проекта). Методика расчета изложена в литературе [8,9].

Основное время считается по формуле:

$$T_o = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{n_i S_i} i;$$

где T_o - машинное время для всех переходов, мин;

L_i – путь пройденный i -м инструментом на рабочей подаче, мм;

S_i - рабочая подача для i -го инструмента, мм/об;

n_i - рабочая частота вращения шпинделя, об/мин;

i - число проходов i -го инструмента.

Расчет нормы основного времени

1.Подрезка торца (1-2-5-6).

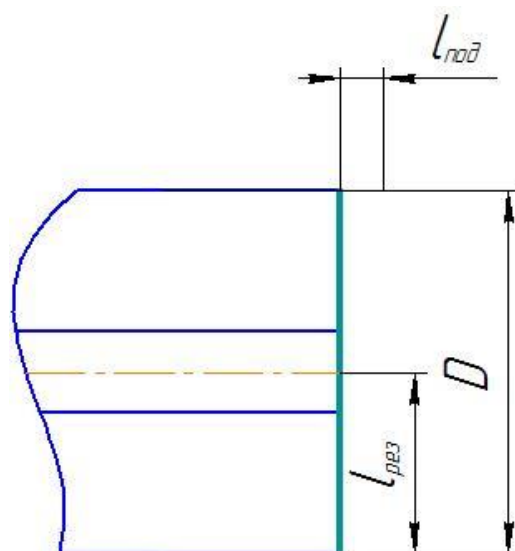


Рисунок 3.9 - Траектория подрезки торца согласно РТК

$$T_o = \frac{l}{S \cdot n} \cdot i \text{ мин}$$

где l - длина обработки

i - число проходов.

$$l = l_{\text{под}} + l_{\text{рез}} = 3.48 + 32 = 35.48 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{35.48}{0.6 \cdot 443} \cdot 2 = 0.26 \text{ мин.}$$

2. Точить цилиндрическую поверхность (8-9-12-13-16-17-20-21-24-25-28-29-32-33-36-37).



Рисунок 3.10 - Траектория точения цилиндрической поверхности согласно РТК

$$T_o = \frac{l}{S \cdot n} \cdot i \text{ мин}$$

$$l = l_{\text{под}} + l_{\text{рез}} = 108 + 14 = 122 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{122}{0,5 \cdot 430,4} \cdot 8 = 4,54 \text{ мин.}$$

3. Точить цилиндрическую поверхность (40-41-44-45-48-49)

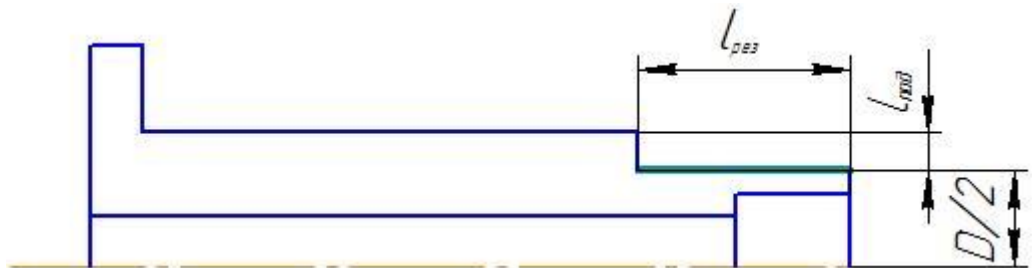


Рисунок 3.11 - Траектория точения цилиндрической поверхности согласно РТК

$$T_o = \frac{l}{S \cdot n} \cdot i \text{ мин}$$

$$l = l_{\text{под}} + l_{\text{рез}} = 4,5 + 27 = 31,5 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{31,5}{0,5 \cdot 430,4} \cdot 3 = 0,44 \text{ мин}$$

4. Расточить отверстие (53-54-57-58-61-62)

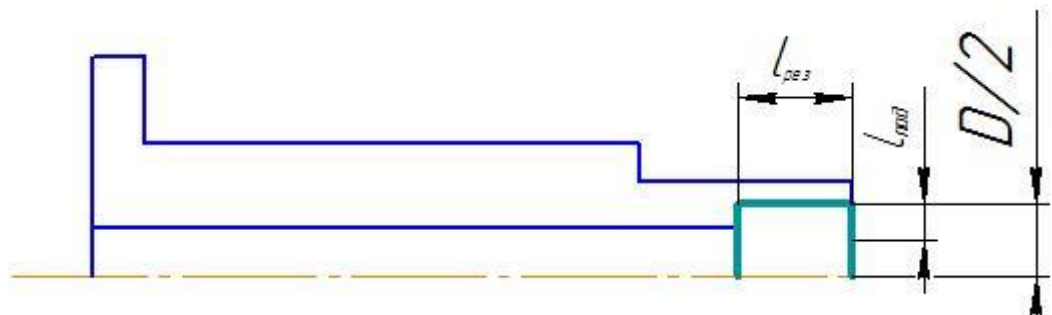


Рисунок 3.12 - Траектория растачивания отверстия согласно РТК

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i \text{ мин}$$

$$l = l_{\text{под}} + l_{\text{рез}} = 4.3 + 27 = 30.3 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{30.3}{0.08 \cdot 850.9} \cdot 3 = 1.36 \text{ мин.}$$

$$\Sigma T_o = 0.26 + 4.54 + 0.44 + 1.36 = 6.6 \text{ мин}$$

Расчёт нормы вспомогательного времени

Величина партии деталей 100 шт.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $t_y=0,5$ мин.

Определение времени, требующегося на холостые ходы и смену инструмента:

$$T_{xx} = \frac{\sum L_{xxi}}{S_{xx}} i + T_{\text{см.ин.}}$$

где T_{xx} - время на холостые перемещения, мин;

L_{xxi} – путь пройденный i -м инструментом на холостом ходу, мм;

S_{xxi} - скорость холостых ходов, мм/об;

i - число холостых ходов i -го инструмента;

$T_{\text{см.ин.}}$ - время смены инструмента, мин; $T_{\text{см.ин.}}=0,05$ мин.

$$0-1 \text{ Быстрый подвод} \quad t_{\text{всп}} = \frac{133}{2000} = 0,07 \text{ мин;}$$

$$2-3-4 \text{ Быстрый отвод} \quad t_{\text{всп}} = \frac{33.7}{2000} = 0,02 \text{ мин;}$$

$$4-5 \text{ Быстрый подвод} \quad t_{\text{всп}} = \frac{1.7}{2000} = 0,001 \text{ мин}$$

6-7-8 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{35.5}{2000} = 0,02$ мин
9-10-11 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{109.8}{2000} = 0,05$ мин
11-12 Быстрый подвод	$t_{всп} = \frac{3,5}{2000} = 0,01$ мин
13-14-15 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{109.8}{2000} = 0,05$ мин
15-16 Быстрый подвод	$t_{всп} = \frac{3,5}{2000} = 0,01$ мин
17-18-19 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{109.8}{2000} = 0,05$ мин
19-20 Быстрый подвод	$t_{всп} = \frac{3,5}{2000} = 0,01$ мин
21-22-23 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{109.8}{2000} = 0,05$ мин
23-24 Быстрый подвод	$t_{всп} = \frac{3,5}{2000} = 0,01$ мин
26-26-27 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{109.8}{2000} = 0,05$ мин
27-28 Быстрый подвод	$t_{всп} = \frac{3,5}{2000} = 0,01$ мин
29-30-31 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{109.8}{2000} = 0,05$ мин
31-32 Быстрый подвод	$t_{всп} = \frac{3,5}{2000} = 0,01$ мин
33-34-35 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{109.8}{2000} = 0,05$ мин
35-36 Быстрый подвод	$t_{всп} = \frac{3,5}{2000} = 0,01$ мин

37-38-39 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{109.8}{2000} = 0,05$ мин
39-40 Быстрый подвод	$t_{всп} = \frac{3,5}{2000} = 0,01$ мин
41-42-43 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{28.5}{2000} = 0,014$ мин
43-44 Быстрый подвод	$t_{всп} = \frac{3}{2000} = 0,01$ мин
45-46-47 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{28.5}{2000} = 0,014$ мин
47-48 Быстрый подвод	$t_{всп} = \frac{3}{2000} = 0,01$ мин
49-50-51-52 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{268.5}{2000} = 0,13$ мин
52-53 Быстрый подвод	$t_{всп} = \frac{244}{2000} = 0,12$ мин
54-55-56 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{16.4}{2000} = 0,01$ мин
56-57 Быстрый подвод	$t_{всп} = \frac{1.4}{2000} = 0,001$ мин
58-59-60 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{16.4}{2000} = 0,01$ мин
60-61 Быстрый подвод	$t_{всп} = \frac{1.4}{2000} = 0,001$ мин
62-63-64-65 Быстрый отвод	$t_{всп} = \frac{329}{2000} = 0,17$ мин

Время на поворот резцедержателя $t = 0,04 \cdot 3 = 0,12$ мин

$$T_a = T_{осн} + T_e + T_{пр} = 7.81 \text{ мин,}$$

Время на контрольные измерения $t_{изм} = 0,19 \cdot 10 = 1,9$ мин.

$$T_g = t_{уст} + t_{изм} = 0,5 + 1,9 = 2,4 \text{ мин.}$$

$$k_{тв}=1, k=5\%.$$

$$T_{всп} = T_g \cdot k_{тв} = 2,4 \cdot 1 = 2,4 \text{ мин.}$$

Расчет нормы времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности рабочего

На организационное и техническое время подразделяется обслуживание рабочего места. Время технического обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в процессе данной работы и включает в себя:

- время на смену затупившегося инструмента;
- время на наладку и регулировку станка в процессе работы;
- время на правку инструмента оселком (резца) или алмазом (шлифовального круга) в процессе работы;
- время на удаление стружки в процессе работы.

Время организационного обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в течение смены и включает в себя:

- время на осмотр и опробование станка;
- время на раскладку инструмента в начале смены и уборку его по окончании смены;
- время на чистку и смазку станка.

Время перерывов на отдых и физиологические потребности берется в процентах от операционного времени. [11]

$$T_{обсл} = T_{от} = 4 - 6\%T_o,$$

$$T_{обсл} = T_{от} = 0.264 \text{ мин.}$$

Определение нормы подготовительно-заключительного времени

Подготовительно - заключительное время - это интервал времени на подготовку исполнителя и средств технологического оснащения к выполнению технологической операции и приведению в порядок после окончания смены.

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пробр} = 16,5 \text{ мин, где}$$

$T_{пз1}$ - время на установку и снятие 3-х кулачкового патрона, режущего инструмента, исходного режима работы станка, составления управляющей программы и т. п.

$$T_{пробр} - \text{ норма времени на пробную обработку, } T_{пробр} = 1,7 \text{ мин}$$

Определение нормы штучного времени.

«Нормой штучного времени называется норма времени, которое дается на обработку детали или каких-то поверхностей детали на данной технологической операции. Норма штучного времени при выполнении станочных работ состоит из следующих основных частей:

- основного (машинного) или технологического времени;
- вспомогательного времени;
- времени обслуживания рабочего места;

времени перерывы, отдых и физиологические потребности. » [11, с. 91]

$$T_{шт} = (T_a + T_{всп}) \left(1 + \frac{k}{100}\right) = (7.81 + 2,4) \cdot 1,05 = 10,8 \text{ мин,}$$

$$T_{ук} = T_{шт} + \frac{T_{n-3}}{N},$$

$$T_{\text{ук}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{n-3}}{N} = 10.8 + \frac{10}{100} = 11,8 \text{ мин.}$$

Полученное время (основное, вспомогательное, технического обслуживания, организационного обслуживания, отдыха), заносят в документацию, в дальнейшем это время будет влиять на оплату оператора, обслуживающего данный станок.

Заключение технологической части

Был спроектирован технологический процесс изготовления поводковой втулки в условиях мелкосерийного производства. Данное проектирование учит пользоваться справочной литературой, ГОСТами, таблицами и нормами. Был составлен технологический маршрут обработки и рационально выбрана для изготовления детали заготовка - горячекатаный пруток, рассчитаны припуски на механическую обработку для линейного размера, выбрано необходимое оборудование, в соответствии с режимами резания, для операции 010, выполнено нормирование технологических переходов. Следовательно, были приобретены необходимые технологические навыки и знания.

Данный единичный технологический процесс разрабатывался в учебных целях, для приобретения навыков и умений путем самостоятельного решения конкретных технологических задач при проектировании технологического процесса.

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Н41	Белова Юлия Вадимовна

Инженерная школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах</i>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Сравнение разработки с конкурентными аналогами. 2. Выявление и описание сильных и слабых сторон изделия, а также возможностей и угроз. Анализ результатов.
2. Планирование и формирование бюджета научно-исследовательских работ	<p><i>Бюджет научно – технического проекта</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет материальных затрат проекта 2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ 3. Основная заработная плата исполнителей 4. Отчисления на социальные нужды 5. Накладные расходы 3. 6. Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Календарный график реализации проекта	
2. Бюджет затрат на выполнение проекта	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Гаврикова Надежда Александровна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Белова Юлия Вадимовна		

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ

4.1 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 механизм для автоматической смены инструмента фрезерного станка.

Цель: обоснование коммерческого потенциала разрабатываемого механизма автоматической смены инструмента.

Задачи:

1. Анализ рынка;
2. Выявление и описание сильных и слабых сторон проекта, а также возможностей и угроз для определения стратегии развития проекта.
3. Спланировать бюджет НИИ.

4.2 Анализ рынка

Механизмы автоматической смены инструмента используются в станках с ЧПУ для обработки различных материалов и деталей. С помощью них осуществляется смена инструмента в шпинделе станка. Такие механизмы изготавливаются из материалов, которые обладают высокими жесткостными характеристиками. На данный момент широкое применение получили механизмы автоматической смены инструмента с двух захватным автооператором.

При двухзахватном автооператоре время смены значительно уменьшается, так как инструменты одновременно захватываются в шпинделе и магазине.

Разрабатываемое оборудование будет востребовано в сфере производства металлообрабатывающего оборудования в качестве устройства для смены и установки различного режущего инструмента.

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, или компаниям, использующим данное оборудование в своей продукции(станках).

Предполагаемую целевую аудиторию составляют:

1. Крупные машиностроительные и судостроительные компании.
2. Частные компании, специализирующиеся на обработке различных деталей и материалов.

Проведем сегментирование предполагаемого рынка. Результаты отразим в сводной таблице 4.1.

Таблица 4.1- Карта сегментирования рынка сменных устройств

		Параметры сменных устройств			
		Момент на шпинделе	Макс. размеры заготовки	Макс. скорость вращения шпинделя	Взаимозаменяемость деталей и узлов
Размер производства	Единичное, мелкосерийное				
	Среднесерийное, крупносерийное				

Из приведённой карты видно, что использование механизма автоматической смены инструмента выгодно реализовывать как в единичном, мелкосерийном, так и в среднесерийном, крупносерийном производствах.

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. «Pragati» – это компания созданная в 1976 году в Индии. На сегодняшний день Pragati один из ведущих мировых производителей револьверных головок, резцедержателей, инструментальных дисков, поворотных столов и автоматических устройств для смены инструмента (инструментальных магазинов).
2. «SAUTER» - Швейцарская компания Sauter (Саутер) является одним из ведущих производителей оборудования для систем автоматизации инженерных систем зданий и технологических процессов промышленных предприятий.

Для определения конкурентоспособности разработанного оборудования, необходимо сравнить наиболее важные технические и экономические характеристики оборудования с аналогами конкурентных производителей. Сравнительный анализ произведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 -Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _р	Б _п	Б _с	К _р	К _п	К _с
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
2. Надежность	0.15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
3. Безопасность	0.15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
4. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0.1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
5. Простота эксплуатации	0.1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0.15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
2. Уровень проникновения на рынок	0.15	3	4	4	0,45	0,6	0,6
3. Цена	0.1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
Итого	1	37	36	36	4,6	4,55	4,55

Коэффициенты БР и КР соответствуют разрабатываемому оборудованию. Коэффициенты Бп и Кп соответствуют компании «Pragati»; коэффициенты Бс и Кс соответствуют компании «SAUTER».

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Разрабатываемая продукция является аналогичной зарубежной, поэтому производить такие механизмы автоматической смены инструмента в России выгодно, т.к. цена на закупку зарубежного оборудования будет напрямую зависеть от курса валют.

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 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 необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 4.3.

Таблица 4.3 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления разработки	2	Обзор существующих аналогов	Инженер
	3	Выбор направления разработки	Руководитель, инженер
	4	Календарное планирование	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	6	Построение моделей и проведение испытаний конструкции	Руководитель, инженер

	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, инженер
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	8	Разработка кинетической схемы и создание модели	Руководитель, инженер
	9	Расчет конструкции	Инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

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

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая

параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (4)$$

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

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

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

4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (5)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

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

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

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

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

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 4.4).

Таблица 4.4 -Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{\text{ожг}}$, чел-дни			
		Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1
Составление ТЗ	3	5	3,8(4)	Руководитель	3,8	6
Обзор аналогов	8	12	9,6	Инженер	9,6	14
Выбор напр-я	8	10	8,8	Руководитель, инженер	4,4	6
Календарное план-е	4	6	4,8	Инженер	4,8	7
Теор.расчеты	8	10	8,8	Инженер	8,8	12
Создание модели	30	45	36	Руководитель, инженер	18	27
Анализ результатов	10	12	10,8	Руководитель, инженер	5,4	8
Разработка кинетической схемы	8	10	8,8	Руководитель, инженер	4,4	6
Расчет конструкции	5	7	5,8	Руководитель, инженер	2,9	4
Составление отчета	14	25	18,4	Инженер	18,4	27

На основе табл. 4.4 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе табл. 4.5 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 4.5-Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Вид работ	Исп-ли	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ														
			Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь			
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
Составление ТЗ	Р	6	■														
Лит. обзор	И	14		■													
Выбор напр-я	Р, И	6			■												
Календарное планирование	И	7			■												
Теор. расчеты	И	12				■											
Создание модели	Р,И	27					■										
Анализ результатов	Р,И	8									■						
Разработка кинематической схемы	Р,И	6										■					
Расчет констр-ии	И	4											■				
Составление отчета	И	27													■		

■ - руководитель;

■ - инженер.

45 - длительность выполнения работ руководителем за период времени дипломирования;

106 - длительность выполнения работ руководителем за период времени дипломирования.

4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

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

В ходе расчета бюджета научно-технического исследования мы не учитываем бюджет затрат на приобретение спецоборудования для учебных работ, т.к. используются ноутбук, который у нас имеется- затрат на приобретение не требуется, и программный продукт, предоставленный правообладателем для вузов бесплатно.

Таблица 4.6 - Расчет основной заработной платы

Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудо-емкость, чел.-дн.	Зарботная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.
1	Инженер(УВП, 1 кв. уровень)	84	587,4	12336
2	Доцент, к.т.н	53	1683,2	43763
Итого:138551,2 руб.				

Таблица 4.7 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Порядок расчета
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	138551,2	Таблица 4.6
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	16626,1	$138551,2 * 12\%$
Отчисления на социальные нужды	42053,0	$(138551,2 + 16626,1) * 27.1\%$
Накладные расходы	24828,4	$(138551,2 + 16626,1) * 16\%$
Бюджет затрат НТИ	222058,7	$138551,2 + 16626,1 + 42053,0 + 24828,4$

Были проведены расчеты затрат и получен бюджет НТИ, который составил 222058,7 руб. Все соответствующие расчеты занесены в табл. 4.7.

Вывод

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», была исследована целевая аудитория рынка, анализ конкурентоспособности разработанного оборудования с целью выявления наиболее опасных факторов внешней среды и определения наиболее выгодной стратегии развития проекта, также был проведен расчет бюджета НТИ на проектирование механизма автоматической смены инструмента. 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»

Инженерная школа	ИНШПТ
Направление подготовки (специальность)	15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Уровень образования	Бакалавриат
Отделение	Материаловедения
Период выполнения	(осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Студенту:

Группа	ФИО
8Н41	Белова Юлия Вадимовна

Тема работы:

Разработка механизма автоматической смены инструмента фрезерного станка	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	№2241/с от 30.03.2018 г.

Форма представления работы:

<i>Дипломный проект (работа)</i> (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

ЗАДАНИЕ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, эл – магнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, эле – ктрической, пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p><u>Рабочее место</u> – станок находится в цехе. Помещение закрытого типа. Естественная вентиляция воздуха. Освещение: Естественный и искусственный источники. Вредные факторы: Плохая освещенность, высокий уровень шума, неблагоприятный микроклимат производственных помещений, монотонная работа, повышенные ионизирующее и электромагнитное излучения. Опасные факторы: Электрический ток, подвижные части производственного оборудования, высокая температура. <u>Негативное влияние на окружающую среду:</u> бытовые отходы. <u>Чрезвычайные ситуации:</u> пожар.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>- ГОСТ 12.1.003-83; - ГОСТ 12.1.012-90; - ГОСТ 12.2.003-91; - ГОСТ 12.2.062-81; - ГОСТ 22.0.02-94; - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.</p>
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке</p>	
<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико – химическая природа фактора, его связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - Приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - Предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<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, уровень шума не должен превышать 50дБ); - 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 БП и сокращение времени работы.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты) - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения); 	<p>- <u>Механические опасности:</u> Источники травмирования: подвижные части производственного оборудования. Защита: защитное ограждение, кнопки экстренной остановки. - <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"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<ul style="list-style-type: none"> - Влияние на селитебную зону отсутствует. - Оборудование не производит выбросов в атмосферу и сбросов в гидросферу. - Отходы: СОЖ, масло, стружка.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p><u>Наиболее возможная ЧС:</u> Пожар</p> <p><u>Превентивные меры:</u> Ограждение рабочей зоны защитными кожухами.</p> <p><u>Меры по повышению устойчивости объекта к пожару:</u></p> <p><u>Инструктаж рабочих по пожарной безопасности.</u></p>
<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Правовые нормы труда должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03 и ГОСТ 12.1.003-83</p>
<p>Перечень расчётного и графического материала</p>	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Белова Юлия Вадимовна		

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В процессе работы была разработана конструкция механизма автоматической смены инструмента для фрезерного станка и проведены необходимые расчеты с помощью специального программного обеспечения. Для управления программным комплексом оборудования, наладки оборудования, слежения за правильностью работы оборудования 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 рядом с механизмом автоматической смены инструмента.

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, химических, 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 60дБ. В представленной разработке источниками шума являются 2 мотора-редуктора и процесс смены инструмента. Общий уровень шума оборудования измеряется в пределах 40 дБ. Этот показатель соответствует допустимому.

5.1.2 Повышенный уровень вибрации

Источником вибрации является данное оборудование. В представленной разработке источниками вибрации также являются 2 мотора-редуктора. 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 $0,0072 \times 10^{-3} \text{ м}$ при частотах от 31,5 Гц до 63 Гц. Оборудование МАСИ работает в пределах допустимых значений, следовательно, оно не будет пагубно влиять на рабочий персонал. Так же дополнительной защитой служат защитные кожухи и ограждения, которые не дают прямого доступа к работающему оборудованию.

5.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды

5.2.1 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 имеет защитные кожухи, чтобы не травмировать рабочий персонал.

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

5.2.2 Пожарная безопасность

Пожар является главной опасностью при работе МАСИ, поэтому конструкция оборудования должна исключать опасность от пожара или взрыва как самого оборудования (в результате перегрева или короткого замыкания), так и газов, жидкостей, стружки, пыли, паров и других веществ, применяемых или выделяемых в окружающую среду в процессе обработки, а также других факторов, возникающих при эксплуатации станков.

Качество используемых при изготовлении данного оборудования узлов и их элементов, материалов или продукции, использованных или полученных во время их эксплуатации, должно сводить к минимуму

возникновение опасных ситуаций для здоровья и безопасности работающих, находящихся в рабочей зоне или в зоне обслуживания станков.

В первую очередь, пожар может вызвать перегрев двигателей, поэтому используется воздушное или масляное охлаждение. Разместить двигатель так, чтобы обеспечить свободный проход воздуха для охлаждения двигателя. Избегать: сужений в месте прохода воздуха; близости источников тепла, которые могут повысить температуру охлаждающего воздуха и редуктора (путем излучения); недостаточной циркуляции воздуха и любых других факторов, которые могут помешать нормальному теплоотводу. В тех случаях, когда площадь поверхности двигателя недостаточна для естественного отвода тепла, его корпус выполняют с ребрами. При воздушном охлаждении рационально иметь на корпусе ребра, расположенные вдоль движения воздушного потока.

Передачи можно охлаждать маслом, подаваемым со смазочной станции. Разница температуры масла, подаваемого в корпус, и масла, вытекающего из него, должна быть в тех же пределах, что и у цилиндрических редукторов (5...8°C).

Также корпуса двигателей следует покрывать негорючими лакокрасочными покрытиями класса А1, неспособствующим распространению пламени или пожара.

5.3 Региональная безопасность

Так как при эксплуатации оборудования не возникает вредоносных отходов, следует отметить вредные факторы при производстве элементов. При производстве разрабатываемого оборудования не производятся газообразные отходы, также не требуется специальная защита селитебной зоны, поэтому следует рассмотреть защиту литосферы и гидросферы.

Так как элементы конструкции выполняются из металла, то отходами производства будут являться: металлическая стружка, использованное масло, СОЖ.

Способы утилизации отработанного масла:

1. Восстановление на месте использования: предусматривает удаление загрязняющих веществ из отработанного масла и его повторное использование. Хотя такая форма утилизации не восстанавливает масло в его исходное состояние, она продлевает срок его годности.

2. Отправка на нефтеперерабатывающий завод.

3. Регенерация: предусматривает обработку отработанного масла, удаление загрязнений для использования в качестве основы нового смазочного масла. Регенерация продлевает срок годности масляного ресурса до бесконечности. Данная форма переработки является предпочтительной, так как она завершает цикл переработки путем повторного использования масла для производства того же продукта, которым отработанное масло было изначально, и, таким образом, экономит энергию и природное масло.

4. Переработка и сжигание для извлечения энергии: предусматривает удаление воды и частиц таким образом, чтобы отработанное масло можно было сжигать, как топливо для производства тепла или энергоснабжения производственных операций.

Утилизация СОЖ осуществляется несколькими методами: разделением масла и воды, сжиганием масляной фазы и очистка воды. Данные процессы могут быть выполнены путем химического, термического или механического разделения.

Твёрдые отходы производства имеют строго однородный характер, в виде металлической стружки, поэтому следует подобные отходы отправлять переплавку и повторное использование. Переработка стружки - трудоемкий процесс, подразумевающий под собой брикетирование или прессование стружки в компактный брикет (пакет) для наименьшего угара стружки при переплавке в сталеплавильных печах. В зависимости от стружки и ее засора используют центрифугу для отжима масла, дробилку для дробления стружки на мелкие фракции, а также брикетировочные или пакетировочные прессы для придания дробленой стружке компактного

пакета (брикета) в целях удобства перевозки и плавки в печах. Помимо этого, переработанная и подготовленная для переплавки стружка на порядок дороже, чем выюнообразная или замасленная. При образовании производства следует обеспечить безотходность производства.

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 и осветительные приборы. Для предотвращения подобных ситуаций используются защитные кожухи. Несоблюдение техники безопасности чревато возникновением пожара и уничтожением дорогостоящего оборудования и техники.

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

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы произведен анализ существующих механизмов автоматической смены инструмента. МАСИ бывают двух видов: револьверные головки и инструментальные магазины, которые в свою очередь делятся на дисковые, барабанные и цепные. После, разработаны кинематическая схема и модель механизма автоматической смены инструмента фрезерного станка. Создана сборка 3D модели устройства, оформлена техническая документация, проведен статический анализ барабана. Кроме того, проведен технологический анализ детали «Втулка поводковая», в ходе которого создан маршрут обработки детали, сделаны выводы о технологичности детали, рассчитаны припуски на размеры одной технологической операции, подобрана заготовка - горячекатанный пруток. Для операций, проводимых на станках с ЧПУ проведены расчеты режимов резания, нормирование операций, подбор оборудования, технологической оснастки, режущего и мерительного инструмента. Составлена техническая документация в виде чертежей, расчетно-технологических карт, карт наладки инструмента, карт эскизов и операционной карты.

По итогам проведения конструкторской и технологической частей ВКР произведена оценка таких показателей как ресурсоэффективность и конкурентоспособность нашего оборудования. Произведен анализ сильных и слабых сторон сконструированных механизмов автоматической смены инструмента фрезерного станка с точки зрения положения на рынке и стратегических перспектив в условиях современной конкуренции. В ходе данного анализа было выявлено, что производство данного МАСИ в России выгодно, так как полностью отсутствует конкуренция на рынке в этой области.

Для рабочего оператора – технолога, который будет использовать конструкцию данного МАСИ на станке, выявлены оптимальные показатели

шума и вибрации на рабочем месте, а также выявлены опасные факторы производственной среды такие, как подвижные части производственного оборудования и опасность возникновения пожара. Предоставлен порядок мероприятий, проведенных для устранения опасных факторов производственной среды, и мероприятий, проводимых в случае чрезвычайной ситуации. Приведены требования по ГОСТ и СанПин к рабочему месту.

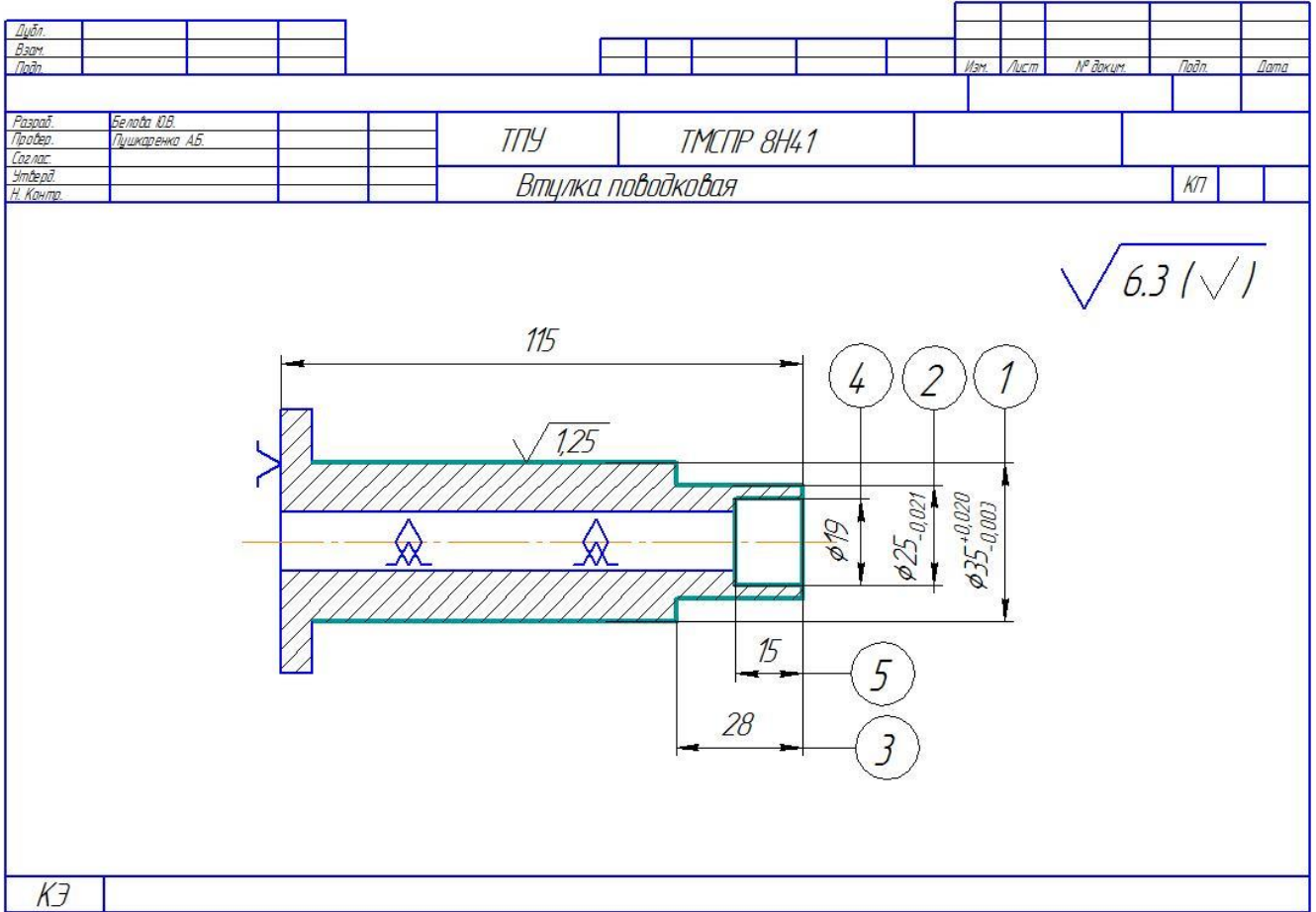
Литература

1. «Энциклопедия по машиностроению XXL»: в 40 томах. /под редакцией Фролова К.В.: Москва: «Машиностроение» 2004г.
2. Бушуев В.В. «Практика конструирования машин: справочник» /Москва: «Машиностроение», 2006 г.
3. «Справочник технолога-машиностроителя»: в 2-х томах. /под редакцией Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К.: Москва «Машиностроение» 1986г.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 2-х т. /Москва «Машиностроение» 2001 г.
5. Кувалдин Е.И., Перовщиков В.Д.: «Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием.» /учебное пособие; Киров 2005г.
6. Должиков В.П.: Разработка технических процессов механообработки в мелкосерийном производстве. /учебное пособие; Издательство ТПУ, Томск 2003г.
7. Иванов А.С., Давыденко П.А., Шамов Н.П.: «Курсовое проектирование по технологии машиностроения.» / учебное пособие; Москва, РИОР, ИНФРА-М 2012г.
8. Допуски и посадки: Справочник в 2-х томах. /под редакцией Мягкова Л.К.: Москва «Машиностроение»1983г.
9. «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.
10. Полиуретаны [Электронный ресурс] : Материал из Википедии

— свободной энциклопедии : Версия 89651353, сохранённая в 11:54 UTC 14 декабря 2017 / Авторы Википедии // Википедия, свободная энциклопедия. — Электрон. дан. — Сан-Франциско: Фонд Викимедиа, 2017. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=89651353>

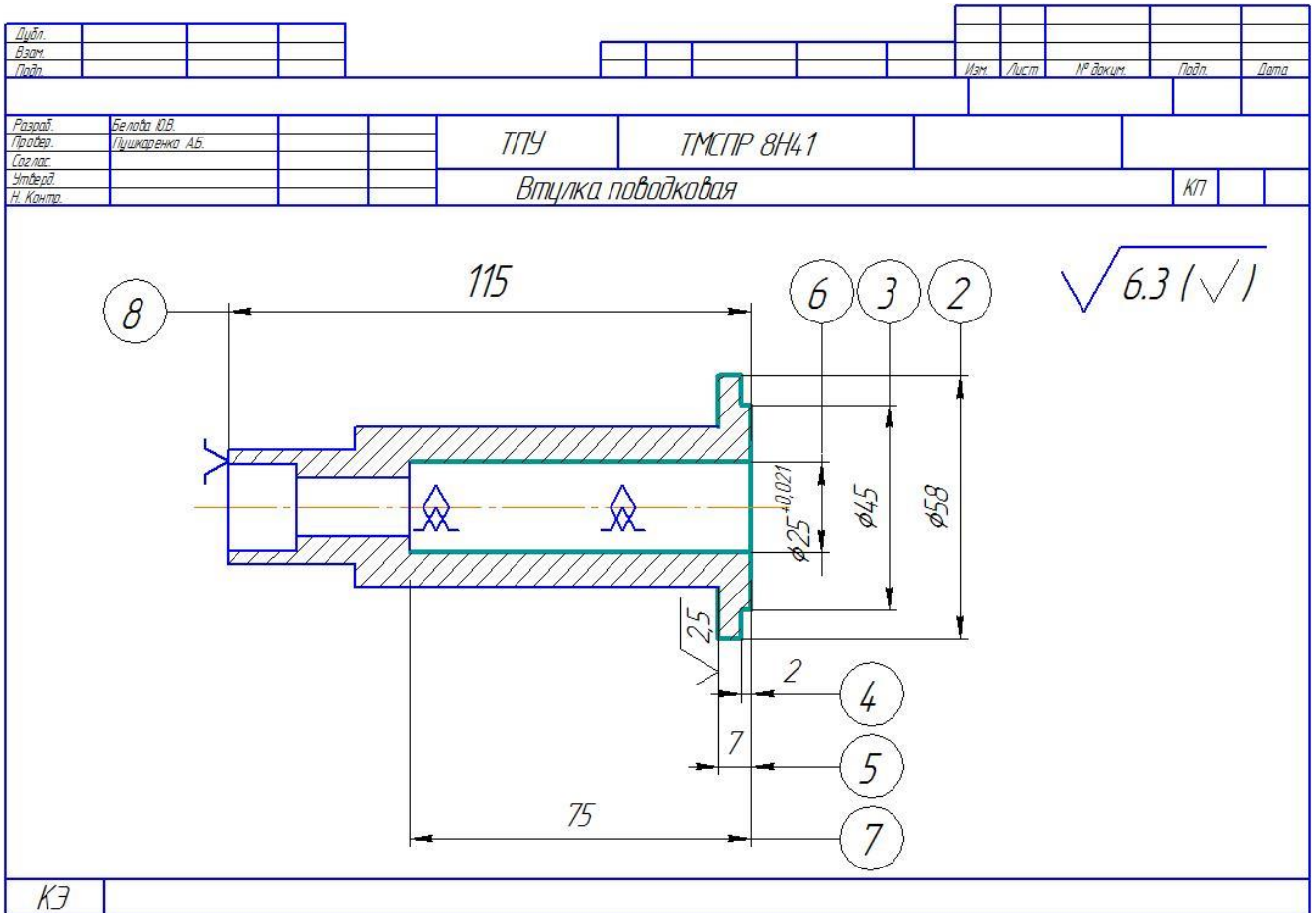
11. Васильев В.И. «Технология машиностроения, производство, восстановление и ремонт подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин: учебное пособие»/Томск: «Издательство ТГАСУ» 2012г.

6.



КЭ

7.



8.

РТК.ТМСПР8Н41

√6.3(√)

Интервал	X	Y	Z	t, мм	S, мм/об	n, об/мин
0-1	58		-7152	0	ускоренная	ускоренная
1-2	90		-7152	174	0.6	399.6
2-3	90		-69.78	0	ускоренная	0
3-4	58		-69.78	0	ускоренная	0
4-5	58		-73.26	0	ускоренная	0
5-6	90		-73.26	174	0.6	399.6
6-7	90		-69.78	0	ускоренная	0
7-8	58		-69.78	0	ускоренная	0
8-9	58		-183	175	0.5	430.4
9-10	59.75		-183	0	ускоренная	0
10-11	59.75		-183	0	ускоренная	0
11-12	56.25		-75	0	ускоренная	0
12-13	56.25		-75	175	0.5	430.4
13-14	58		-183	0	ускоренная	0
14-15	58		-183	0	ускоренная	0
15-16	61.5		-75	0	ускоренная	0
16-17	61.5		-75	175	0.5	430.4
17-18	59.75		-183	0	ускоренная	0
18-19	59.75		-183	0	ускоренная	0
19-20	63.25		-75	0	ускоренная	0
20-21	63.25		-75	175	0.5	430.4
21-22	61.5		-183	0	ускоренная	0
22-23	61.5		-183	0	ускоренная	0
23-24	65		-75	0	ускоренная	0
24-25	65		-75	175	0.5	430.4
25-26	63.25		-183	0	ускоренная	0
26-27	63.25		-183	0	ускоренная	0
27-28	66.75		-75	0	ускоренная	0
28-29	66.75		-75	175	0.5	430.4
29-30	65		-183	0	ускоренная	0
30-31	65		-183	0	ускоренная	0
31-32	68.5		-75	0	ускоренная	0
32-33	68.5		-75	15	0.5	430.4
33-34	66.75		-102	0	ускоренная	0
34-35	66.75		-102	0	ускоренная	0
35-36	70.25		-75	0	ускоренная	0
36-37	70.25		-75	15	0.5	430.4
37-38	68.5		-102	0	ускоренная	0
38-39	68.5		-102	0	ускоренная	0
39-40	71.75		-75	0	ускоренная	0
40-41	71.75		-75	15	0.5	430.4
41-42	70.25		-102	0	ускоренная	0
42-43	70.25		-102	0	ускоренная	0
43-44	73.5		-75	0	ускоренная	0

Инструмент	Интервал	X	Y	Z	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	
Резец проходной отогнутый 2102 - 0021 ГОСТ 18877 - 82	44-45	73.5		-102	15	0.5	430.4	
	45-46	71.75		-102	0	ускоренная	0	
	46-47	71.75		-75	0	ускоренная	0	
	47-48	74.75		-75	0	ускоренная	0	
	48-49	174.75		-102	15	0.5	430.4	
	49-50	73.25		-102	0	ускоренная	0	
	50-51	73.25		-75	0	ускоренная	0	
	51-52	0		0	0	ускоренная	0	
	Резец токарный расточной с пластинами из твердого сплава для обработки глухих отверстий 2141-0202 ГОСТ 18883-73	52-53	85		-85	0	ускоренная	0
		53-54	185		-100	143	0.08	850.9
54-55		86.43		-100	0	ускоренная	0	
55-56		86.43		-85	0	ускоренная	0	
56-57		83.57		-85	0	ускоренная	0	
57-58		83.57		-100	143	0.08	850.9	
58-59		85		-100	0	ускоренная	0	
59-60		85		-85	0	ускоренная	0	
60-61		82.14		-85	0	ускоренная	0	
61-62		82.14		-100	143	0.08	850.9	
62-63		83.57		-85	0	ускоренная	0	
63-64		83.57		-70	0	ускоренная	0	
64-65		0		0	0	ускоренная	0	

Инструмент: Резец проходной отогнутый 2102 - 0021 ГОСТ 18877 - 82

Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Белова Ю.В.		
Проб.	Пущаренко А.Б.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			

РТК.ТМСПР8Н41

Расчетно-технологическая карта

Лит. Масса Масштаб
1:1

Лист Листов 1

ТПУ ТМСПР
Группа 8Н41
Формат А3

Копировал

