

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

Институт Кибернетики
Направление подготовки 150305
Кафедра Автоматизации и роботизации в машиностроении

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Тиски универсальные пневматические

УДК 62.293.

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н21	Исакова Алёна Игоревна		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Козарь Д.М.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко В.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пустовойтова М.И.	к.х.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой	Буханченко С.Е.	к.т.н.		

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

Институт кибернетики

Направление подготовки (специальность) 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Кафедра Автоматизации и роботизации в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) _____ (Дата) Буханченко С.Е.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Н21	Исакова Алена Игоревна

Тема работы:

Проектирование универсальных пневматических тисков

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

5 июня 2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

1. Тиски предназначены для быстрой и надежной фиксации заготовок.
2. Максимальный линейный размер закрепляемой заготовки 200 мм.
3. Тиски должны обеспечивать плавное увеличение силы зажима при контакте губок тисков с заготовкой, для исключения повреждения поверхности заготовки.
4. Тиски должны обеспечивать возможность регулировки скорости движения исполнительного устройства.
5. Тиски должны обеспечивать безопасность их эксплуатации для оператора.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литературный обзор. 2. Разработка полного технического задания, с целью улучшения понимания технических аспектов разрабатываемой конструкции и требований, предъявляемых к ней. 3. Разработка принципиальной кинематической схемы комплекса. 4. Конструкторские расчеты в соответствии с кинематической схемой. 5. Проектирование установки. 6. Подготовка графического материала и пояснительной записки.
--	---

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Сборочный чертеж тисков универсальных пневматических: 3-4 формата А0 (А1).</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Козарь Д.М.	нет		01.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н21	Исакова Алена Игоревна		01.02.2016

Код	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Универсальные</i>		
Р1	Демонстрировать уважительное и бережное отношение к историческому наследию, накопленным гуманистическим ценностям и культурным традициям Российской Федерации, а также понимать современные тенденции отечественной и арубежной культуры	Требования ФГОС (ОК-11, ОК-12, ОК-13, ОК-14); Критерий 5 АИОР (п.2.1, 2.12, 2.13), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
Р2	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 EUR-ACE и FEANI
Р3	Осознавать социальную значимость своей будущей профессии и стремиться к саморазвитию, повышению квалификации и мастерства, владея при этом средствами самостоятельного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-21, ПК-45); Критерий 5 АИОР (п.2.16), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI

Р4	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 EUR-ACE и FEANI
Р5	Владеть деловой, публичной и научной речью, как на русском, так и иностранном языках, демонстрируя при этом навыки создания и редактирования профессиональных текстов с учетом логики рассуждений и высказываний	Требования ФГОС (ОК-2, ОК-19); Критерий 5 АИОР (п.2.13), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
Р6	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 EUR-ACE и FEANI
Р7	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 EUR-ACE и FEANI
<i>П р о ф е с с и о н а л ь н ы е</i>		

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 (ПК-9, 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 (ПК-2, ПК-12, ПК-23, ПК-39, ПК-52, ПК-54); Критерий 5 АИОР (п.2.10), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P10	Владеть методами моделирования и проектирования производственных процессов, объектов и продукции машиностроительного производства с использованием современных информационных технологий и программного обеспечения мирового уровня	Требования ФГОС (ПК-3, ПК-5, ПК-11, ПК-18, ПК-19, ПК-46, ПК-48); Критерий 5 АИОР (п.2.8), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P11	Уметь разрабатывать и внедрять технологии изготовления продукции машиностроения, основываясь на главных закономерностях, действующих в процессе ее изготовления с использованием современных информационных технологий	Требования ФГОС (ПК-6, 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 (ПК-4, ПК-16, ПК-22, ПК-41); Критерий 5 АИОР (п.2.3, п.2.7, п.2.9), согласованный с требованиями EUR-ACE 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 (ПК-20, 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 EUR-ACE и FEANI
P15	Уметь создавать проектную и техническую документацию, согласно установленным формам, будущей главной частью всех этапах жизненного цикла изделия.	Требования ФГОС (ПК-13, 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	Уметь проводить мероприятия эффективного контроля качества материалов, процессов технологического характера, средств измерения и готовой продукции машиностроения.	Требования ФГОС (ПК-15, 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 95 страницы. Включает в себя 21 рисунок и 11 таблиц.

Ключевые слова: усиливающий механизм, исследование силовых характеристик, коэффициент усиления, коэффициент трения, угол наклона рычагов

Объектом проектирования являются пневматические универсальные тиски.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка конструкции тисков, предназначенных для быстрой и надежной фиксации заготовок с возможностью фиксации заготовок, максимальный линейный размер которых 200 мм. Тиски должны обеспечивать возможность регулировки скорости движения исполнительного устройства.

В результате процесса разработки создана 3д модель.

Внешние габариты пневматических тисков составляют 400x238x279 мм. Конструкция состоит из 4 сборочных единиц: модуль зажима, подвижная губка, направляющая и основание для тисков.

Разработана конструкторская документация и оформлена технологическая карта на изготовление одной из деталей тисков. Проект удовлетворяет всем установленным требованиям производственной безопасности.

1. Оглавление	
Введение.....	12
2. Задачи:.....	14
Литературный и патентный обзор.....	15
Конструкторская часть:	24
3. Прочностной расчет.....	30
Технологическая часть.....	35
4. Введение	35
5. Определение типа производства	39
6. Анализ технологичности конструкции детал	39
7. Маршрут обработки.....	41
8. Расчет припусков	46
9. Расчет режимов резания.....	53
10. Выбор оборудования	55
11. Расчётно-технологическая карта.....	60
12. Нормирование	61
13. Выбор режущего инструмента	63
14. Карта наладки.....	66
15. Расчет приспособления	67
16. Заключение по технологической части	67
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	69
17. SWOT – анализ.....	76
18. Матрица сильных сторон и возможностей	77
19. Матрица слабых сторон и угроз.....	77
Социальная ответственность.....	80
20. Техногенная безопасность.	80
21. Региональная безопасность.....	87
22. Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	87
23. Особенности законодательного регулирования проектных решений. .	90
24. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	92
Заключение.....	94

Список используемых источников.....	96
-------------------------------------	----

Введение

Понятие «пневматика» охватывает изделия, работающие за счет энергии сжатого воздуха. Для некоторых из них, в частности механизмов ударного принципа применение энергии сжатого воздуха, является, пожалуй, наиболее эффективным решением, поскольку электромеханические устройства не смогут дать такие большие мощности, а пороховые представляют повышенную опасность.

Преимущество перед электрическими аналогами отсутствие искрения, что имеет большое значение, если технологический цикл на производстве предполагает газ или пары горючих материалов. Вероятность выхода из строя в случае перебоев в электросетях отсутствует, так как электричество потребляет компрессор, а не пневмоинструмент. Пневматика гораздо безопаснее и в условиях работы в условиях повышенной влажности (на улице под дождём) — нет риска поражения электрическим током. Тем не менее, излишне частая работа в таких условиях нежелательна во избежание коррозии.

Говоря о преимуществах пневматике нельзя не упомянуть простоту конструкции. Инструмент зачастую состоит всего из двух, трёх десятков деталей. В пневмоинструменте нет хрупких деталей, выход из строя, которых приведет к неминуемому обращению в сервисный центр. Прочный корпус — нечему треснуть или перегреться. Инструмент не знает, что такое перегрузки — избыток воздуха при необходимости стравливается. Падение на пол не причинит инструменту никакого вреда кроме царапин на корпусе. Что позволяет достигать максимальной силы удара. Простота и надёжность первое, что приходит на ум в отношении пневматики.

С износостойкостью у пневматики тоже полный порядок. Ударный поршень изготавливается из особо прочных сплавов и стачивается на миллиметр после десятков тысяч ударов. Промышленные образцы могут работать несколько смен подряд, что делает их идеальным выбором для производства, да

и ресурс выше, чем у электрики. Герметичный защитный корпус предотвращающий попадание пыли. Ведь именно она зачастую является причиной выхода из строя электроинструмента. Риск подобной поломки у пневматики исключен полностью.

Ещё один важный момент преимущества перед электрическими аналогами то, что при большей мощности они обладают относительно небольшим весом, что связано с простотой конструкции и отсутствием большого количества деталей. Кроме того, пневматика тише и зачастую компактнее, что экономит силы при долгосрочной работе.

Не стоит забывать, правда, что если для электроинструмента нужна только розетка, то для пневматики потребуется источник воздуха компрессор. И тут важно правильно подойти к его выбору купив компрессор уже под конкретную модель пневмоинструмента, учитывая её характеристики.

Пневматические приспособления работают за счет энергии сжатого воздуха. Для этого специальные компрессорные станции сжимают воздух, затем сжатый воздух подается на приспособление. Компрессорные станции оснащены фильтрами и очистителями, для того чтобы воздух был очищен от примесей и конденсата. Среди пневматических зажимных приспособлений большое применение получили пневмотиски.

Тиски станочные пневматические предназначены для закрепления деталей при механической обработке металлов резанием на фрезерных, строгальных, сверлильных и других станках. Тиски предназначены для частичной автоматизации процесса закрепления заготовок, они обеспечивают возможность быстрой и надежной фиксации среднегабаритных металлических деталей.

Цель работы:

Разработка конструкции пневматических тисков, предназначенных для быстрой и надежной фиксации заготовок с возможностью фиксации заготовок, максимальный линейный размер которых 200 мм. Тиски должны

обеспечивать возможность регулировки скорости движения исполнительного устройства.

Проблема исследования: Для увеличения усилия зажима требуется увеличить размеры пневмоцилиндра, что увеличивает затраты на изготовление, эксплуатацию и обслуживание оборудования. Кроме того, при большой скорости движения подвижных губок возможно повреждение хрупких деталей.

Задачи исследования:

- Литературный обзор и патентный обзор с целью поиска наиболее оптимального решения по модернизации конструкции тисков.
- Разработка принципиальной кинематической схемы комплекса. (Модернизировать конструкцию тисков, используя усиливающий механизм при передаче усилия с поршня пневматического цилиндра)
- Конструкторские расчеты в соответствии с кинематической схемой. (Произвести расчет наиболее оптимальных геометрических размеров зажимной конструкции, расчет на прочность)
- Проектирование установки. (спроектировать конструкцию тисков с использованием усиливающего механизма)

Противоречия, разрешаемые в работе:

Между необходимостью увеличения усилия зажима и увеличением размеров пневмоцилиндра.

Между необходимостью внедрения дросселя для плавности хода подвижных губок и снижением цены тисков.

Объект исследования: пневматические универсальные тиски

Предмет исследования: конструкция тисков при использовании дросселя и усиливающего механизма.

Научная новизна: Разработан новый метод регулировки усилия зажима пневматических тисков при постоянных геометрических параметрах пневмоцилиндра.

Научные положения: Усилие зажима регулируется посредством изменения угла наклона рычагов в конструкции тисков.

Практическая значимость:

1) Усилие зажима регулируется посредством изменения угла наклона между рычаги усиливающего механизма, в конструкцию тисков.

2) Внедрение резьбового элемента в конструкцию тисков позволит уменьшить скорость движения подвижной губки??, что увеличит количество обрабатываемых материалов и повысит универсальность использования данных тисков;

3) Механизм повышения усилия зажима позволит сохранять оптимальные размеры пневмоцилиндра и обеспечить удобства применения тисков на производстве.

Литературный и патентный обзор

В чем преимущества пневматических приспособлений от других? Сжатый воздух имеет ряд достоинств:

1. Упругость воздуха, способствующая быстрой передачи давления, колебания.
2. Трубы, передающие сжатый воздух не замерзают при минусовой температуре.
3. Применение сжатого воздуха безопасно и экологично.
4. Приспособление не нуждается в отводах для отработанного воздуха.
5. Удобность подвода сжатого воздуха к рабочим местам.

Основные достоинства использования пневматических тисков: простота конструкции, высокая надежность и технологичность. Несмотря на преобладающие плюсы пневматики, пневматические тиски имеют некоторые существенные недостатки:

1.относительно небольшая величина усилия при оптимизированном размере пневмоцилиндра;

2.невозможность регулирования скорости зажима губок.

Задача данной работы заключается в проектировании модели тисков, которая сохранила бы имеющиеся достоинства и устранила вышеуказанные недостатки.

Для увеличения усилия зажима внедрим в конструкцию тисков усиливающий механизм. Применение усиливающих механизмов позволяет обеспечить сильный и жесткий зажим обрабатываемой детали при небольших габаритах силового цилиндра, вследствие чего все приспособление получается компактным и удобным для пользования, расход сжатого воздуха сокращается.

Свойства усиливающих механизмов, применяющихся в приспособлениях, характеризуется[1]:

А) коэффициентом передачи силы i_p , равным отношению усилия на ведомом звене к усилию на ведущем (штоке пневматического цилиндра);

Б) передаточным отношением t , равным отношению величины перемещения ведомого звена к величине перемещения ведущего;

В) к.п.д. механизма η , равным произведению коэффициента передачи силы на передаточное отношение.

Существуют разные виды усиливающих механизмов:

1. Рычажные
2. Клиновые
3. Шарнирно-рычажные
4. Эксцентриковые
5. Винтовые

Рассмотрим каждый механизм более подробно.

Рычажные

Рычаги первого и второго рода отдельно, как усилители применяются лишь в тех случаях, когда не требуется большого усиления или жесткости зажима-для легких сверлильных и фрезерных операции (в тех случаях, когда усилие резания не направлены на зажим), в сборочных приспособлениях. Увеличение отношения плеч рычага до трех и более ведет к значительному удлинению последнего, что, в свою очередь вызывает увеличение габаритов приспособления и делает его громоздким и неудобным для эксплуатации.

Коэффициент передачи силы рычажного механизма:

$$i_p = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi_1}, (1)$$

Где α -угол наклона рычага;

$\beta = \operatorname{arcsin} \frac{d}{L} f$;

L –расстояние между отверстиями рычага;

d -диаметр оси шарниров;

f -коэффициент трения в шарнирах и между роликом и его осью;

$\operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{a}{D} f$ -приведенный коэффициент трения в роликовой опоре;

D -диаметр ролика.

Клиновые

Клиновые усиливающие механизмы являются наиболее распространенными в пневматических приспособлениях благодаря их компактности, простоте изготовления, надежности в работе и простоте регулирования.

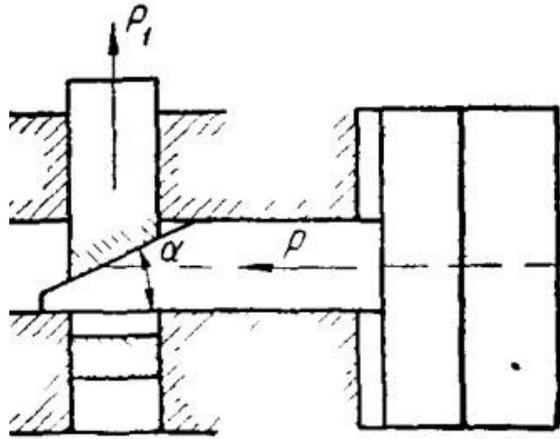


Рис.1. Схема клинового механизма с передачей движения под углом 90° .

Коэффициент передачи силы i_p клинового усиливающего механизма:

$$i_p = \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)\operatorname{tg}\varphi_3}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2}, \quad (2)$$

Где α -угол клина.

Если $\varphi_2 = \varphi_3$, то

$$i_p = \operatorname{ctg}(\alpha + \varphi_1 + \varphi_2), \quad (3)$$

φ_1 -угол трения на наклонной плоскости;

φ_2 - угол трения на основании клина;

φ_3 - угол трения в направляющей плунжера.

К.П.Д. клиновых механизмов=45%

Передаточное отношение клинового механизма определяется по формуле

$$i_s = \frac{s_1}{s} = \operatorname{tg}\alpha, \quad (4)$$

Где s_1 - перемещение элемента, опирающегося на клин;

s -перемещение клина;

α -угол клина;

Шарнирно-рычажные

При применении данного вида усиливающего механизма для зажима используется только половина силы. Особенность зажимов с шарнирно-рычажным механизмом заключается в том, что они не дают постоянного зажимного усилия, так как угол наклона рычага меняется в зависимости от колебания размеров зажимаемой детали.

Коэффициент передачи силы

$$i_p = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \operatorname{tg}\varphi_1}, \quad (5)$$

Где α – угол наклона рычага;

$$\beta = \operatorname{arcsin} \frac{d}{L} f;$$

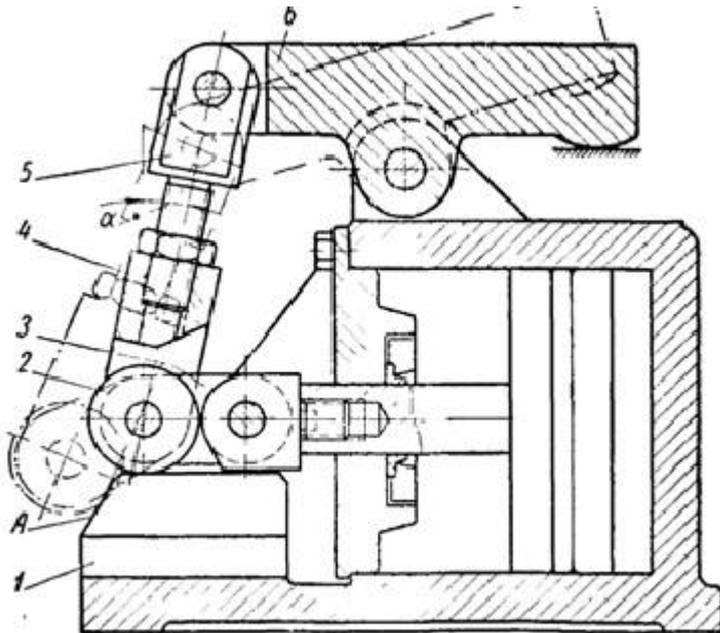


Рис.2. Схема шарнирно-рычажного механизма

Эксцентриковые и винтовые

Винт и эксцентрик в качестве усиливающего механизма применяются сравнительно редко; это объясняется главным образом тем, что для образования возвратно-поступательного движения штока пневматического цилиндра

во вращательное винта или эксцентрика требуется дополнительный механизм, вследствие чего приспособление усложняется и удорожается.

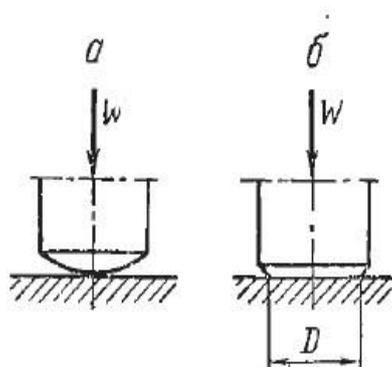


Рис.3.Схема для расчета винтовых механизмов с винтами а) без трения б) с трением

Общее усилие, передаваемое винтом на ползуны в приспособлении

$$P_1 = \frac{M}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha_v + \varphi_n)}, \quad (6)$$

где M -крутящий момент на валу; r_{cp} -средний радиус резьбы;

α_v -угол подъема винта резьбы;

φ_v -угол трения в резьбовой паре.

Для метрической резьбы с углом 60° φ_v равен $6^\circ 34''$, для трапециoidalной 5° . Сила зажима с учетом потерь на трение в направляющих пазах ползунов может быть определена по формуле [7] :

$$P_2 = (P_1 - \frac{3a}{b} f), \quad (7)$$

Где P_1 -сила, определенная по формуле 6;

b -длина направляющих ползунов;

a -расстояние от точки приложения зажимного усилия до середины направляющих пазов ползунов.

Для эксцентрикового механизма сила зажима может быть определена с достаточной для практики точностью:

$$P_i = \frac{M}{\operatorname{tg}(\beta + \varphi_3)\rho}, \quad (8)$$

Где M - крутящий момент на валу;

β -угол подъема эксцентрика;

φ_3 -угол трения на поверхности эксцентрика;

ρ -расстояние от оси вращения эксцентрика до точки соприкосновения его с плоскостью давления.

Сравнивая и анализируя формулы [7] и [8], нетрудно прийти к заключению, что винтовой механизм дает усиление в несколько раз больше, чем эксцентриковый при одинаковых диаметрах приводного зубчатого колеса, так как величина ρ эксцентрика всегда больше среднего радиуса винта, а тангенсы сумм углов разнятся мало.

Для изготовления пневмотисков нам требуется простая, компактная конструкция, которая при этом давала бы немалое усиление.

Рычаг в качестве усилителя достаточно простой, но для пневматических тисков он не может использоваться без шарнира.

Клиновой механизм также простой по конструкции, но на работу клинового механизма большое влияние оказывает трение между клином и наклонной поверхностью, особенно при малых углах клина, часть входного усилия тратится на преодоление силы трения. Таким образом мы на выходе имеем силу, меньше чем могла бы быть. Для уменьшения потерь на трение используются подшипники качения, но сила усилия не должна превышать критических значений во избежание поломки подшипников.

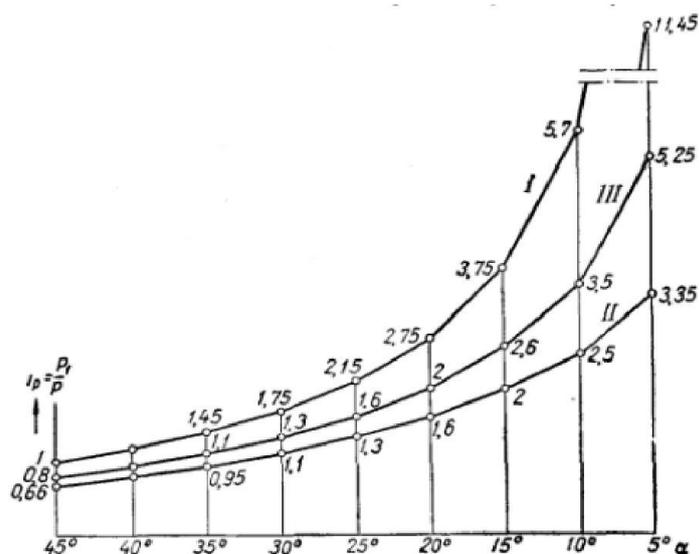


Рис.4. График зависимости коэффициента передачи силы клинового механизма от угла клина

На графике видно, что наибольшее значение усилия механизм принимает при углах наклона меньше 5° , в этом же диапазоне наибольшие потери на трение. Кроме того у клиновых механизмов очень маленький ход, для увеличения хода, требуется увеличить габариты пневмоцилиндра, а это невыгодно и неудобно. Эксцентровые и винтовые усиливающие механизмы дают большое усиление, но к ним нужен дополнительный механизм, для преобразования возвратно-поступательного движения штока цилиндра во вращательное винта или эксцентрика.

Эксцентровое усиливающее устройство не может использоваться одно, для его вращения требуется рычаг, что является еще одним дополнительным механизмом, который усложняет и увеличивает стоимость нашего приспособления.

Недостаток винтового механизма заключается также в том, что для получения большого хода зажимных элементов требуется пневматический цилиндр большой длины, вследствие чего увеличиваются габариты приспособления и расход воздуха.

Кроме того винтовые и клиновые механизмы является самотормозящими, т.е. работают в одну сторону. Эксцентриковые при малых углах работают также, данная характеристика не дает регулировать наклон угла, а следовательно мы не можем за счет угла наклона рычагов поменять величину усилия.

Исходя из проведенного анализа, мы остановили свой выбор на шарнирно-рычажном механизме, потому что он обладает нужными нам характеристика: простотой, удобностью, относительно-большим коэффициентом усиления, небольшими размерами и возможностью регулирования угла наклона рычагов, который позволяет изменять входное усилие в зависимости от заданных условия и предпочтении.

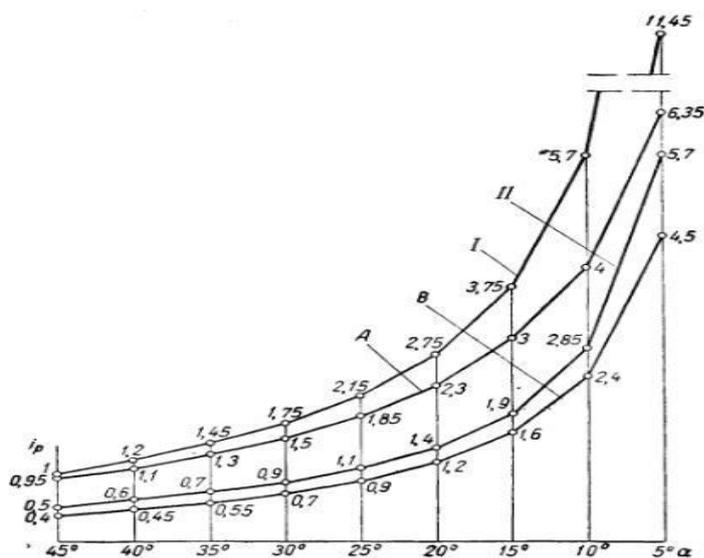


Рис.5. График зависимости коэффициента передачи силы рычажного механизма от угла наклона рычага

Наиболее близким по техническому решению по конструкцию являются, зажимающие губки которых осуществляют удерживание заготовок от пневматического привода, содержащие две или одну губку, которые могут быть сменные.

Недостаток пневматических тисков-относительно небольшая величина усилий. Для увеличения усилия зажима рекомендуется использовать усиливающий механизм шарнирно-рычажного типа, потому что он является наиболее

компактным и простым, сравнительно с другими, что обеспечивает оптимальные габариты пневматических тисков и дает возможность регулирования усилия зажима.

Конструкторская часть:

Основная идея модернизации пневматических тисков заключается в использовании усиливающего механизма для увеличения усилия зажима и сохранении оптимальных размеров пневмоцилиндра. В качестве усиливающего механизма будет использоваться шарнирно-рычажный механизм, который является простым и компактным и позволяет менять усилие зажима за счет угла наклона рычага.

Кинематическая схема

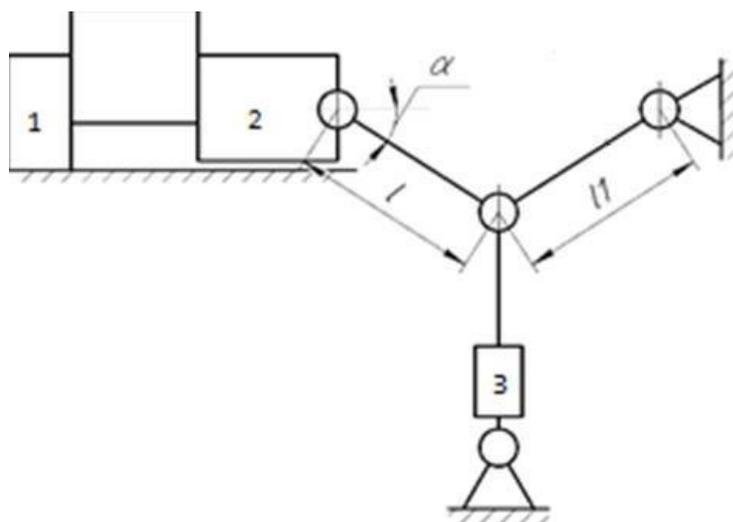


Рис. 6. Принципиальная кинематическая схема пневматических тисков с усиливающим шарнирно-рычажным механизмом

На рисунке [6] изображена схематическая конструкция пневматических тисков, а именно- схема усиливающего механизма. Между неподвижной 1 и подвижной 2 губками зажимается заготовка. К подвижной губке 2 крепится усиливающий механизм, который состоит из двух рычагов, которые в свою очередь соединяются с поршнем пневмоцилиндра 3. При подаче давления в

пневмоцилиндр 3 поршень передает усилие на рычаги, и затем начинает двигаться подвижная губка 2.

Расчетная часть

Основной характеристикой усиливающего механизма является величина коэффициента усиления i_p , которая показывает во сколько раз увеличивается входное усилие. Данный коэффициент вычисляется в общем виде по формуле 9:

$$i_p = \frac{F_{\text{ВЫХ}}}{F_{\text{ВХ}}}, \quad (9)$$

где $F_{\text{ВЫХ}}$ – выходное усилие,

$F_{\text{ВХ}}$ -входное усилие.

Для двухрычажного механизма коэффициент усиления i_p вычисляется по формуле [10]:

$$i_p = \frac{1}{2 \cdot \tan(\alpha + \arcsin(\frac{d}{l} \cdot f))}, \quad (10)$$

где α – угол наклона рычага,

d – диаметр оси шарнира,

l – длина рычага,

f – коэффициент трения.

Для того чтобы спроектировать наиболее компактный и удобный вариант пневматических тисков проведен анализ уравнения [10].

Прежде всего, рассмотрена зависимость коэффициента усиления i_p от угла наклона рычага α при отсутствии трения. Диапазон изменения угла наклона изменяется от 0° до 45° .

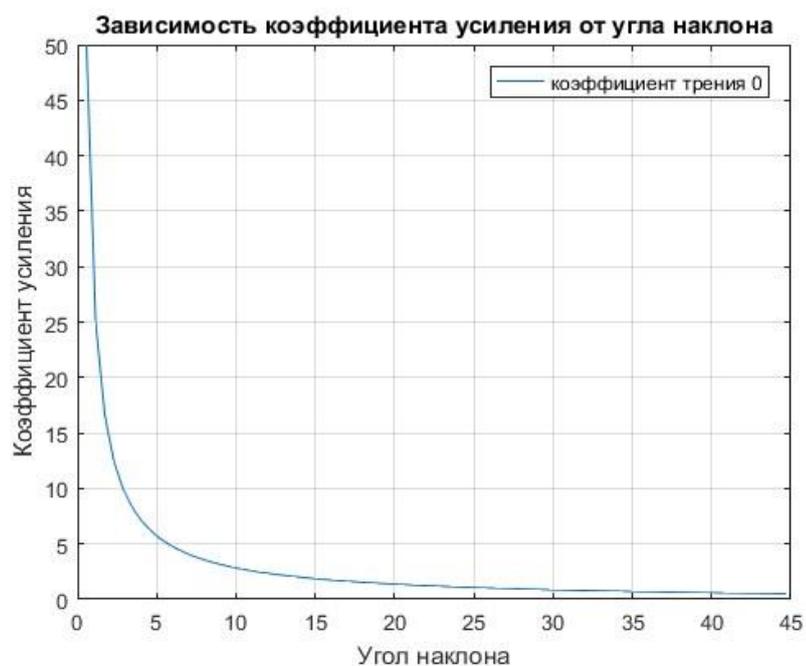


Рис. 7 Зависимость коэффициента усиления от угла наклона при коэффициенте трения 0.

Наибольшее значение коэффициент усиления принимает от 0° до 5° , но при такой величине угла возможен быстрый износ и поломка отдельных деталей механизма. Также в реальном мире невозможно создать условия, при которых коэффициент трения будет равен 0.

Рассмотрим зависимость коэффициента усиления от угла наклона при коэффициенте трения $=0,01$.

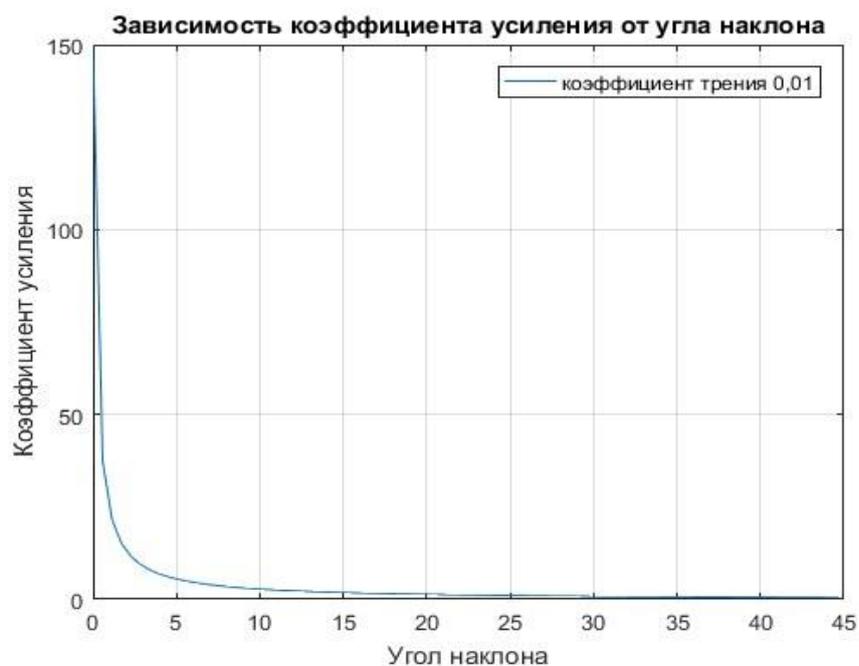


Рис 8. Зависимость коэффициента усиления от угла наклона при коэффициенте трения 0,01.

В этом случае коэффициент трения также наибольшее значение принимает от 0° до 5° , что является износоопасным. В диапазоне от 5° до 20° , коэффициент усиления принимает оптимальные значения, при которых входное усилие увеличивается до 5,5 раз. Рассмотрим ситуацию при трение=0,1.

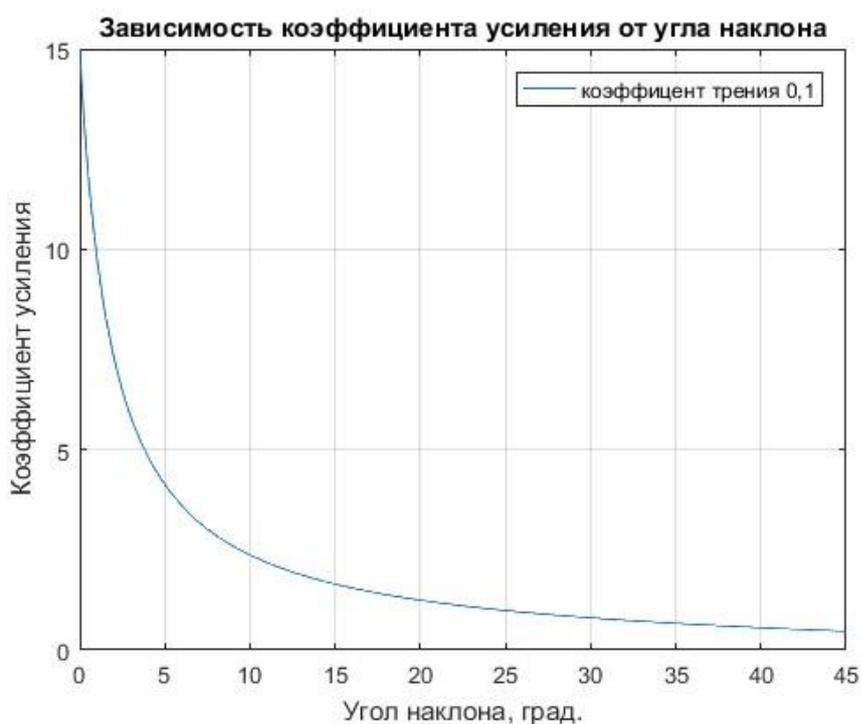


Рис 9. Зависимость коэффициента усиления от угла наклона при коэффициенте трения 0,1.

В условиях без трения характеристика находится выше и имеет наибольшее значение коэффициент усиления (рис. 9), чем в двух других случаях. Но в реальном мире невозможно создать условия, при которых коэффициент трения будет равен 0.

При коэффициентах трения 0,01, почти реальные условия, коэффициент усиления принимает значения близкие к характеристике без трения.

Еще одна переменная, которая может повлиять на величину усилия – это отношение диаметра оси шарнира к длине рычага.

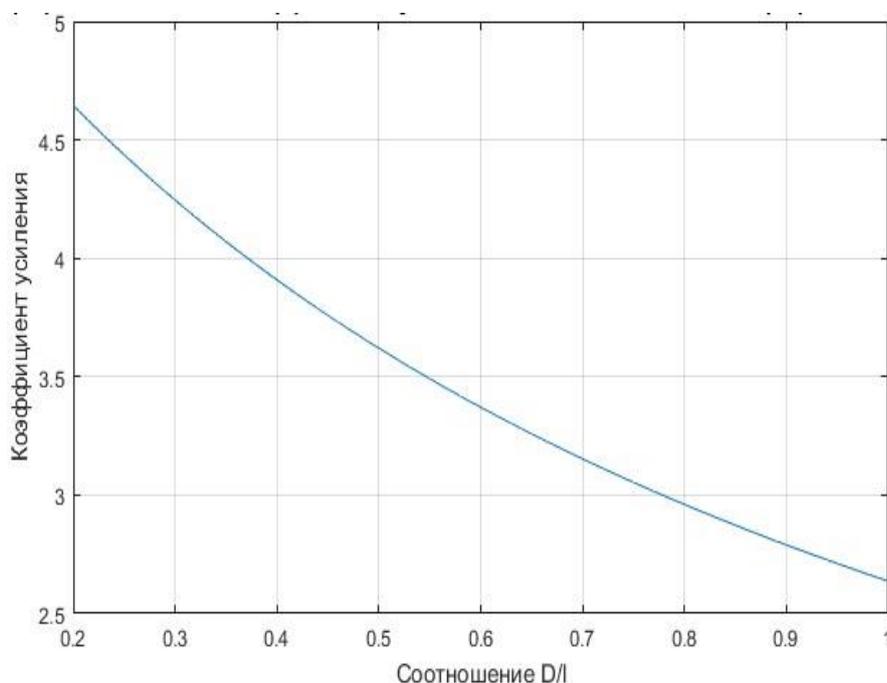


Рис. 10. Зависимость коэффициента усиления от соотношения диаметра \varnothing оси шарнира к длине рычага.

По графику (рис. 3) видно, что чем больше отношение диаметра оси шарнира к длине рычага, тем меньшее усилие дает такой механизм. Исходя из этого, целесообразно делать рычаг как можно длиннее, а диаметр оси шарнира как можно меньше.

Кроме того для проектирования пневматических тисков большую роль играет ход поршня, который определяет величину его возможного перемещения.

Рассчитать ход поршня для двухрычажного механизма можно по формуле [11]:

$$s = 2l(1 - \cos \alpha), (11)$$

где s – ход поршня,

l – длина рычага.

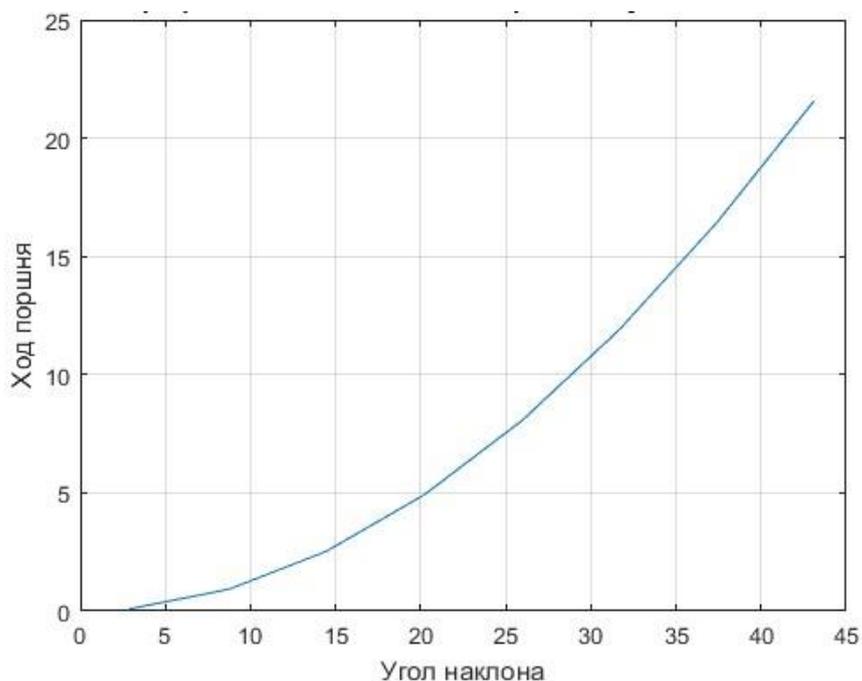


Рис. 11. Зависимость хода поршня от угла наклона рычага

Исходя из графика (рис. 11) можно сделать вывод, что при увеличении угла наклона увеличивается ход, но по графику на рисунке 11 при увеличении угла наклона уменьшается коэффициент передачи, поэтому для оптимальных размеров проектируемого механизма следует выбрать средние значения угла наклона, которые будут давать значительное усилие и обеспечат нормальный ход поршня.

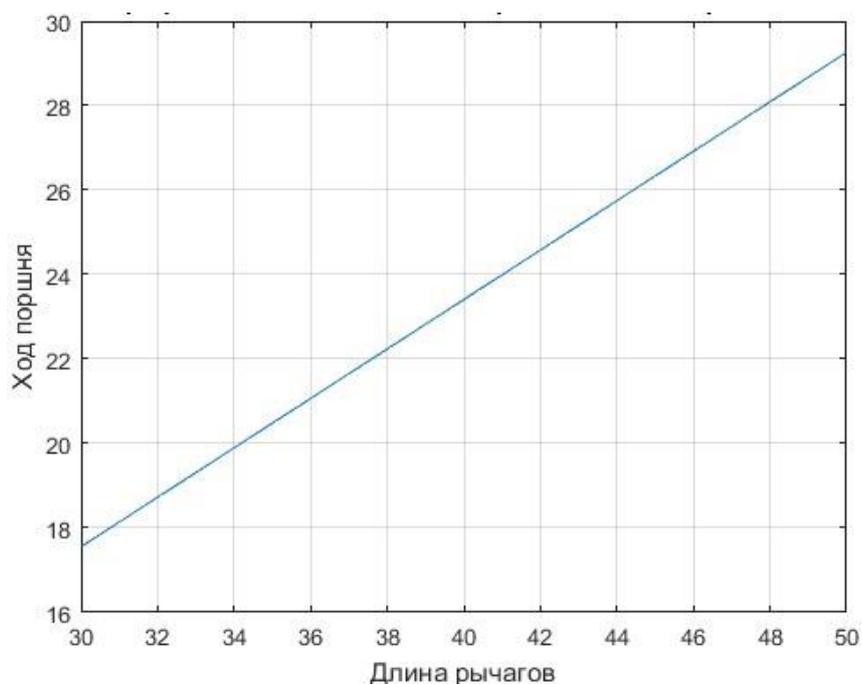


Рис. 12. Зависимость хода поршня от длины рычага

Ход поршня также увеличивается при увеличении длины рычагов, но вместе с тем увеличиваются и габариты механизма.

Прочностной расчет

Проведение прочностного расчета элементов пневмотисков. Усилие пневмоцилиндра принять равным $F_{пнев.} = 1870$ Н. Угол поворота рычагов усиливающего механизма $\alpha = 5 \dots 10^\circ$.

В соответствии с поставленной задачей определим, какие расчеты необходимо произвести для различных элементов пневмотисков: пневмоцилиндра со штоком, опор, направляющих, подвижной губки, рычагов, осей (принципиальная схема приведена на рисунке 6).

Пневмоцилиндр со штоком являются покупными деталями, изготавливаемыми на специализированных предприятиях, поэтому все необходимые прочностные расчеты уже проведены изготовителем. Отдельной задачей является правильный подбор необходимого пневмоцилиндра.

Опоры работают на срез, смятие, изгиб и др.; направляющие работают на изгиб и срез, однако характер необходимого прочностного расчета очень

сильно зависит от используемой конструкции опор и направляющих, поэтому проведение нашего расчета для общего случая нецелесообразно.

Подвижная губка работает на сжатие и смятие, однако нагрузки, воспринимаемые ею, напрямую зависят от характера зажимаемой заготовки (от ее твердости, жесткости), поэтому проведение прочностного расчета и в общем случае нецелесообразно.

Рычаги работают на изгиб, сжатие и смятие. Расчет на изгиб нет необходимости производить, так же как и на сжатие и смятие, так как расчет на изгиб обусловлен конструктивными особенностями конкретной модели пневматических тисков и необходим в случае протяженных рычагов. На сжатие расчет так не требуется, так как напряжения, возникающие при сжатии рычагов, пренебрежимо меньше в сравнении с другими напряжениями.

Расчет на смятие проводить так нет необходимости, так как данный расчет проводится для оси.

Оси кинематических пар работают на смятие и срез. Поэтому, в соответствии с поставленной задачей, далее проведем прочностной расчет осей механизма (расчетную схему смотрите на рисунке 13).

Для удобства расчетов рассмотрим случай равноплечего усиливающего механизма. Всего в механизме имеется три оси, при этом в рассматриваемом случае нагрузки, приходящиеся на оси в местах соединения рычагов с опорой и подвижной губкой равны. Поскольку в точке соединения рычагов со штоком пневмоцилиндра плоскостей среза восемь, то наиболее нагруженными являются места соединения рычагов с опорой и подвижной губкой с четырьмя плоскостями среза (смотрите рисунок 13).

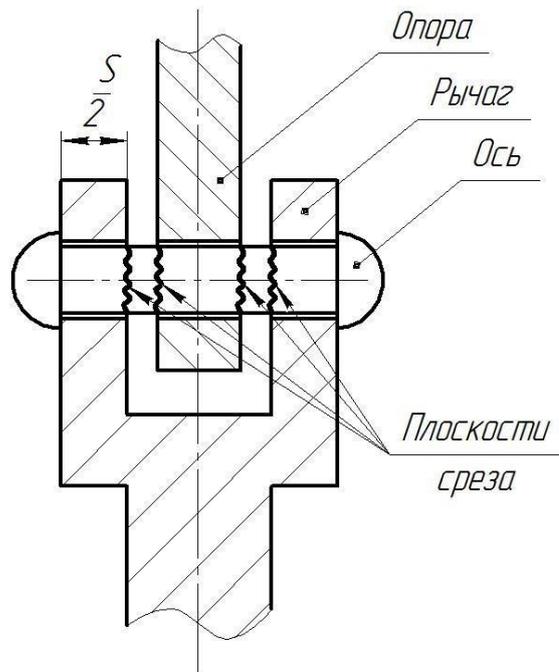


Рис.13.Расчетная схема для прочностного расчета осей.

В соответствии с рисунком 14 вдоль рычагов действует сила F_p .

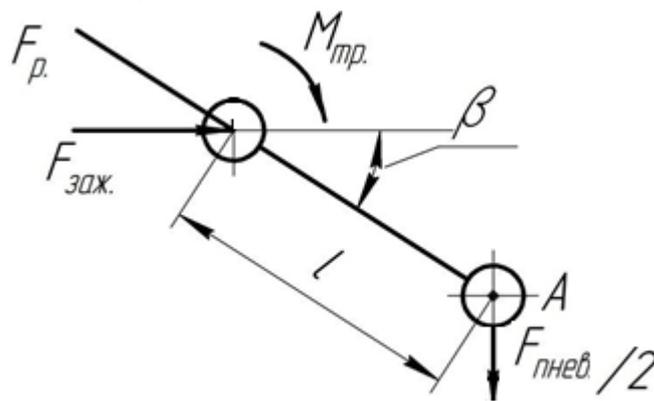


Рис. 14.Схема распределения нагрузки на рычаги усиливающего механизма.

При этом наибольшая нагрузка на оси приходится при минимальных углах наклона рычагов усиливающего механизма, согласно условию, этот угол $\alpha = 5^\circ$ Тогда:

$$F_p = \frac{F_{пнев}}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{1870}{2 \cdot \sin 5^\circ} = 10\,747, (12).$$

Согласно принятой конструкции пневмотисков (число плоскостей среза $n_{\text{ср}} = 4$), а также принимая допускаемое напряжение на срез для стали Ст 45 равным $[\tau_{\text{ср}}] = 170$ МПа [3], определим диаметр осей, удовлетворяющий условию прочности на срез:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_p}{\pi \cdot [\tau_{\text{ср}}] \cdot n_{\text{ср}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10747}{\pi \cdot 170 \cdot 10^6 \cdot 4}} = 4,48 \text{ мм}, (13)$$

По ГОСТ 6636-69 округляем полученную величину до ближайшего большего нормального размера, т.е. принимаем $d = 5$ мм.

Согласно полученному значению диаметра оси $d = 5$ мм и принимая допускаемое напряжение на смятие для стали Ст 45 равным $[\sigma_{\text{ср}}] = 280$

МПа [3], определим необходимую толщину вилки рычага по условию работы на смятие:

$$S \geq \frac{F_p}{d \cdot [\sigma_{\text{ср}}]} = \frac{10747}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 280 \cdot 10^6} = 7,6 \text{ мм}, (14)$$

По ГОСТ 6636-69 округляем полученную величину до ближайшего большего нормального размера, т.е. принимаем $S = 8$ мм.

Выбор пневмоцилиндра:

Формула расчета сил

$$F = P \cdot S, H, (15)$$

Силу F примем равной 1000 Н

$$P = 6 \text{ бар} = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Отсюда рассчитаем площадь поверхности штока:

$$S = \frac{F}{P} = \frac{1000}{6 \cdot 10^5} = 0,002, \text{ м}^2, (16)$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \rightarrow$$

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,002}{3,14}} = 0,05 \text{ м} = 50 \text{ мм}, (17)$$

Наиболее ближайший по величине диаметр поршня из стандартных равен 50 мм.

Параметры для выбора пневматического цилиндра:

- Диаметр поршня должен равняться 50 мм
- Пневмоцилиндр должен быть компактным по габаритам
- Максимальное рабочее давление должно быть ≥ 6 бар
- При коэффициенте трения $f=0,01$ величина усилия будет равна 117 кг или 1170 Н.

Выберем пневмоцилиндр, подходящий под наши параметры, из готовой продукции на сайте компании «FESTO»

Возьмем пневматический короткоходовой цилиндр серии AEVC-6325-A-P-A с наружной резьбой, цилиндр с диаметром поршня 50 мм выдерживает нагрузку 1120 Н, что не подходит нам, поэтому мы выбираем цилиндр с диаметром 63 мм, который выдерживает до 1800 Н. Таким образом он будет выдерживать нагрузку при давлении в 6 бар и у него еще будет оставаться запас.

Таблица 1. Основные характеристики

Конструкция	Компактный профиль
Действие	Односторонний
Материалы	Корпус и крышка- анодированный алюминий ; шток- анодированный алюминий; поршень- Al; уплотнения –гидратная нитриловая резина
Крепление	Фланец, лапы, подвески
Ход (мин-макс)	10...25 мм
Рабочая температура	-20...+80°C

Технологическая часть

Введение

Машиностроение всегда было ведущей отраслью народного хозяйства. Продукция машиностроения широко используется практически во всех сферах жизни: сельскохозяйственная техника, космические аппараты, одежда, поезда и многое другое. В течение длительного периода темпы развития машиностроения опережали развития промышленности в целом. Высокие темпы были характерны для отраслей, определяющих научно-технический прогресс, и в первую очередь станкостроения, приборостроения, электротехнический и электронной промышленности, производства средств вычислительной техники, авиакосмического производства.

Достижения машиностроительного комплекса характеризовались не только ростом объемов его производства, но и созданием и выпуском прогрессивных видов продукции, внедрением более современных, ресурсосберегающих технологий.

Кризисная ситуация, назревшая в стране к началу 1990-х годов, существенно отразилась на отрасли. Структура машиностроения отличалась крайней утяжеленностью с высокой степенью милитаризации. Отмечались высокий уровень концентрации и монополизации производства, избыточная, неэффективная производственная активность. Лишь около 1/4 новых технологий соответствовали мировому уровню. Отрасли машиностроения пятого уровня, ориентированные на выпуск наукоемкой продукции, сократили производство с 45,3 до 22,5%. Выпуск высокопроизводительного наукоемкого оборудования, оснащенного электронными устройствами и микропроцессорным управлением, за отмеченный период сократился в десятки раз, а по некоторым номенклатурным позициям — в сотни раз. Так, производство станков с ЧПУ сократилось в 142 раза. В стране в 2004 г. было изготовлено всего 200 станков с

ЧПУ, а в Японии (для сравнения) — около 35 тыс., свыше половины из них были реализованы на мировом рынке. Производство кузнечнопрессовых машин с ЧПУ сократилось с 370 до 22 единиц, или в 16,8 раза. В значительных объемах сократился также выпуск прогрессивного режущего инструмента, особенно из керамики, поликристаллических синтетических алмазов и сверхтвердых материалов, абразивных микропорошков.

В результате в СССР стали происходить нарушения договорных обязательств по поставкам продукции, натурализация обмена, возникновение в широких масштабах бартерных сделок. Менялись налаженные связи по поставкам комплектующей и конечной продукции машиностроения. Высокий уровень территориального разделения труда, а также монополизм, присущий машиностроительному комплексу СССР, явились причиной отсутствия в России целого ряда производств, необходимых для нормального функционирования как машиностроения, так и всего хозяйственного комплекса страны.

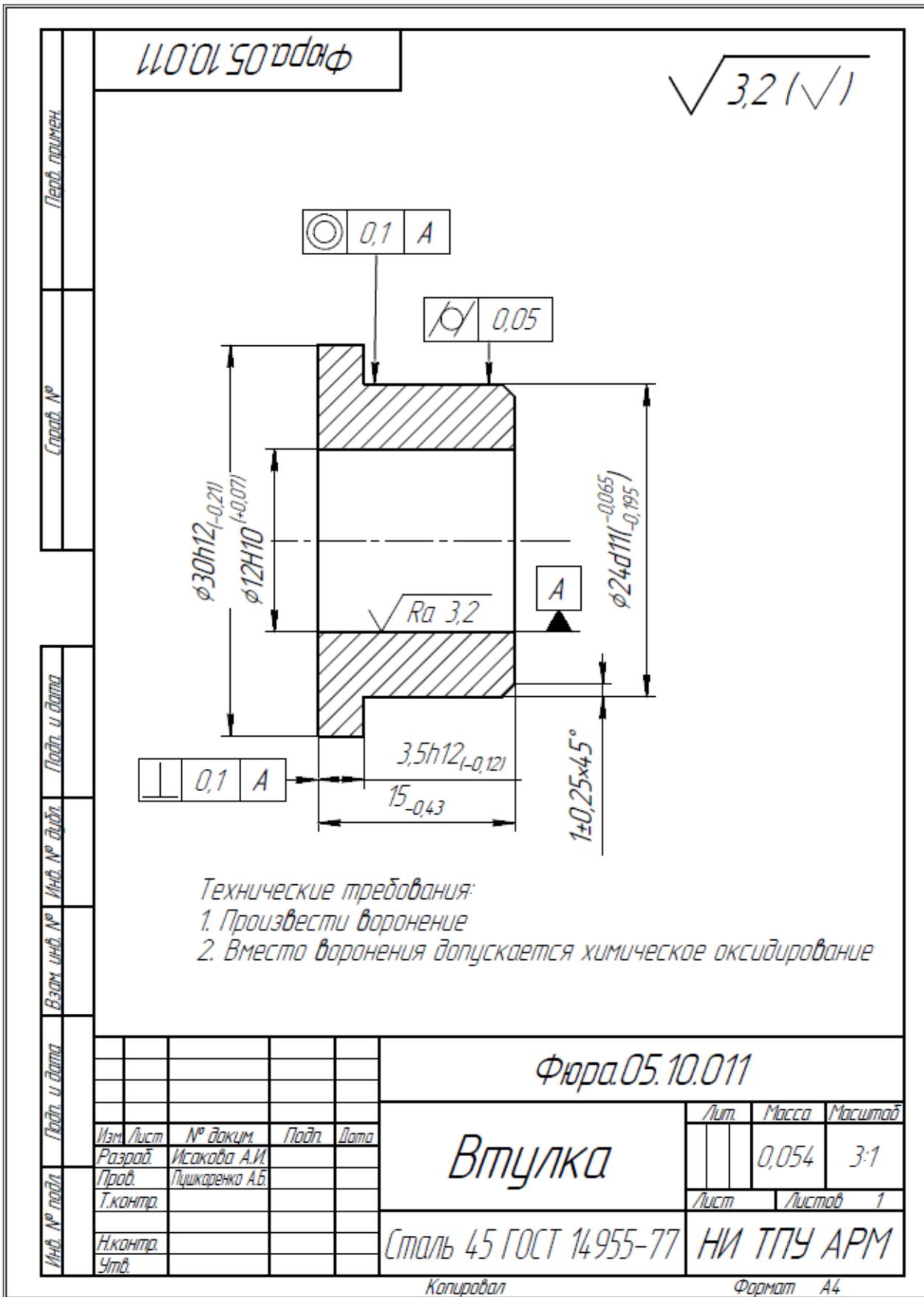
Ухудшилось внешнеторговое сальдо по продукции машиностроения: если в 1990 г. объем импорта превышал объем экспорта на 33%, то в 2004 г. — почти на 90%. Общее снижение экспортного потенциала машиностроения вызвано как внешними, так и внутренними факторами. К первым относятся разрушение предметной специализации, существовавшей в рамках СЭВ и СССР, а также изменение соотношения цен производителей сырьевых и обрабатывающих отраслей. Индексы роста цен по сырьевым отраслям превысили соответствующие показатели для машиностроительного комплекса по электроэнергетике более чем в 4 раза, топливной промышленности примерно в 3 раза, черной металлургии почти в 2 раза. Вследствие этого цена факторов производства машиностроительной продукции (за исключением труда) приблизилась к мировой.

К внешним факторам снижения экспортного потенциала относятся низкая (по сравнению с зарубежными аналогами) конкурентоспособность выпускаемой продукции и неготовность к активной деятельности в области мониторинга рынков, маркетинга и обслуживания техники в сфере эксплуатации.

Главным сдерживающим фактором развития машиностроения с 1992

г. выступает сокращение инвестиций в развитие машиностроительного комплекса, высокий износ основных производственных фондов, устаревшие технологии в машиностроительном комплексе. [10]

Задачами машиностроения являются улучшение качества и технического уровня приборов, повышение их надежности и безопасности. Технология машиностроения всегда занимается поиском наиболее эффективных и наименее ресурсозатратных способов изготовления. Задачей нашего курсового проекта также является составление технологии обработки детали, которая удовлетворяла бы этим параметрам. Составленная технология изготовления должна обеспечить заданную точность, шероховатость поверхностей и годность детали для дальнейшего использования. Способы обработки должны быть рациональны экономически и технологически. Основанием для составления технологического процесса послужит чертеж изделия, в нашем случае это чертеж втулки.



Чертеж 1.

Определение типа производства

Основным фактором при составлении технологического процесса является тип производства. В зависимости от типа производства выделяют три типа технологических процесса: единичный, типовой, групповой. По условию курсовой работы, технологический процесс должен быть составлен для единичного или мелкосерийного производства.

Анализ технологичности конструкции детали

В соответствии с ГОСТ 14.205—83 технологичность — это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных показателях качества, объеме выпуска и условиях выполнения работ.

При отработке деталей на технологичность анализируют следующие признаки:

1. правильность выбора заготовки (с целью сокращения механической обработки);
2. рациональность выбора материала;
3. оптимальность простановки размеров;
4. степень совмещения конструкторских, технологических и метрологических баз;
5. исключение обработки торцов внутри корпусов;
6. жесткость деталей для успешной механической обработки;
7. предусмотрение канавок для выхода инструмента;
8. минимизация количества разнообразных отверстий, резьб и т. п.;
9. четкое разграничение поверхностей, подлежащих механической обработке;

10. расположение соосных отверстий в порядке уменьшения их диаметров;

11. исключение сквозных отверстий и т. п.

Технологичность детали в значительной мере определяется рациональностью способа получения заготовки. Заготовки в основном получают из сортового проката, литьем, ковкой и штамповкой, сваркой.

Проведя анализ технологичности нашей детали с точки зрения ее изготовления можно выделить ряд технологичных факторов.

1. Все размеры с заданной точностью и шероховатость поверхностей можно обеспечить на универсальном оборудовании и на оборудовании с ЧПУ.

2. Обработываемые поверхности почти все легко доступны для режущего инструмента.

3. Наличие всего 1 сквозного отверстия.

Нетехнологичным является □

1. Небольшая длина детали.

2. Выбор вида и способа получения заготовки

В машиностроении основными видами заготовок для деталей являются стальные и чугунные отливки, отливки из цветных металлов и сплавов, штамповки и всевозможные профили проката.

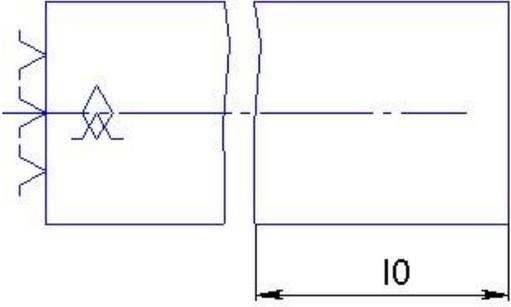
Способ получения заготовки должен быть наиболее экономичным при заданном объеме выпуска деталей. На выбор формы, размеров и способа получения заготовки большое влияние оказывает конструкция, и материал детали. Вид заготовки оказывает значительное влияние на характер технологического процесса, трудоемкость и экономичность ее обработки. При выборе вида заготовки необходимо учитывать не только эксплуатационные условия работы детали, ее размеры и форму, но и экономичность ее производства. Если

при выборе заготовок возникают затруднения, какой метод изготовления принять для той или другой детали, тогда производят технико-экономический расчет двух или нескольких выбранных вариантов. При выборе заготовки необходимо стремиться к выбору такой конструктивной формы заготовки, которая бы максимально приближалась к форме и свойствам готовой детали. В нашем случае лучше всего использовать пруток, так как мы можем выбрать заготовку по форме приближенную к детали, кроме того точность горячекатаного проката соответствует 12-14 качеству, что подходит под наши заданные параметры.

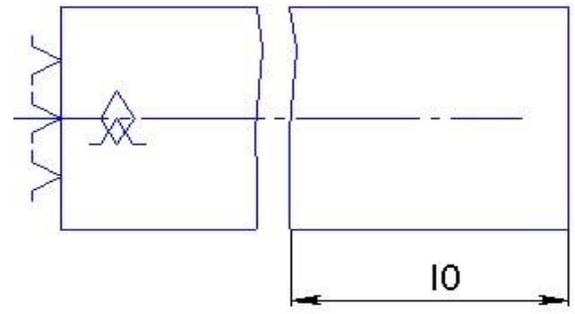
Заготовка- горячекатаный пруток

Производство-мелкосерийное

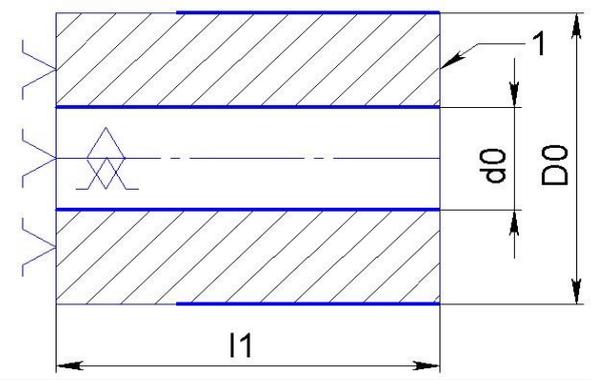
Таблица 2.Маршрут обработки

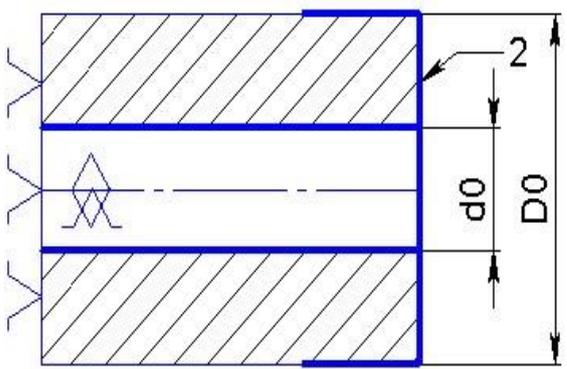
операция		Эскиз обработки
1.Заготовительная	Переходы: 1.Отрезать заготовку, выдерживая размер l_0 . 2. Подрезать торец.	

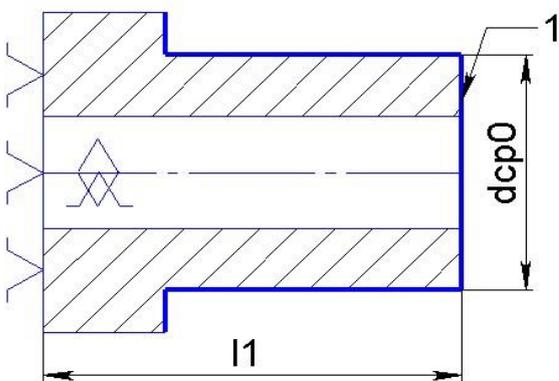
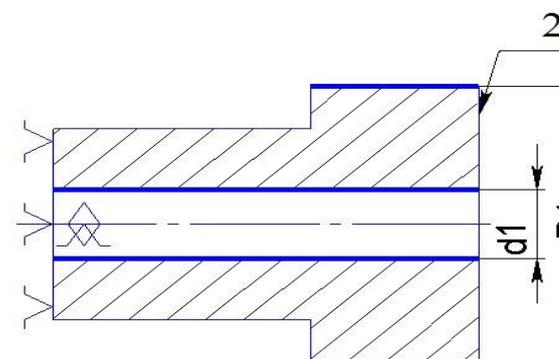
2.Сверлиль- ная(черновая)	Переходы: 1.Центро- вать торец под сверле- ние. 2. Сверлить, выдерживая размер d_0
3. Токарная (черновая)	Переходы: 1.Точить наружную поверхность,

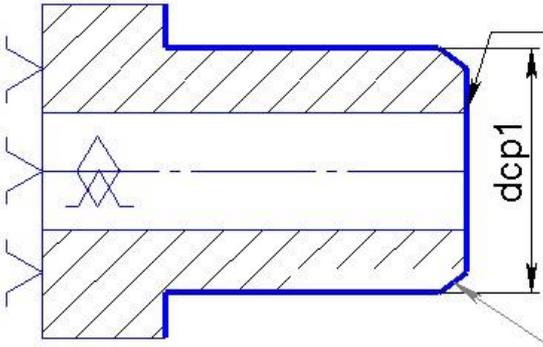


А



	выдерживая раз- мер D_0 .	
4.Токарная	Переходы: 1.Подрезать торец 2, выдерживая размер l_1 . 2. Точить наруж- ную поверхность, выдерживая раз- мер D_0 .	Б 

<p>5.Токарная</p>	<p>Переходы 1.Под- резать торец 1, выдерживая раз- мер l_1.</p> <p>2. Точить наруж- ную поверхность, выдерживая раз- мер d_{cp0}.</p>	
<p>6.Зенкерова- ние(получи- стовая)</p>	<p>Переходы: 1. Зенкеровать от- верстие, выдер- живая раз- мер d_1</p>	<p>A</p>
<p>Токарная (получисто- вая)</p>	<p>Переходы: 1. Точить наружную по- верхность, выдер- живая размер D_1</p>	

<p>7.Токарная(получистовая)</p>	<p>Переходы: 1.Точить наружную поверхность, выдерживая размер d_{cp1}. 2. Точить фаски.</p>	<p>б</p> 
<p>8.Термическая</p>	<p>Переходы: 1.Воронение.</p>	<p>Термическая обработка в окислительной среде при соответствующей температуре для того, чтобы на всей полированной поверхности образовался очень тонкий слой окислов, окрашенных в синий цвет</p>
<p>9.Шлифовальная</p>	<p>Переходы: 1.Шлифовать торец 2, выдерживая размер l_2.</p>	

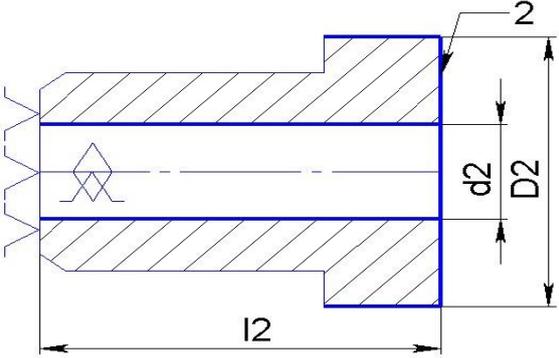
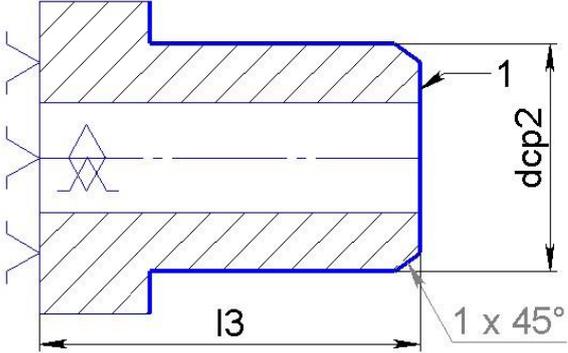
	<p>1. Шлифовать наружную поверхность, выдерживая размер D2.</p> <p>2. Шлифовать внутреннюю поверхность, выдерживая размер d2.</p>	<p>А</p> 
<p>10. Шлифовальная</p>	<p>Переходы:</p> <p>1. Шлифовать торец 1, выдерживая размер l3.</p> <p>2. Шлифовать наружную поверхность, выдерживая размер dcp2.</p> <p>3. Шлифовать фаски.</p>	<p>Б</p> 
<p>11. Контрольная</p>		

Таблица 1.

Установ а-базируем по наружной поверхности

Установ б-базируем по внутренней поверхности

Расчет припусков

Составим маршрут обработки внутреннего отверстия втулки

В соответствии с заданными требованиями по точности и качеству изготовления отверстий втулки d_n маршрут ее обработки следующий:

- Черновое точение
- Получистовое зенкерование
- Черновое шлифование

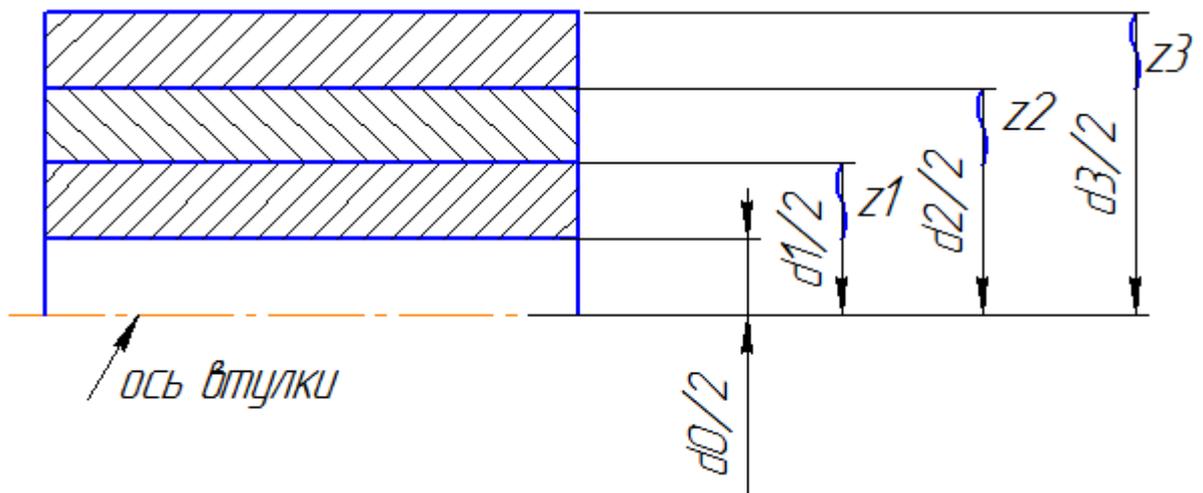


Рис.15.Размерная схема технологического процесса изготовления внутреннего отверстия $d=14$ мм

Расчет припусков

Расчет минимального припуска Z_{min}

Минимальный припуск при обработке наружных и внутренних цилиндрических поверхностей вращения:[4]

$$Z_{min} = (Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{\Sigma i-1}^2 + \Delta y_i^2}, (18)$$

Где Z_{min} – минимальный припуск на обработку, мкм,

Rz_{i-1} – величина шероховатости с предыдущей операции, мкм,

h_{i-1} – величина дефектного слоя поверхности детали, мкм,

$\rho_{\Sigma i-1}$ – величина пространственного отклонения после предыдущей операции, мкм,

Δy_{i-1} – погрешность установки обрабатываемой заготовки, мкм.

Заготовка устанавливается в четырехкулачковый самоцентрирующий патрон, следовательно погрешность установки равно нулю:

$$\Delta y_{i-1} = 0;$$

величина пространственного отклонения ρ_i будет определяться как:

$$\rho_{\Sigma i-1} = \Delta_{\text{кор}}, \quad (19)$$

где $\Delta_{\text{кор}}$ – величина отклонения плоской поверхности заготовки от плоскостности.

$$\Delta_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot L, \quad (20)$$

где Δ_k – величина отклонения плоской поверхности заготовки от плоскостности. $\Delta_k = 0,5$

$$\Delta_{\text{кор}} = 0,5 \cdot 15 = 7,5 \text{ мкм};$$

В дальнейшем данная погрешность будет уменьшаться с каждой технологической операцией. Рассчитаем остаточную пространственную погрешность на каждой технологической операции, согласно [2, с.189, формула 38].

$$\rho_{\Sigma i-1} = \rho_{\Sigma i} \cdot K_y, \quad (21)$$

Где $\rho_{\Sigma i}$ – суммарная погрешность пространственного отклонения заготовки, мкм; K_y – коэффициент уточнения.

Значение K_y выбираем согласно [2, с.190, таб. 29].

Таблица 3. Расчет припусков

Маршрут	Обозн. припуска	Rzi-1	hi-1	Pi-1	Yi	Zmin	Zmax	Znom	Tzi	Техн.Раз-	класс точ-	TAi	Aimin	Aimax	D2min	D2max
Заготовительное сверление		125	150	7,5	0	--	--	--	--	d0/2	14	215	6,183	6,398	12,366	12,796

Черновое точение	Z1	63	60	0,45	0	282,5	587,5	372,5	305	d1/2	12	90	6,681	6,771	13,361	13,541
Зенкерование	Z2	26	25	0,0225	0	123,45	268,45	178,45	145	d2/2	11	55	6,894	6,945	13,788	13,898
Шлифование	Z3	10	20	0,00067	0	51,02	141,02	86,02	90	d3/2	10	35	7	7,035	14	14,070

$$\rho_{\Sigma \text{получистовое}} = 0,45 \cdot 0,05 = 0,0225 \text{ мкм},$$

$$\rho_{\Sigma \text{черновое шлифование}} = 0,0225 \cdot 0,03 = 0,00067 \text{ мкм},$$

$$\rho_{\Sigma \text{черновое}} = 7,5 \cdot 0,06 = 0,45 \text{ мкм},$$

Рассчитаем минимальный припуск Z_{min} на каждую технологическую операцию согласно [2, с.175, формула 2].

$$2Z_{min} = 2 \left[(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{\Sigma i-1}^2 + \Delta y_i^2} \right], (22)$$

Проведем расчет минимального припуска Z_{min} на одну сторону:

$$Z_{min} = \left[(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{\Sigma i-1}^2 + \Delta y_i^2} \right], (23)$$

Расчет необходимо начинать с требуемого технологического размера (с конца)

Минимальный припуск на черновое шлифование:

$$Z_{3min} = \left[(26 + 25) + \sqrt{0,0225^2 + 0^2} \right] = 51,02 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск на получистовое зенкерование:

$$Z_{2min} = \left[(63 + 60) + \sqrt{0,45^2 + 0^2} \right] = 123,45 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск на черновое точение:

$$Z_{1min} = \left[(125 + 150) + \sqrt{7,5^2 + 0^2} \right] = 282,5 \text{ мкм}$$

Размерные цепи

Начнем с чернового шлифования

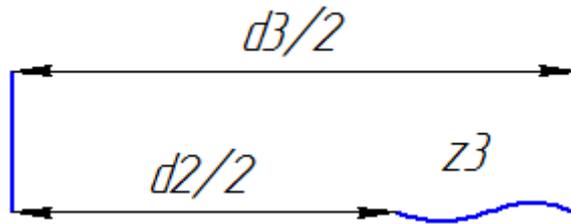


Рис.16 Черновое шлифование

Допуск на припуск:

$$TZ_3 = TA_3 + TA_2, (24)$$

$$TZ_3 = 110 + 70 = 180 \text{ мкм}$$

Минимальный и наибольший припуски Z_3 определяется как

$$Z_{3 \min} = A_{3 \min} - A_{2 \max}, (25)$$

$$Z_{3 \max} = A_{3 \max} - A_{2 \min}, (26)$$

Определим наибольший предельный технологический размер $A_{2 \max}$:

$$A_{2 \max} = A_{3 \min} - Z_{3 \min}, (27)$$

$$A_{2 \max} = 7,000 - 51,02/1000 = 6,949 \text{ мм}$$

Определим наименьший предельный технологический размер $A_{2 \min}$:

$$A_{2 \min} = A_{2 \max} - TA_2, (28)$$

$$A_{2 \min} = 6,949 - (55/1000) = 6,894 \text{ мм}$$

Определим наибольший предельный технологический размер $A_{3 \max}$:

$$A_{3 \max} = A_{3 \min} + TA_3, (29)$$

$$A_{3 \max} = 7,000 + (35/1000) = 7,035 \text{ мм}$$

Определим наибольший припуск $Z_{3 \max}$

$$Z_{3 \max} = A_{3 \max} - A_{2 \min}, (30)$$

$$Z_{3 \max} = (7,035 - 6,894) \cdot 1000 = 141,02 \text{ мкм}$$

Определим номинальный припуск $Z_{3 \text{ ном}}$

$$Z_{3 \text{ ном}} = A_{3 \max} - A_{2 \max}, (31)$$

$$Z_{3 \text{ ном}} = (7,035 - 6,949) \cdot 1000 = 86,02 \text{ мкм}$$

Определим расчетные значения диаметров отверстия:

$$D_{3 \min} = A_{3 \min} \cdot 2, (32)$$

$$D_{3 \max} = A_{3 \max} \cdot 2, (33)$$

$$D_{3 \min} = 7,000 \cdot 2 = 14,000 \text{ мкм}$$

$$D_{3 \max} = 7,035 \cdot 2 = 14,070 \text{ мкм}$$

Зенкерование

Зенкерование

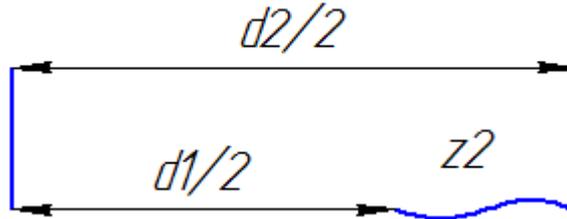


Рис.17. Зенкерование

Допуск на припуск:

$$TZ_2 = TA_2 + TA_1, (34)$$

$$TZ_2 = 55 + 90 = 145 \text{ мкм}$$

Минимальный и наибольший припуски Z_2 определяется как

$$Z_{2 \min} = A_{2 \min} - A_{1 \max}, (35)$$

$$Z_{2 \max} = A_{2 \max} - A_{1 \min}, (36)$$

Определим наибольший предельный технологический размер $A_{1 \max}$:

$$A_{1 \max} = A_{2 \min} - Z_{2 \min}, (37)$$

$$A_{1 \max} = 6,894 - 123,45/1000 = 6,771 \text{ мм}$$

Определим наименьший предельный технологический размер $A_{1 \min}$:

$$A_{1 \min} = A_{1 \max} - TA_1, (38)$$

$$A_{1 \min} = 6,771 - (215/1000) = 6,681 \text{ мм}$$

Определим наибольший предельный технологический размер $A_{2 \max}$:

$$A_{2 \max} = A_{2 \min} + TA_2, (39)$$

$$A_{2 \max} = 6,894 + (55/1000) = 6,949 \text{ мм}$$

Определим наибольший припуск $Z_{2 \max}$

$$Z_{2 \max} = A_{2 \max} - A_{1 \min}, (40)$$

$$Z_{2 \max} = (6,949 - 6,681) \cdot 1000 = 268,45 \text{ мкм}$$

Определим номинальный припуск $Z_{2 \text{ ном}}$

$$Z_{2 \text{ ном}} = A_{2 \max} - A_{1 \max}, (41)$$

$$Z_{2 \text{ ном}} = (6,949 - 6,771) \cdot 1000 = 178,45 \text{ мкм}$$

Определим расчетные значения диаметров отверстия:

$$D_{2 \text{ min}} = A_{2 \text{ min}} \cdot 2, (42)$$

$$D_{2 \text{ max}} = A_{2 \text{ max}} \cdot 2, (43)$$

$$D_{2 \text{ min}} = 6,894 \cdot 2 = 13,788 \text{ мкм}$$

$$D_{2 \text{ max}} = 6,949 \cdot 2 = 13,898 \text{ мкм}$$

Черновое точение

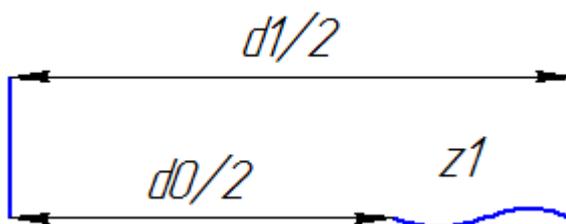


Рис.18. Черновое точение

Допуск на припуск:

$$TZ_1 = TA_1 + TA_0, (44)$$

$$TZ_1 = 90 + 215 = 305 \text{ мкм}$$

Минимальный и наибольший припуски Z_1 определяется как

$$Z_{1 \text{ min}} = A_{1 \text{ min}} - A_{0 \text{ max}}, (45)$$

$$Z_{1 \text{ max}} = A_{1 \text{ max}} - A_{0 \text{ min}}, (46)$$

Определим наибольший предельный технологический размер $A_{0 \text{ max}}$:

$$A_{0 \text{ max}} = A_{1 \text{ min}} - Z_{1 \text{ min}}, (47)$$

$$A_{0 \text{ max}} = 6,681 - 282,5/1000 = 6,398 \text{ мм}$$

Определим наименьший предельный технологический размер $A_{0 \text{ min}}$:

$$A_{0 \text{ min}} = A_{0 \text{ max}} - TA_0, (48)$$

$$A_{0 \text{ min}} = 6,398 - (215/1000) = 6,183 \text{ мм}$$

Определим наибольший припуск $Z_{1 \text{ max}}$

$$Z_{1 \text{ max}} = A_{1 \text{ max}} - A_{0 \text{ min}}, (48)$$

$$Z_{1 \text{ max}} = (6,771 - 6,183) \cdot 1000 = 587,5 \text{ мкм}$$

Определим номинальный припуск $Z_{1\text{ ном}}$

$$Z_{1\text{ ном}} = A_{1\text{ max}} - A_{0\text{ max}}, (49)$$

$$Z_{1\text{ ном}} = (6,771 - 6,398) \cdot 1000 = 372,5 \text{ мкм}$$

Определим расчетные значения диаметров отверстия:

$$D_{1\text{ min}} = A_{1\text{ min}} \cdot 2, (50)$$

$$D_{1\text{ max}} = A_{1\text{ max}} \cdot 2, (51)$$

$$D_{1\text{ min}} = 6,681 \cdot 2 = 13,361 \text{ мкм}$$

$$D_{1\text{ max}} = 6,771 \cdot 2 = 13,541 \text{ мкм}$$

Вывод:

Наиболее ближайший диаметр сверла для заготовительной операции = 12,3 мм.

Расчет режимов резания

Рассчитаем режим резания для операции зенкерование отверстия $\varnothing 14H10\left(\begin{smallmatrix} +0,18 \\ 0 \end{smallmatrix}\right)$

Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, (52)$$

где C_v, K_v, x, y, m, q – поправочные коэффициенты,

T – стойкость инструмента, мин,

t – глубина резания, мм,

s – подача, мм/об.

Определим подачу. На данной операции требуется получить шероховатость поверхности $Ra = 6,3$. Величина подачи (S) равна 0,5 мм/об. Введем поправочный коэффициент K_v для достижения точности 11 качества, тогда величина подачи определится

$$S = 0,25 \cdot 0,7 = 0,35 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

Конструкционная углеродистая сталь при зенкеровании с материалом режущей кромки Р6М5, имеет коэффициенты:

$$C_v = 16,3; \quad x = 0,2; \quad y = 0,5; \quad q = 0,4; \quad m = 0,3.$$

Стойкость инструмента (T) примем равной 30 минут.

Глубина резания

$$t=0,5 \cdot (D - d) = 0,5 \cdot (13 - 13,361) = 0,18 \text{ мм}, \quad (53)$$

Рассчитаем поправочный коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}, \quad (54)$$

Где K_{mv} – поправочный коэффициент на обрабатываемый материал;

$K_{iv}=1$ – поправочный коэффициент на инструментальный материал;

$K_{lv} = 1$ – поправочный коэффициент, учитывающий глубину сверления.

Рассчитаем коэффициент K_{mv} :

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n, \quad (54)$$

Где K_r – поправочный коэффициент для материала инструмента;

σ_B – предел прочности обрабатываемого материала, Мпа.

$$\sigma_B = 600 \text{ Мпа}$$

$$K_r = 0,9$$

$$K_{mv} = 0,9 \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,125$$

$$K_v = 1,125 \cdot 1 \cdot 1 = 1,125$$

Теперь рассчитаем скорость резания:

$$v = \frac{16,3 \cdot 13^{0,4}}{30^{0,3} \cdot 0,18^{0,2} \cdot 0,35^{0,5}} \cdot 1,125 = 44,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \quad (55)$$

Рассчитаем частоту вращения n

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}, \quad (56)$$

где d – диаметр обработки, мм.

$$d = 14,36 \text{ мм.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 44,5}{\pi \cdot 14,36} = 986,4 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Произведем перерасчет скорости резания и частоты вращения под ранее выбранное оборудование.

$$n_{\text{пр}} = 1100 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$v_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{пр}}}{1000} = 46,17 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, \quad (57)$$

Определим силу резания :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (58)$$

Где C_p, x, y, n, K_p – поправочные коэффициенты.

Поправочные коэффициенты C_p, x, y, n находи из таблицы [3, с.274, таб.22].

$$C_p = 384; \quad x = 0,9; \quad y = 0,9; \quad n = -0,15;$$

Определим коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p}, \quad (59)$$

Где K_{mp} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости;

$K_{\gamma p}$ – поправочный коэффициент учитывающий главный угол в плане режущего инструмента,

$K_{\lambda p}$ – поправочный коэффициент переднего угла,

$K_{\lambda p}$ – поправочный коэффициент учитывающий угол наклона главного лезвия.

Определим коэффициент K_{mp} :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (60)$$

где σ_B – предел прочности материала, Мпа,

$n = 0,75$ – поправочный коэффициент крутящего момента M и осевой силы при зенкеровании.

$$K_{mp} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,845$$

$$K_p = 0,845 \cdot 1 \cdot 1,11 \cdot 0,65 = 0,61$$

$$P_z = 10 \cdot 384 \cdot 0,18^{0,9} \cdot 0,5^{0,9} \cdot 46,17^{-0,15} \cdot 0,61 = 147,6 \text{ Н.}$$

Рассчитаем требуемую мощность главного привода станка :

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (61)$$

$$N = \frac{147,6 \cdot 46,17}{1020 \cdot 60} = 0,11 \text{ кВт.}$$

Требуемая мощность, меньше мощности оборудования, следовательно, оборудование выбрано верно.

Токарная (получистовая)

Рассчитаем режим резания для операции точения наружной поверхности $\varnothing 24d11(-0,07_{-0,20})$

Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_v, \quad (62)$$

где C_v, K_v, x, y, m – поправочные коэффициенты;

T – стойкость инструмента,

мин; t – глубина резания, мм,

s – подача, мм/об.

Величина подачи (S) равна 0,3 мм/об. Введем поправочный коэффициент K_s на материал, тогда величина подачи определится

$$S = 0,3 \cdot 0,45 = 0,135 \frac{\text{мм}}{\text{об.}}$$

Конструкционная углеродистая сталь при наружном точении с материалом режущей кромки Т15К6, имеет коэффициенты:

$$C_v = 420; \quad x = 0,15; \quad y = 0,2; \quad m = 0,2.$$

Стойкость инструмента (T) примем равной 60 минут.

Глубина резания $t=1,5$ мм

Рассчитаем поправочный коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} \cdot K_{ти} \cdot K_{тс} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{rv}, \quad (63)$$

Где K_{mv} – поправочный коэффициент на обрабатываемый материал,

$K_{pv} = 1$ – поправочный коэффициент состояния поверхности,

$K_{ив} = 1$ – поправочный коэффициент на инструментальный материал;
 $K_{ти} = 1$ – поправочный коэффициент,
 $K_{тс} = 1$ – поправочный коэффициент,
 $K_{\varphi v} = 0,94$ – поправочный коэффициент на угол в плане,
 $K_{rv} = 1,03$ – поправочный коэффициент, учитывающий радиуса при вершине резца.

Рассчитаем коэффициент K_{mv} :

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n, \quad (64)$$

Где K_{Γ} – поправочный коэффициент для материала инструмента,
 σ_B – предел прочности обрабатываемого материала, Мпа.

$$\sigma_B = 600 \text{ Мпа}$$

$$K_{\Gamma} = 1$$

$$K_{mv} = 1 \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,25$$

$$K_v = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1,03 = 1,09$$

Теперь рассчитаем скорость резания:

$$v = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,135^{0,2}} \cdot 1,09 = 284 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Рассчитаем частоту вращения n :

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}, \quad (65)$$

где d – диаметр обработки, мм.

$$d = 21 \text{ мм.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 284}{\pi \cdot 21} = 4304 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Произведем перерасчет скорости резания и частоты вращения под ранее выбранное оборудование:

$$n_{пр} = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$v_{пр} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{пр}}{1000} = 131,95 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Определим силу резания :

$$P_{zyx} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, (66)$$

Где C_p, x, y, n, K_p – поправочные коэффициенты.

Поправочные коэффициенты C_p, x, y, n находим из таблицы:

$$C_p = 92; \quad x = 1; \quad y = 0.75; \quad n = 0;$$

Определим коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p}, (67)$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\varphi p}, (68)$$

Где $K_{\varphi p} = 1$ – поправочный коэффициент учитывающий главный угол в плане режущего инструмента,

$K_{\gamma p} = 1,1$ – поправочный коэффициент учитывающий передний угол режущего инструмента,

$K_{\lambda p} = 1$ – поправочный коэффициент учитывающий угол наклона главного лезвия режущего инструмента.

Определим коэффициент K_{mp} :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, (69)$$

где σ_B – предел прочности материала, Мпа; $n = 0,75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,845$$

$$K_p = 0,845 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,93$$

$$C_p = 92; \quad x = 1; \quad y = 0.75; \quad n = 0;$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 1,5^1 \cdot 0,135^{0,75} \cdot 132^0 \cdot 0,61 = 187,48 \text{ Н.}$$

Рассчитаем требуемую мощность главного привода станка :

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, (70)$$

$$N = \frac{187,48 \cdot 132}{1020 \cdot 60} = 0,4 \text{ кВт.}$$

Для обеспечения принятых режимов резания следует использовать станок с мощностью электродвигателя больше 0,4 кВт и частотой вращения не менее 2000 об /мин.

Выбор оборудования

Для получения данной детали мы будем использовать универсальный станок с ЧПУ, подходящий для мелкосерийного производства. Требуемое оборудование должно удовлетворять следующим критериям:

- размер рабочей зоны оборудования должен соответствовать габаритным обрабатываемой детали;
- технические характеристики станка должны обеспечивать возможность получения заданной точности и качества обрабатываемой поверхности детали;
- мощность, жесткость и кинематика оборудования должны обеспечивать обработку детали при оптимальных режимах резания;
- производительность оборудования должна обеспечивать изготовление заданной партии деталей в установленные сроки.
- В нашем случае мы применим токарно-револьверный станок 1В340Ф30.
- Станок токарно-револьверный с вертикальной инструментальной головкой на крестовом суппорте предназначен для токарной обработки деталей с прямолинейным, ступенчатым и криволинейным профилем из прутка в автоматическом цикле и из штучных заготовок — в полуавтоматическом цикле в условиях серийного и мелкосерийного производств; на нем можно производить обточку, расточку, проточку канавок, подрезку торцов, сверление, зенкерование, развертывание, нарезку резьб плашками и метчиками, а также резцом по программе.

Станок обеспечивает точность обработки изделий по 8 качеству с шероховатостью поверхностей Ra 2,5 мкм. Основные преимущества станка:

- конструкция восьмипозиционной револьверной головки обеспечивает высокую жесткость (фиксация головки на плоские зубчатые колеса) и высокое быстродействие;
- наличие гидравлического отрезного суппорта позволяет совмещать операцию отрезки или прорезки канавок с другими операциями при обработке детали;
- обработка деталей из прутка в автоматическом цикле;
- широкий диапазон нарезаемых резьб, включая многозаходные;
- крестовый суппорт с вертикальной осью револьверной головки позволяет производить все виды токарной обработки малым числом инструмента;
- наличие оперативной системы управления дает возможность рабочему на рабочем месте в ходе обработки первой детали при помощи средств ручного управления и, используя элементы автоматического управления, формировать управляющую программу, позволяющую следующую деталь обрабатывать в автоматическом цикле;
- значительно сокращается время на составление и отладку управляющей программы по сравнению с имеющимися станками с ЧПУ.

Таблица 4. Технические характеристики:

Наибольший диаметр обрабатываемого прутка	40 мм
Наибольшая длина подачи прутка	120 мм
Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной	400 мм
Расстояние от торца шпинделя до передней грани револьверной головки	220-530 мм

Наибольшее рабочее перемещение суппорта(ручное)	110 мм
Частота вращения шпинделя	45-2000 об/мин
Продольная подача револьверного суппорта (шпиндельной бабки)	1-2500 мм/ мин
Круговая (поперечная) подача револьверной головки (поперечного суппорта), мм /об	1-2500 мм/ мин
Мощность электродвигателя главного привода	6 кВт
Скорость быстрых продольных/ поперечных ходов, м/мин	10
Масса с приставным оборудованием	3600 кг
Габаритные размеры	
Длина	2840
Ширина	1770
Высота	1670

Расчётно-технологическая карта

Построим РТК для операции с ЧПУ, таких как зенкерование отверстия точение наружной поверхности.

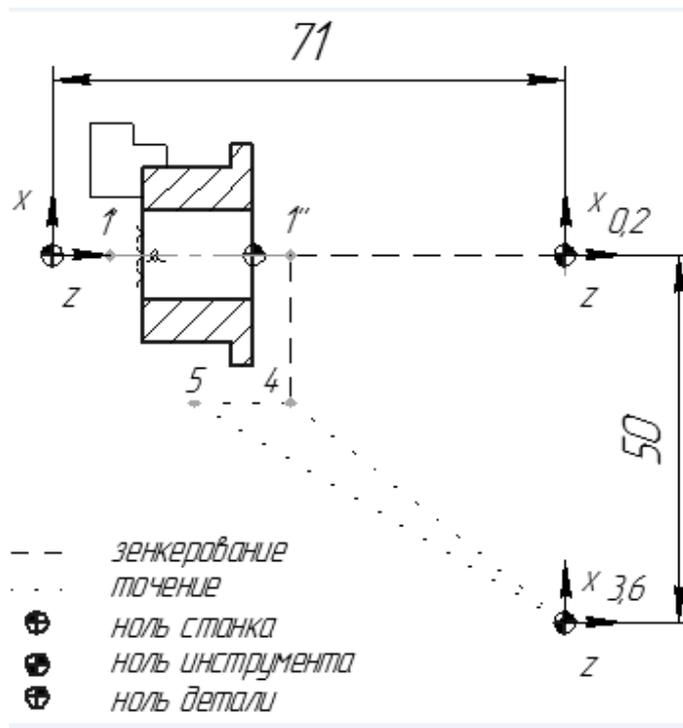


Рис.19 РТК

Зенкерование

	x, мм	Z, мм	S, $\frac{\text{мм}}{\text{об}}$	t, мм	V, $\frac{\text{м}}{\text{мин}}$
0-1	0	-47			10
1-1'	0	-68	0,35	0,18	46,17
1'-1''	0	-47	0,35	0,18	46,17
1''-2	0	0			10

Таблица 3

Точение наружной поверхности

	x, мм	Z, мм	S, $\frac{\text{мм}}{\text{об}}$	t, мм	V, $\frac{\text{м}}{\text{мин}}$
3	-50	0			
3-4	-18	-47			10
4-5	-18	-56,5	0,135	1,5	132
5-6	-21	-56,5			10

Таблица 4

Нормирование

Для данной технологической операции проведем нормирование. Нормирование будет заключаться в определении штучного времени. Расчет норм

времени осуществляется на основании РТК. Нормирование технологической операции будет осуществляться согласно.

Время автоматической работы станка по

$$T_a = T_{oa} + T_{ва}, (71)$$

Основное время автоматической работы станка

$$T_{oa} = \sum \frac{L_i}{S_i \cdot n_i} \cdot i, (72)$$

где T_{oa} - 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.

Посчитаем машинное время для операции зенкерования:

$$T_{oa} = \frac{21}{0,35 \cdot 1100} \cdot 2 = 0,11 \text{ мин}$$

Аналогично посчитаем машинное время для операции точения:

$$T_{oa} = \frac{9,5}{0,135 \cdot 100} = 0,035 \text{ мин}$$

операция	Траектория	Основной ход	Вспомогательный ход	раб, мм	Число проходов
Зенкерование	0-1-1'-1''-2	1-1'	0-1;	1	2
		1'-1''	1''-2;	21	
				47	
				47	

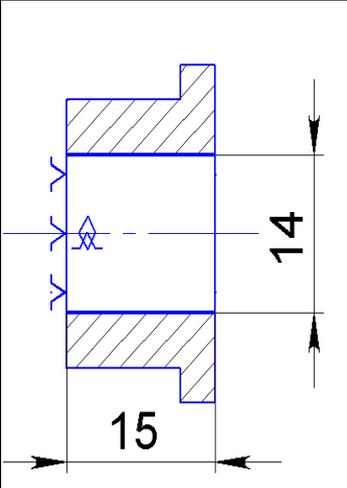
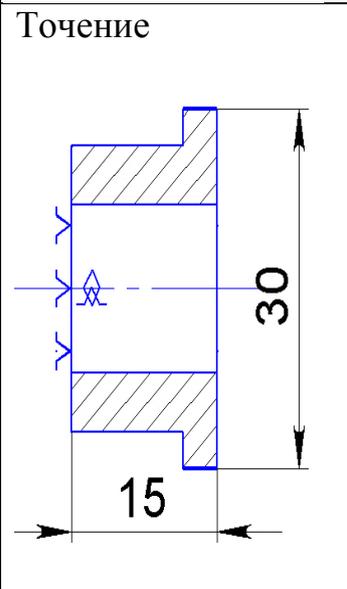
					
<p>Точение</p> 	3-4-5-6	4-5	3-4; 5-6;	9,5 50,3 59,3	1

Таблица 5

Расчёт вспомогательного времени

Расчет вспомогательного времени ведется согласно [73]:

$$T_{ва} = T_{вха} + T_{ост}, (73)$$

$T_{вха}$ – время на выполнение автоматических вспомогательных ходов.

$T_{ост}$ – время технологических пауз.

Определение времени, требующегося на холостые ходы и смену инструмента[9]:

$$T_{вха} = \frac{\sum L_{xx}}{S_{xx}} \cdot i + T_{см}, (74)$$

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

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

S_{xx} - скорость холостых ходов, мм/об,

i -число холостых ходов i -го инструмента,

$T_{см.}$ - время смены инструмента, мин; $T_{см.} = 0,1$ мин.

Рассчитаем вспомогательное время для операции зенкерования:

$$T_{вха} = \frac{47}{10} \cdot 2 + 0,1 = 9,5 \text{ мин}$$

$$T_{ост} = 0,2 \text{ мин}$$

$$T_{ва} = 9,5 + 0,2 = 9,7 \text{ мин}$$

$$T_a = 9,7 + 0,11 = 9,81 \text{ мин}$$

Рассчитаем вспомогательное время для операции точения:

$$T_{вха} = \frac{50,3}{10} + \frac{59,3}{10} + 0,1 = 11,06 \text{ мин}$$

$$T_{ост} = 0,2 \text{ мин}$$

$$T_{ва} = 11,06 + 0,2 = 11,08 \text{ мин}$$

$$T_a = 11,08 + 0,035 = 11,115 \text{ мин}$$

Расчет времени вспомогательной ручной работы:

$$T_B = T_{ву} + T_{ви} + T_{во}, (75)$$

$T_{ву}$ – вспомогательное время на снятие и установку детали:

$$T_{ву} = 0,1 \text{ мин}$$

$T_{во}$ – вспомогательное время, связанное с выполнением операции:

$$T_{во} = 0,04 + 0,035 + 0,06 + 0,05 = 0,185 \text{ мин}$$

$T_{ви}$ – вспомогательное неперекрываемое время на контрольные измерения:

$$T_{ви} = 0,08 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,1 + 0,08 + 0,185 = 0,365$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности при зенкеровании:

$$T_{обсл} = T_{отдыха} = \frac{(T_{опер} \cdot 4\%)}{100} \%, (76)$$

$$T_{опер} = T_a + T_B = 9,81 + 0,365 = 10,175 \text{ мин}$$

$$T_{\text{обсл}} = 0,407 \text{ мин}$$

Штучное время на точение:

$$T_{\text{шт}} = T_a + T_b + T_{\text{отдыха}} + T_{\text{обсл}}$$

$$T_{\text{шт}} = 10,175 + 0,365 + 0,407 + 0,407 = 11,354 \text{ мин}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности при точении:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{отдыха}} = \frac{(T_{\text{опер}} \cdot 4\%)}{100} \%, \quad (77)$$

$$T_{\text{опер}} = T_a + T_b = 11,115 + 0,365 = 11,48 \text{ мин}$$

$$T_{\text{обсл}} = 0,46 \text{ мин}$$

Штучное время на точение:

$$T_{\text{шт}} = T_a + T_b + T_{\text{отдыха}} + T_{\text{обсл}}, \quad (78)$$

$$T_{\text{шт}} = 11,115 + 0,365 + 0,46 + 0,46 = 12,4 \text{ мин}$$

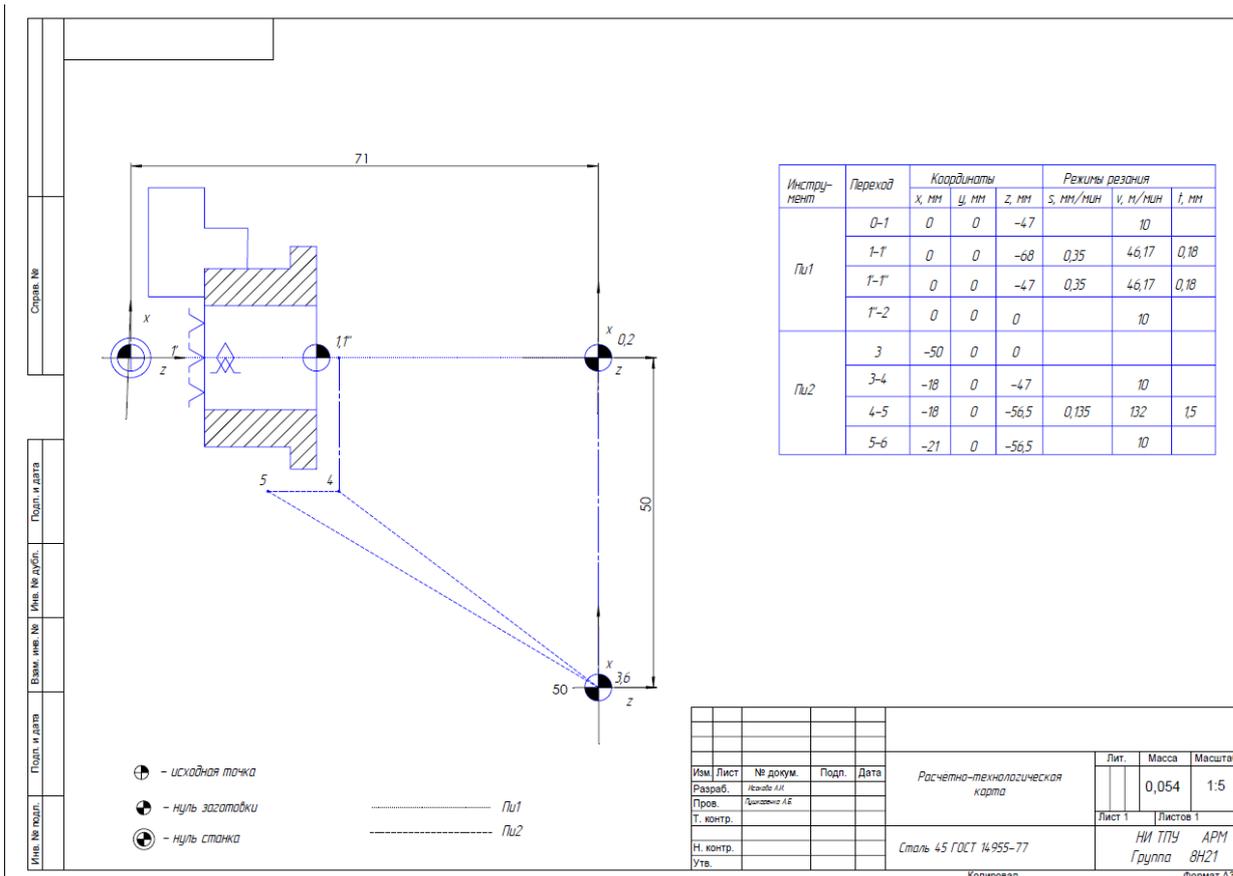
Выбор режущего инструмента

Для выбранного оборудования, осуществляем выбор режущего инструмента:

Зенкер 2320-2564h8 ГОСТ 12489-71; материал Т15К6 с материалом режущей кромки Р6М5.

Резец проходной 16x10x100 ГОСТ 18879-73; материал- Т15К6.

Карта наладки



Чертеж 2.

Выбор средств технического контроля

Для контроля размеров, полученных в ходе технологических операции необходимо использовать следующие измерительные инструменты:

Для операции сверление отверстия с необходимо контролировать соответствующие размеры – диаметр отверстия и его глубину. Осуществим подбор необходимых средств:

Ø 10, Ø 8 – Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89 класс точности инструмента-1;

Данный измерительный инструмент позволяет измерить внутренний диаметр отверстия за счет наличия двусторонних губок, а также, имеет глубиномер, позволяющий измерить глубину отверстия. При этом, использование этого прибора экономически выгоднее за счет его относительной дешевизны.

Расчет приспособления

По данным, полученным в ходе расчета режимов резания, наибольшая сила резания P_z возникает при точении наружной поверхности [10]. На данной технологической операции заготовка будет базироваться в четырехкулачковый самоцентрирующий патрон.

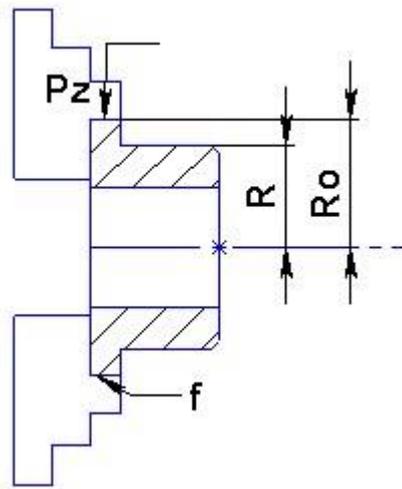


Рис. 20 Расчет усилия приходящегося на один кулачек:

$$W = \frac{P_z \cdot K \cdot R_0}{f \cdot R \cdot z}, \quad (79)$$

где P_z – сила резания, Н,

K – коэффициент запаса (1,5),

R_0 – радиус резания, м,

$f = 0,2$ – коэффициент резания на поверхности заготовки,

R – радиус закрепления заготовки, мм,

z – количество кулачков.

Наибольшая сила резания $P_z = 187,48$ Н;

радиус резания $R_0 = 11,5$ мм;

радиус закрепления заготовки $R = 30$ мм;

количество кулачков $z = 4$;

$$W = \frac{187,48 \cdot 1,5 \cdot 11,5 \cdot 10^{-3}}{0,2 \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 4} = 134,58 \text{ Н.}$$

Для закрепления заготовки на операции точения необходимо обеспечить усилия $= 134,58 \text{ Н}$ на каждом кулачке.

Заключение по технологической части

В ходе выполнения технологического раздела ВКР были систематизированы знания, полученные за время обучения и спроектирован технологический процесс заданной детали для единичного и мелкосерийного производства. Кроме того, в процессе проектирования был получен опыт составления технологического процесса: я научилась находить нужную информацию и анализировать ее, изучила метод размерного анализа, методику выбора оборудования и режущего инструмента. Также с помощью системы СПРУТ я получила знания как составлять расчетно-технологические карты, карты наладки, карты эскизов и операционную карту. Следует отметить что данный технологический процесс разрабатывался в учебных целях и возможно является не самым рациональным. Целью курсового проекта являлось приобретение опыта самостоятельного решения технологических задач.

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В процессе разработки новой техники в комплексе решаются конструкторско-технологические, производственные и эксплуатационные задачи. При этом главные требования состоят в том, чтобы создаваемая новая техника была высокопроизводительной, технологичной в изготовлении, надежной в эксплуатации, улучшала условия труда, обеспечивала рост эффективности производства.

Технико-экономический анализ эффективности новой техники производится с целью выявления наиболее эффективных направлений развития техники; определения новизны, прогрессивности и экономической целесообразности проектирования и освоения конкретного объекта новой техники. Для анализа создаваемого продукта воспользуемся методом SWOT- анализа.

SWOT-анализ предполагает возможность оценки фактического положения и стратегических перспектив компании, получаемых в результате изучения сильных и слабых сторон компании, ее рыночных возможностей и факторов риска. SWOT-анализ имеет управленческую и стратегическую ценность, если связывает воедино факторы внутренней и внешней среды и сообщает, какие ресурсы и возможности понадобятся компании в будущем. SWOT - это акроним слов Strengths (силы), Weaknesses (слабости), Opportunities (благоприятные возможности) и Threats (угрозы). Внутренняя обстановка компании отражается в S и W, а внешняя - в O и T[11] .

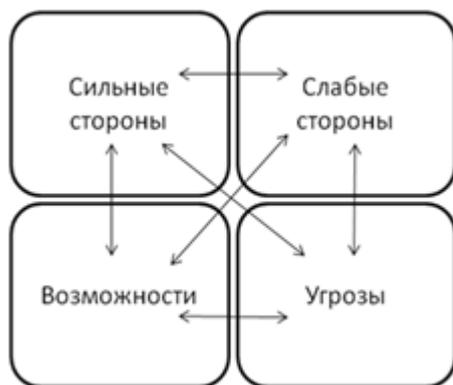


Рис. 21. Составляющие SWOT-анализа

Очень важное влияние на будущее нового продукта оказывает конкурентная среда. Для оценки реализации создаваемого продукта проведем анализ конкурентной среды.

Таким образом для раскрытия стратегических путей развития нужно решить следующие задачи:

1. Анализ конкурентных технических решений;
2. Описание сильных и слабых сторон научно- исследовательского проекта;
3. Выявление соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды;
4. Составление итоговой матрицы.

Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Чтобы реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов необходимо знать:

- технические характеристики разработки; □ конкурентоспособность разработки;

- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкуренции позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки, определить вероятное место продукции на рынке среди компаний, производящих схожий продукт и определить направления для ее будущего повышения. В условиях современного рынка, продукция может испытывать конкуренцию как со стороны мирового рынка, так и со стороны фирм внутри страны.

Мировой рынок:

- «Bison-Bial» (Польша)

Завод предлагает токарные патроны высокоточные, патроны цанговые, тиски станочные, столы поворотные, инструмент и т. д.

- SAMCHULLY (Корея) – Производитель токарных патронов, тисков, поворотных столов, гидроцилиндров, кулачков.

Российский рынок:

- ОАО «Барановичский завод станкопринадлежностей»- производитель универсальной зажимной технологической оснастки, необходимой для комплектации металлорежущих станков токарной, фрезерной, сверлильной и строгальной групп, а также узлов и деталей для автомобильной и тракторной техники.

- Для определения конкурентоспособности продукта сравним технические и экономические характеристики станка с аналогами конкурентов:

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Таблица 5 (разработок)

Крите- рии оценки	Вес кри- терия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _{к1}	Б _{к2}	Б _{к3}	К _{к1}	К _{к2}	К _{к3}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические оценки ресурсоэффективности:							
1.Повы- шение произво- дительно- ности труда;	0,05	3	5	5	0,15	0,25	0,25
2.Габа- риты приспо- собле- ния;	0,04	5	4	5	0,20	0,16	0,20
3.Энер- гоэконо- мич- ность;	0,03	5	4	5	0,15	0,12	0,15
4.Регу- лирова- ние ско- рости за- жима;	0,09	4	4	5	0,36	0,36	0,45
5.Надеж- ность;	0,03	5	5	5	0,15	0,15	0,15
6.Мощ- ность;	0,1	1	5	5	0,1	0,5	0,5

7. Величина усилия зажима;	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
8. Простота эксплуатации;	0,03	5	5	5	0,15	0,15	0,15
9. Уровень шума.	0,03	5	4	5	0,15	0,12	0,15
Экономические критерии оценки эффективности:							
1. Конкурентоспособность продукта;	0,2	5	5	4	1	1	0,8
2. Уровень проникновения на рынок;	0,06	5	4	1	0,30	0,24	0,06
3. Цена;	0,1	5	4	5	0,50	0,40	0,50
4. Предполагаемый срок эксплуатации;	0,04	5	5	4	0,20	0,20	0,16

5.После-продажное обслуживание;	0,03	5	4	1	0,15	0,12	0,03
6.Срок выхода на рынок;	0,04	5	5	1	0,20	0,20	0,04
7.Финансирование научной разработки.	0,03	5	5	4	0,15	0,15	0,12
8.Наличие сертификации разработки;	0,03	5	5	1	0,15	0,15	0,03
Итого	1	76	78	66	4,36	4,77	4,24

В таблице 1, $K_{к1}$, $B_{к1}$ соответствует компании «Bison-Bial», $K_{к2}$, $B_{к2}$ - ОАО «Барановичский завод станкопринадлежностей», и $K_{к3}$, $B_{к3}$ – разрабатываемому приспособлению.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^n B_i \cdot B_i, \quad (1)$$

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

По результатам, рассчитанных показателей видно, что разрабатываемые пневматические тиски уступают продукции компаний «Bison-Bial» и ОАО «Барановичский завод станкопринадлежностей», данный

факт можно объяснить тем, что существующие компании конкуренты имеют большой опыт финансирования и мощный маркетинговый отдел, который занимается реализацией и продвижением продукции на мировом рынке. Между тем по техническим характеристикам разработанный тиски превосходят уже выпущенные, они автоматизированы, но при этом просты в конструкции, обладают возможностью регулирования скорости зажима тисков и при этом компактны. Высокие технические параметры тисков, простота в обслуживании и низкая цена делают проектируемый продукт конкурентоспособным на рынке машиностроения.

Вторая ступень исследования включает в себя определение наиболее оптимального пути развития с помощью SWOT-анализа:

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

SWOT-анализ проводится в несколько этапов:

1. Описание сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта;
2. Выявление соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды;
3. Составление итоговой матрицы.

Начнем с первого этапа.

Сильные стороны-факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции.

Слабые стороны –недостатки, упущения или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей.

Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта и позволяет руководству проекта улучшить свою конкурентную позицию.

SWOT – анализ

Таблица 6

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Автоматическая подача подвижной губки;</p> <p>С2. Независимость от электросети;</p> <p>С3. Относительная простота конструкции.</p> <p>С4. Надежность корпуса и механизмов.</p> <p>С5. Возможность работы при повышенной влажности .</p>	<p>Сл1. Небольшое усилие зажима.</p> <p>Сл2. Невозможность регулирования скорости зажима.</p> <p>Сл3. Необходимость использования пневмопривода;</p> <p>Сл4. Нерациональная величина пневмоцилиндра..</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Увеличение усилия зажима, за счет использования усиливающих механизмов;</p> <p>В2. Регулирование усилия зажима за счет создания резьбового элемента в конструкции.</p> <p>В3. Сохранение оптимальных размеров пневматического цилиндра..</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>		

<p>Угрозы:</p> <p>У1. Незаинтересованность потребителей в разработке</p> <p>У2. Возможны проблемы, связанные с тем, что производители пневмоцилиндров повысят их стоимость.</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции.</p>		
--	--	--

Составим матрицу сильных сторон и возможностей, результаты занесем в таблицу 2.

Таблица 7. Матрица сильных сторон и возможностей.

Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	-	0	0	0	-
	В2	-	0	0	-	-
	В3	-	0	+	+	+
	В4	-	0	+	+	-

Составим матрицу слабых сторон и угроз, результаты занесем в таблицу 8.

Таблица 8. Матрица слабых сторон и угроз

Слабые стороны проекта						
<i>Угрозы проекту</i>		<i>Сл1</i>	<i>Сл2</i>	<i>Сл3</i>	<i>Сл4</i>	
	У1	+	+	0	+	
	У2	-	-	+	+	
	У3	0	0	0	0	

Таблица 9. SWOT – анализ

	<p align="center">Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>C1. Автоматическая подача подвижной губки;</p> <p>C2. Независимость от электросети;</p> <p>C3. Относительная простота конструкции.</p> <p>C4. Надежность корпуса и механизмов.</p> <p>C5. Возможность</p>	<p align="center">Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Небольшое усилие зажима.</p> <p>Сл2. Невозможность регулирования скорости зажима.</p> <p>Сл3. Необходимость использования пневмопривода;</p> <p>Сл4. Нерациональная величина пневмоцилиндра..</p>
	<p>работы при повышенной влажности .</p>	
<p>Возможности:</p> <p>V1. Увеличение усилия зажима, за счет использования усиливающих механизмов;</p> <p>V2. Регулирование усилия зажима за счет создания резьбового элемента в конструкции.</p> <p>V3. Сохранение оптимальных размеров пневматического цилиндра..</p> <p>V4. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>C3V4 – при оптимальных размерах пневматического цилиндра простота конструкции остается.</p> <p>C3V4-при оптимальных размерах цена приспособления будет также оптимальной.</p> <p>C4V3-при оптимальных размерах пневмоцилиндра надежность останется прежней.</p>	

<p>Угрозы:</p> <p>У1. Незаинтересованность потребителей в разработке</p> <p>У2. Возможны проблемы, связанные с тем, что производители пневмоцилиндров повысят их стоимость.</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции.</p>		<p>Сл1У1-при малом усилии зажима есть вероятен малый спрос на продукцию.</p> <p>Сл2У1-при невозможности регулирования скорости зажима спрос на продукцию не будет велик.</p> <p>Сл4У1-при большой величине пневматического цилиндра спрос уменьшится, так как это неудобно и дорого.</p> <p>Сл3У2-при увеличении цены на пневмоцилиндры, цена на тиски также увеличится и спрос соответственно может упасть.</p> <p>Сл4У2-При большой величине пневматического цилиндра и повышение цен на него, цена продукции возрастет и спрос уменьшится.</p>
--	--	---

Вывод: В данном разделе проведена аналитическая оценка реализации модернизированной модели пневматических тисков и рассчитаны показатели конкурентоспособности, характеризующие место на рынке. Результатами этой оценки являются следующие выводы:

– Созданная модель тисков уступает по экономическим показателям продукции уже функционирующих компании, но по техническим характеристикам она выше. Простота конструкции, возможность регулирования скорости зажима, компактность и надежность делают данное приспособление конкурентоспособным.

–Наиболее опасная угроза для пневматических тисков-это изменения, связанные с производителями пневматических цилиндров, они могут повлиять как на цену, так и на технические качества продукта: габариты, надежность. Исходя из этого следует подумать о собственном производстве пневмоцилиндров или длительном сотрудничестве с компанией производителем на постоянных условиях.

Социальная ответственность

В ходе выполнения дипломной работы были разработаны модернизированные пневматические тиски, в которых используется шарнирно-рычажный механизм для увеличения усилия зажима и резьбовой элемент для регулирования усилия зажима. Данные тиски могут использоваться для закрепления заготовок на металлообрабатывающих станках с ЧПУ. Пневматические тиски сами по себе безопасны и удобны в применении, так как не выделяют отходов и не зависят от электрической сети. Но их применение в совокупности с металлорежущими станками включает в себя ряд вредных и опасных факторов, таких как термическое поражение или физическое травмирование. Немаловажны микроклимат и освещение помещения, в котором будет находиться оборудование. Даже для автоматизированного оборудования нужен человек, который будет выполнять ручную работу и следить за правильностью работы станка, в нашем случае это оператор станков с ЧПУ.

Чтобы оптимизировать производственный процесс необходимо учитывать нормы труда: количество рабочих часов, перерывов и т.п.

Для минимизации негативных последствий создаваемого приспособления был разработан комплекс мероприятий технического, организационного, режимного и правового порядка.

1.Техногенная безопасность.

При работе с пневматическими тисками на рабочем месте существует ряд вредных и опасных факторов. К вредным факторам можно отнести производственные метеоусловия, а конкретнее это температура воздуха в помещении и уровень освещения, виброакустические поля и электромагнитные излучения. К опасным факторам относятся возможность поражения электрическим током и температура рабочих органов(или заготовки) в ходе и после производственного процесса. Отходы в виде стружки также представляют опасность, так как могут нанести ожоги или физические травмы.

Рассмотрим более подробно возможные вредные и опасные факторы на рабочем месте при использовании нашей конструкции:

1.1.Повышенный уровень шума на рабочем месте.

Источником шума является работающее оборудование в цехе. По ГО-СТу 12.1.003.-83 допустимым уровнем шума производственного цеха считается меньше или равно 60 дБА.

Известно, что повышенный шум при длительном воздействии может приводить к профессиональным заболеваниям у работников, например, таким как профессиональная тугоухость. Причинами повышенного риска получения травмы является то, что человек не может нормально слышать во время работы, либо из-за снижения слуха, либо из-за использования средств индивидуальной защиты, как следствие, ухудшаются коммуникация среди работников и восприятие ими сигналов. Все вместе это в конечном итоге приводит к несчастному случаю. Для того чтобы защитить здоровье работников от повышенного шума рекомендуется:

- 1) По возможности заменять оборудование на менее шумное;
- 2) Устанавливать защитные экраны;
- 3) Предоставить работникам индивидуальные средства защиты;
- 4) Работать в режиме сокращенного дня.

1.2. Повышенный уровень вибрации.

Источником вибрации является производственное оборудование, как правило старое, изношенное или неисправное.

Вибрация бывает локальная, которая действует на определенные участки тела, чаще рук, и общая, она оказывает вредное воздействие на весь

организм в целом. Вибрация, воздействующая на руки, приводит к возникновению запястного туннельного синдрома, наносит, порой непоправимый, вред пальцам рук, что влияет на ощущения, ловкость и сцепление. Общая вибрация оказывает влияние на опорно-мышечный аппарат организма человека, приводя к болям в пояснице. Любая вибрация становится причиной для беспокойства, раздражительности и снижения иммунитета.

Значительное усиление влияния вибрации на организм происходит из-за работы в холодных и сырых помещениях, работы с неисправным оборудованием, которое редко подвергается техническому обслуживанию, даже употребление табака усиливает влияние вибрации. Дело в том, что никотин обладает сосудосуживающим свойством, что приводит к снижению кровообращения в конечностях и еще больше усугубляет проблему насыщения пальцев рук и ног питательными веществами и кислородом.

Согласно ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность» амплитуда виброперемещения в производственных помещениях с источником вибрации не должен превышать $0,0141 - 0,0072 \cdot 10^{-3}$ м в полосе частот от 31,5 до 63Гц .

Для снижения уровня вибрации рекомендуется:

- 1) Установка нового современного оборудования.
- 2) Ограничить время работы с такими машинами и механизмами.
- 3) Исключить работу на изношенном и неисправном инструменте без его тщательного ремонта.

1.3. Недостаточная освещенность рабочей зоны.

К современному производственному освещению, в том числе освещению помещения, предъявляются высокие требования как гигиенического, так и технико-экономического характера. Правильно спроектированное и выпол-

ненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на рабочих, содействует повышению производительности труда.

Конструкция станка должна быть удобной для освещения зоны обработки встроенными устройствами местного освещения или расположенными вне станка.

Питание светильников местного освещения напряжением до 110 В должно быть через трансформаторы, у которых первичная и вторичная обмотки не должны соединяться между собой. Не допускается применять для этих целей автотрансформаторы, добавочные резисторы или делители напряжения, а также последовательное включение двух или более ламп в питающую сеть для снижения напряжения на каждой из них.

Допускается применять напряжение питающей сети для светильников любых конструкций с люминесцентными лампами при условии, что эти светильники имеют токоведущие части, защищенные от случайных прикосновений.

Светильники должны иметь индивидуальные выключатели, расположенные в местах, удобных для обслуживания. Если напряжение питания превышает 50 В, выключатель освещения не должен быть встроен в патрон или установлен в рассечке питающего провода. Однако такой выключатель может быть установлен на светильнике.

Таблица 10 Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения.

Помещение	Рабочая поверхность и	Естественное освещение	Совмещенное освещение	Искусственное освещение		
		КЕО ед, %				

Лаборатории научно-технические	плоскость нормирования КЕО и освещенности	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	Освещенность рабочих поверхностей, лк	Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, К _п , %, не более
	Г – 0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400

4. Отклонение показателей микроклимата

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

К показателям, характеризующим микроклимат относятся:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;

3) скорость движения воздуха;

4) интенсивность теплового излучения;

В производственных помещениях при выполнении работ операторского типа должны соблюдаться оптимальные величины температуры воздуха 22-24°C, его относительной влажности 40-60% и скорости движения (не более 0,1 м/с), согласно ГОСТу 12.1.005.-88.

Таблица 11. Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственного помещения:

Период года	Температура, °С			Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
	Оптимальная граница	Верхняя граница	Нижняя граница	Оптимальная граница	Допустимый максимум	Оптимальный	Допустимый максимум
Холодный	22-24	24.5	21	40-60	75	0.1	0.1
Теплый	23-25	26	22	40-60	55	0.1	0.2

При обеспечении оптимальных показателей микроклимата температура внутренних поверхностей конструкций, ограждающих рабочую зону (стен, пола, потолка и др.) или устройств (экранов и т. п.) не должна выходить более чем на 2°C за пределы оптимальных установленных величин температуры воздуха, при температуре выше или ниже, рабочие места должны быть удалены от них на расстояние не менее 1 м.

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов не должна превышать 35 Вт/ м² при облучении 50% поверхности тела и более, 70 Вт/ м²-

при величине облучаемой поверхности от 25 до 50% и 100 Вт/ м² при облучении не более 25% поверхности тела.

5. Повышенная напряженность электрического поля.

Номинальное напряжение однофазного переменного тока для станков должно быть 220 В в соответствии с ГОСТ 2112-83.

Станки должны функционировать при отклонениях напряжения сети не более, чем на 10% от номинального значения.

Подсоединение проводов к сети должно быть защищено от короткого замыкания с помощью плавких предохранителей или автоматических выключателей, специально устанавливаемых в этих цепях.

Рекомендуется осуществлять подсоединение проводов от источника питания непосредственно к сетевым зажимам вводного выключателя без штепсельного соединения. Если это оказывается нецелесообразным, то должны быть предусмотрены специальные контактные зажимы.

Зажим, соединенный с конструкцией корпусом и предназначенный для подключения наружного защитного проводника должен располагаться рядом с соответствующими зажимами фазовых проводников.

Если нулевой проводник используется для подключения сети, то должен быть предусмотрен специальный изолированный контактный зажим для нулевого проводника.

В электрооборудовании с однофазным питанием нулевой проводник не должен отключаться от фазных проводников, за исключением цепей управления. Кроме того, электрооборудование должно быть таким, чтобы замена фазного проводника на нулевой не помешала работе машины.

Проводники должны быть защищены от внешних воздействий с помощью оболочки или трубопровода и не должны размещаться вблизи горючих материалов.

Все проводники должны быть защищены от короткого замыкания устройствами защиты, выбранными в соответствии с требованиями ГОСТ

27487-87. Находящиеся под напряжением проводники должны контролироваться устройствами обнаружения коротких замыканий и отключения тока.

2. Региональная безопасность.

В современных условиях одной из важнейших задач является защита окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра земли на данном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде крупных промышленных центров, уровни загрязнения существенно превышают допустимые санитарные нормы.

Твёрдые отходы производства имеют строго однородный характер, в виде металлической стружки, поэтому следует подобные отходы отправлять переплавку и повторное использование. При образовании производства следует обеспечить безотходность производства.

На машиностроительных и металлургических предприятиях при обработке и прокатке металла применяются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), которые являются эмульсиями масла в воде.

Для разрушения эмульсий применяют следующие методы:

- Центрифугирование;
- реагентную коагуляцию;
- термический метод;
- а также их комбинацию.

Т.к. при производстве отдельных элементов будет использоваться СОЖ, которая может причинить ущерб гидросфере, следует применять переработку или утилизацию СОЖ на предприятии.

3. Организационные мероприятия обеспечения безопасности.

Общие требования безопасности при работе с металлорежущими станками.

Станки должны быть оснащены защитными устройствами, разработанными и изготовленными с соблюдением требований ГОСТ 12.2.062-81, исключаящими:

- соприкосновение человека с движущимися узлами и элементами станка и режущим инструментом за пределами рабочей зоны;
- вылет и выбрасывание режущего инструмента и движущихся

узлов и элементов станка при его работе;

- выбрасывание режущим инструментом обрабатываемых заготовок или крупных частей заготовок, отходов, образующихся в процессе обработки;

- возможность травмирования оператора при переналадке станка, а также при установке и смене режущего инструмента, т.е. вращающиеся устройства для закрепления заготовок или инструмента (борштанги, поводки, планшайбы, патроны, оправки с гайками и др.) должны иметь гладкие наружные поверхности;

- возможность выхода подвижных частей станка за установленные пределы, т.е. крайние положения подвижных частей станков с механизированной подачей должны быть ограничены упорами и (или) концевыми выключателями.

Защитные устройства должны соответствовать следующим требованиям:

- конструктивное исполнение и расположение защитных

устройств на станке должно исключать возможность наличия дополнительных факторов, повышающих опасность станка;

- расстояние между опасной зоной и защитным устройством должно быть достаточным, чтобы обеспечить эффективную защиту оператора;
- обеспечивать возможность безопасного наблюдения за циклом обработки и, по возможности, за работой режущего инструмента, а также позволять проведение операций по установке инструмента, наладке и техническому обслуживанию станка. При этом, как правило, смена (установка) инструмента должна проводиться без демонтажа защитных устройств.

Защитные устройства не должны:

- ограничивать технологические возможности станка и вызывать неудобства при эксплуатации и наладке станка;
- снижать освещенность рабочей зоны;
- увеличивать шум, создаваемый движущимися частями станка;
- повышать вибрацию станка;
- препятствовать наблюдению за работой;
- затруднять удаление отходов там, где это необходимо.

Оборудование, в котором функциональным назначением предусмотрен нагрев элементов, доступных прикосновению, выше 42 °С, должно иметь на видном месте в соответствии с ГОСТ 12.4.026-2001 предупреждающий знак об опасности - желтый треугольник с черной каймой и черным восклицательным знаком и надпись "Осторожно! Возможен ожог".

Узлы станка, подлежащие смазке, должны быть обеспечены смазкой на период работы между профилактическими осмотрами в соответствии с ЭД.

Заполняемые вручную масленки должны располагаться вне опасных зон, в местах, удобных для обслуживания. Места заполнения смазки должны окрашиваться в цвет, резко отличающийся от цвета окраски станка. Смазывать станок следует только в выключенном состоянии.

Станок должен быть снабжен органом управления (устройством), с помощью которого он может быть быстро отключен от источника энергии (например, сетевой выключатель, пусковой автомат и т.п.). Орган управления должен располагаться в легко доступном для пользователя месте.

Конструкция станка должна обеспечивать эффективное удаление из зоны обработки стружки, пыли и СОЖ. Защитные устройства, являющиеся частью станка, не должны препятствовать отводу образующихся в зоне обработки отходов.

4. Особенности законодательного регулирования проектных решений.

Из-за ряда вредных и опасных факторов существуют регламенты о защите и рекомендации для сотрудников производственного цеха. Таким образом в цехе с повышенным уровнем шума должен быть установлен режим сокращенного дня. Ограничивается применение труда женщин в связи с вредными и (или) опасными условиями труда. Использование труда подростков запрещается трудовым кодексом России. За работу в вредных условиях рабочим устанавливаются компенсации. Кроме того на производстве должна выдаваться спецодежда и индивидуальные средства защиты. Работники, занятые на работах с вредными и (или) опасными условиями труда проходят обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (для лиц в возрасте до 21 года - ежегодные) медицинские осмотры для определения пригодности этих работников для выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний. Обязательным является социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Высший надзор за исполнением законов о труде и правил по охране труда министерствами и ведомствами, предприятиями, учреждениями, организациями и их должностными лицами возлагается на Генеральную прокуратуру РФ.

Государственный контроль за охраной труда осуществляется вышестоящими органами государственной власти Российской Федерации и автономных республик.

Принципы экологического контроля.

Контроль в области охраны окружающей среды (экологический контроль) представляет собой систему мероприятий, направленных на предотвращение, выявление и пресечение нарушений законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности установленных требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды.

Производственный контроль — это непосредственная деятельность руководителя хозяйствующего субъекта или уполномоченного им лица по управлению воздействием на окружающую среду. Производственный контроль осуществляется субъектами хозяйственной и иной деятельности самостоятельно. Можно выделить две основные цели производственного экологического контроля:

- обеспечение выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов;
- соблюдение требований, установленных законодательством, в области охраны окружающей среды.

Производственный экологический контроль охватывает следующие основные направления и аспекты деятельности:

- мониторинг, регулирование и управление факторами отрицательного воздействия на окружающую среду;

- готовую продукцию;
- технологию производства;
- предупреждение экологических аварий и аварийных ситуаций;
- экологическое информирование и образование персонала; - взаимодействие с экологической общественностью и населением; - снижение риска ответственности.

Целями производственного экологического контроля являются:

- выполнение требований федерального и регионального законодательства в области охраны окружающей среды;
- соблюдение установленных нормативов воздействия на окружающую среду, лимитов использования природных ресурсов, нормативов качества окружающей природной среды в зоне влияния хозяйствующего субъекта;
- повышение качества продукции.

Задачи общественности состоят в выявлении экологических проблем, по каким-либо причинам оказавшимся вне поля зрения органов государственного экологического контроля и правоохранительных органов, в создании альтернативного информационного канала, повышении оперативности экологического контроля и эффективности оповещения населения о чрезвычайных ситуациях, в создании обстановки, приводящей в действие имеющиеся юридические механизмы [12].

5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Под источником ЧС понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть ЧС.

В настоящее время существует два основных направления минимизации вероятности возникновения последствий ЧС на промышленных объектах. Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятиях, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала в современных технических системах. В рамках этого направления на заводе технические системы снабжают защитными устройствами— средствами взрыво- и пожарозащиты технологического оборудования, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров и т.д.

Второе направление заключается в подготовке объекта и обслуживающего персонала к действиям в условиях ЧС. Основой второго направления является формирование планов действий в ЧС. Для этого на заводе прогнозируют размеры и степень поражения объектов при воздействии на него поражающих факторов различных видов (взрывы, пожары, отключения электроэнергии, наводнения, землетрясения, террористические акты, нападение вероятного противника и др.), опираясь на экспериментальные и статистические данные о физических и химических явлениях, составляющих возможную аварию.

Для большей безопасности лучше использовать оба направления.

Наиболее вероятной ЧС на производстве в нашем случае является пожар.

Причины пожаров в производственном помещении могут быть следующими: пользование открытым огнем, курение в непригодных для этого местах, возгорание промасленной использованной ветоши, появление искры при авариях в электроустановке.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами профилактики и активной защиты. Понятие профилактики включает в себя комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий, таких как предотвращение образования горючей среды, предотвращение образования в горючей среде источников воспламенения, поддержание температуры и давления горючей среды ниже максимально допустимого по горючести и т.д. Под активной пожарной защитой понимаются меры, обеспечивающие успешную борьбу с возникающими пожарами – это применение средств пожаротушения, эвакуация людей, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре и др.

Заключение.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы произведен анализ существующих пневматических тисков. После, разработана модель пневматических тисков, с шарнирно-рычажным усиливающим механизмом, который используется для увеличения усилия зажима и сохранения оптимальных размеров пневмоцилиндра. Создана сборка 3D модели устройства, оформлена техническая документация. Кроме того, проведен технологический анализ детали «Втулка», в ходе которого создан маршрут обработки детали, сделаны выводы о технологичности детали, рассчитаны припуски на один из размеров. 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 изделия. Был произведен анализ сильных и слабых сторон сконструированных тисков с точки зрения положения на рынке и стратегических перспектив в условиях конкуренции.

Для рабочего оператора – технолога, который будет использовать конструкцию наших тисков на станке, были выявлены оптимальные показатели микроклимата, освещенности, шума и вибрации на рабочем месте. Предоставлен порядок мероприятий, проводимых в случае чрезвычайной ситуации и требования по СанПин к рабочему месту.

Список используемых источников.

1. Зонненберг С.М., Лебедев А.С. Пневматические зажимные приспособления. – М.: Издательство машиностроительной и судостроительной литературы, 1953, – 160 с.
2. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Справочник технолога машиностроителя. Т1. М.: Машиностроение, 1985.-1152 с.: ил.
3. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Справочник технолога машиностроителя. Т2. М.: Машиностроение, 1985.-1152 с.: ил.
4. Пушкаренко А.Б. Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов очной формы обучения специальности 1202 «Металлорежущие станки инструменты».- Томск: Изд-во ТПУ, 2005.-20с.
5. Путинцев А.П. Практическое пособие дипломнику и заводскому технологу машиностроительной специальности.-Томск: Изд-во Том. ун-та, 1992.-128 с.
6. Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др. Учебное пособие для вузов «Технология машиностроения». Т2. Высш.шк., 2003-295 с.
7. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие.- Томск: Изд-во ТПУ, 2003.-324 с.
8. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. -Томск: изд. ТПУ, 2003 г.-324 с.
9. Романова С.И. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов для нормирования работ, выполняемых на универсальных многоцелевых станках с числовым программным управлением. - Машиностроение, 1990 г-316с.

10. Гаврилин А. Н., Пушкаренко А. Б. Расчет приспособлений на точность и требуемую силу зажима заготовки: Методические указания. -Томск: изд. ТПУ, 2008 г.-44 с.
11. И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение-учебно-методическое пособие- Томск изд. ТПУ, 2014 г.-36 с.
12. Охрана окружающей среды: учебник для технических вузов / С. В. Белов, Ф. А. Барбинов, А. Ф. Козьяков и др. – 3-е изд., испр. – М.: Высш. Шк., 2004. – 319 с.
13. Научная организация и нормирование труда, организация рабочего места: Методические указания к курсовой работе/ Соколов И. В., Прикот С. Я.- Ленинград. - 1980г.

Нормативные ссылки

В настоящей выпускной квалификационной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 2.105—95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам
2. ГОСТ 2.111—68 Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль.
3. ГОСТ 6.38—90 Унифицированные системы документации. Система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов
- ГОСТ 7.32—2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
4. Инструкция по охране труда при использовании стеклопластиков (утв. Минтрудом РФ 13 мая 2004 г.)
5. ГОСТ 12.0.002—74 Термины и определения

6. Основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.

7. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение

8. ГОСТ 12.1.003–83 Шум. Общие требования безопасности.