

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

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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Разработка конструкции привода подачи станка для обработки крышки солонки</b>

УДК 621.9.06-8.001.66

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н31	Алексеев Евгений Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черкасов Александр Иванович			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и  
ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2017 г.

## Запланированные результаты обучения по программе

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

	профессиональных текстов с учетом логики рассуждений и высказываний	требованиями EURACE и FEANI
P6	Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и быть готовым нести за них ответственность при работе в коллективе, взаимодействуя с его членами на основе принятых в обществе моральных и правовых норм, проявляя уважение к людям, толерантность к другой культуре	Требования ФГОС (ОК-3, ОК-4, ПК-38); Критерий 5 АИОР (п.2.4, п.2.11), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P7	Обладать необходимым комплексом знаний в области естественных, социальных, экономических, гуманитарных наук, использовать законы и методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Требования ФГОС (ОК-9, ОК-10); Критерий 5 АИОР (п.2.1.), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
<b>Профессиональные</b>		
P8	Разрабатывать, осваивать на практике и совершенствовать средства технологического оснащения, технологии, системы и средства автоматизации машиностроительных производств при организации серийного и массового выпуска изделий различного назначения	Требования ФГОС (ПК9, ПК-10, ПК-20, ПК-26); Критерий 5 АИОР (п.2.1, п.2.2), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P9	Уметь осуществлять выбор необходимых материалов, оборудования, технологической оснастки, инструмента, средств автоматизации, программного обеспечения, технологии для проектирования, изготовления и испытания машиностроительной продукции	Требования ФГОС (ПК2, ПК-12, ПК-23, ПК-39, ПК-52, ПК-54); Критерий 5 АИОР (п.2.10), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P10	Владеть методами моделирования и проектирования производственных процессов, объектов и продукции машиностроительного производства с использованием современных информационных технологий и программного обеспечения мирового уровня	Требования ФГОС (ПК3, ПК-5, ПК-11, ПК-18, ПК-19, ПК-46, ПК-48); Критерий 5 АИОР (п.2.8), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P11	Уметь разрабатывать и внедрять технологии изготовления продукции машиностроения, основываясь на главных закономерностях, действующих в процессе ее изготовления с	Требования ФГОС (ПК6, ПК-7, ПК-8, ПК-27, ПК-30, ПК-35, ПК-40, ПК-53, ПК-55); Критерий 5 АИОР (), согласованный

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

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



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

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.Д. Вильнин

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Н31	Алексеев Евгению Сергеевичу

Тема работы:

Разработка конструкции привода подачи станка для обработки крышки солонки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№1393/с от 28.02.2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2017
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Производительность станка – 100 шт/час.</p> <p>Мощность привода подачи – 0,13 кВт.</p> <p>Материал заготовки – древесина.</p> <p>Максимальный рабочий ход – 100 мм.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Литературный обзор</li> <li>• Разработка принципиальной кинематической схемы привода подачи</li> <li>• Конструкторские расчеты в соответствии с кинематической схемой</li> <li>• Проектирование привода</li> <li>• Подготовка графического материала и пояснительной записки</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Сборочный чертеж станка с приводом подачи 1 лист формат А1.</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Доцент каф. МЕН, к.э.н., Спицын Владислав Владимирович</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Ассистент каф. ЭБЖ, Невский Е.С.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель</p>	<p>Черкасов Александр Иванович</p>			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8Н31</p>	<p>Алексеев Евгений Сергеевич</p>		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 103 страницы, 8 рисунков, 12 таблиц.

Ключевые слова: сила резания, мощность, подача, передача.

Объектом исследования является станок для обработки крышки солонки.

Предмет разработки – конструкция привода подачи и главного движения станка с ЧПУ для обработки крышки солонки.

Цель работы – разработка привода подачи и главного движения для станка с ЧПУ для обработки крышки солонки.

В процессе исследования разработан привод подачи и главного движения для станка, построена модель.

В результате исследований предложена конструкция и разработана модель привода подачи и привода главного движения, подлежащая дальнейшему исследованию.

Степень внедрения: результаты работы планируется использовать при дальнейшей разработке конструкции станка.

Создана трехмерная электронная модель, конструкторская документация, спроектирован технологический процесс производства одной из деталей.

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ГОСТ 2893-82 «Канавки под упорные пружинные кольца. Кольца упорные пружинные»

ГОСТ 3.1107-81 «Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения»

ГОСТ 21495-76 «Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения»

ГОСТ 4010-77 «Свёрла спиральные с цилиндрическим хвостовиком»

ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности».

ГОСТ 12.1.029 – 80 «Средства и методы защиты от шума. Классификация».

ГОСТ 12.4.051-87 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний».

ГОСТ 12.4.026-76 «Цвета и сигнальные знаки безопасности».

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

ГОСТ 12.4.011 – 89 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих».



## Оглавление

<b>Введение</b> .....	11
<b>1. ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ</b> .....	13
1.1. <i>Массовое производство</i> .....	13
1.2 <i>Оборудование в массовом производстве</i> .....	14
1.3 <i>Привод подач и позиционирования станков с ЧПУ</i> .....	16
1.4. <i>Механические передачи</i> .....	17
1.5 <i>Механизмы преобразования вращательного движения в поступательное</i> .....	21
<b>2. Разработка конструкции привода подач</b> .....	25
2.1 <i>Принципиальная схема и маршрут обработки</i> .....	25
2.2. <i>Режимы резания</i> .....	28
2.3 <i>Выбор оборудования для главного движения</i> .....	34
2.4 <i>Расчет винта-гайки и выбор оборудования</i> .....	36
2.5 <i>Расчёт шпоночного соединения</i> .....	40
2.6 <i>Расчет подшипника</i> .....	41
2.7. <i>Выбор направляющих</i> .....	42
<b>3 Разработка технологического маршрута изготовления стакана</b> .....	43
3.1. <i>Разработка технологического процесса изготовления изделия</i> .....	44
3.1.1 <i>Анализ технологичности детали</i> .....	44
3.1.2 <i>Выбор вида и способа получения заготовки</i> .....	45
3.1.3 <i>Составление технологического маршрута обработки детали</i> .....	46
3.1.4 <i>Расчет необходимых припусков на механическую обработку</i> .....	50
3.1.5 <i>Расчет режимов резания для точения</i> .....	57
3.1.6 <i>Выбор оборудования</i> .....	63
3.1.7. <i>Шлифование</i> .....	64
3.1.8. <i>Выбор оборудования:</i> .....	66
3.2. <i>Нормирование технологических переходов, операций</i> .....	67
<b>4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУСОСБЕРЕЖЕНИЕ</b> .....	72
4.1. <i>Анализ конкурентных технических решений</i> .....	73

4.2. Технология QuaD.....	75
4.3. Структура работ в рамках научного исследования. ....	78
4.4. Разработка графика проведения научного исследования.....	80
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ. ....	85
5.1. Анализ выявленных вредных факторов. ....	86
5.1.1. Требования к уровню шума на рабочих местах.....	86
5.1.2 Запыленность.....	86
5.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды. ....	88
5.3. Охрана окружающей среды. ....	93
5.4. Защита в чрезвычайных ситуациях.....	94
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	96
Список источников информации. ....	98

## **Введение.**

В условиях рынка и жесткой конкуренции производители заинтересованы в улучшении технологичной и экономической эффективности производства.

С момента образования рыночной экономики, первых организаций массового производства и появления средств для его реализации, технологический и научный прогрессы, взаимозависимые с рынком и его потребностями, значительно преобразили облик, технологическую и организационную составляющие промышленности.

Новые материалы, новые методы работы, постоянно модернизирующиеся конструкции станков и новые разработки в этой области позволяют всё больше улучшать качество выпускаемой продукции и уменьшать его себестоимость, увеличивая таким образом конкурентоспособность.

С развитием компьютеров и увеличением их вычислительных мощностей, в мире появилась возможность перевести всё массовое производство на автоматизированные системы с минимальным участием человека в процессе обработки и работы оборудования, требуя участия высококвалифицированного персонала только на этапах разработки маршрутов, написания программ для ЧПУ и наладки оборудования. Эта сфера сейчас активно развивается, т.к. позволяет значительно повысить производительность и экономичность любых массовых и крупносерийных производств.

Повседневные вещи, несмотря на простоту конструкции, дешевизну и обилие альтернатив, требуют для своего производства сложного и дорогого оборудования, позволяющего выпускать продукцию бесперебойно крупными партиями, с минимальными затратами человеческих и материальных ресурсов.

**Целью** данной работы является разработка привода подачи для станка с ЧПУ.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Изучить типы оборудования, используемого в массовом производстве;
2. Разработать и рассчитать конструкцию привода подачи;
3. Проанализировать работу с экономической точки зрения и со стороны социальной безопасности.

**Методы достижения** поставленной цели:

- Сбор, анализ и обобщение данных по теме работы, позволяющие систематизировать информацию о методах и средствах, используемых в приводах станков с ЧПУ;
- Разработка соответствующего оборудования на основе полученной информации.

**Объектом исследования** является станок для обработки крышки солонки.

**Предмет разработки** – привод подачи.

## 1. ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

### 1.1. Массовое производство.

*Массовое производство* – одна из форм организации производства, характеризующаяся постоянным выпуском изделий ограниченной номенклатуры, с одинаковым предназначением, технологическим типом, конструкцией, изготавливаемые одновременно или параллельно.

Особенностью массового производства является непрерывный выпуск определенной продукции в течение длительного времени.

Характерные черты данного типа производства:

1. Непрерывное производство одинаковой продукции.
2. Изготовление деталей на специализированных предприятиях.
3. Высокая специализированность производства.
4. Автоматизированный технологический процесс.
5. Короткий производственный цикл.

***Основные факторы производительности:***

1. Узкоспециализированные рабочие места для выполнения повторяющейся операции;
2. Жесткость закрепления операций за рабочим местом;
3. Направление движения материалов, полуфабрикатов, продукции от одного рабочего места к другому;
4. Использование принципа прямоточности, располагая оборудование и рабочие места в порядке движения по технологическому процессу;
5. Использование специализированного оборудования;
6. Объединение как основных, так и обслуживающих операций;
7. Ограниченная номенклатура выпускаемой продукции.

## 1.2 Оборудование в массовом производстве.

В массовом производстве используется оборудование определенного типа, характеризующееся высокой производительностью, степенью автоматизации, и узкой специализацией.

Такие параметры характерны для нескольких типов оборудования, каждое из которых предназначено для производства продукции различной сложности, габаритов и размеров партий:

*Станки-автоматы* – станки с ЧПУ, предназначенные для не одной, а нескольких рабочих операций. Его легко перевести с одного режима работы на другой, его можно переналадить под различные размеры детали при необходимости, например, при производстве деталей с различными конфигурациями. Программное управление позволяет менять параметры резания в процессе обработки. Такие станки универсальны и удобны для использования в автоматических линиях.

*Агрегатные станки* – многоинструментальные станки, собранные из частично специальных и нормализованных агрегатов. На агрегатных станках можно выполнять следующие виды обработки: сверление, зенкерование, растачивание, фрезерование, нарезание внутренних и наружных резьб, накатывание резьб, некоторые виды токарной обработки.

Мельников Н.Ф., Бристолю Б.Н., Дементьев В.И. Технология машиностроения. Издание 2-е перераб. и доп. М. , «Машиностроение», 1977

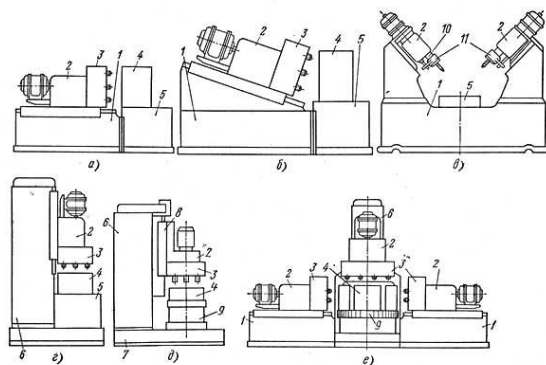


Рис. 1. Примеры компоновок агрегатных станков.

*Преимущества агрегатных станков:*

- 1) высокая производительность, обусловленная многоинструментальной обработкой заготовок одновременно с нескольких сторон; годовой эффект от использования агрегатных станков значительно выше по сравнению с универсальными станками;
- 2) простота изготовления благодаря унификации механизмов и деталей;
- 3) сокращение сроков проектирования;
- 4) возможность многократного использования части агрегатов при изменении объекта производства;
- 5) возможность обслуживания станков операторами низкой квалификации.

*Автоматические линии* – система станков, агрегатов и вспомогательных устройств, автоматически выполняющих определенную последовательность операций без участия оператора. Участие человека требуется только при контроле работы, наладке, загрузке/разгрузке.

*Автоматические станочные линии по типу оборудования делятся на следующие группы:*

- а) из модернизированных универсальных станков, автоматов и полуавтоматов общего назначения;
- б) состоящий из агрегатных станков, как правило при обработке корпусных деталей;
- в) из специализированных и специальных станков, предназначенных исключительно для этой линии;
- г) из станков с ЧПУ и транспортной системы с ПУ, которыми управляет единая программа.

Преимущества автоматических линий:

1. Низкая себестоимость обработки;
2. Сокращение числа рабочих;
3. Меньшие производственные площади;
4. Высокое качество обработки;
5. Стабильность выпуска;

По сравнению с агрегатными станками линии из них в несколько раз эффективнее. Обработка на АЛ заготовок типа тел вращения намного эффективнее, чем на отдельных станках-автоматах.

### 1.3 Привод подач и позиционирования станков с ЧПУ

Движения, осуществляемые в процессе резания, служащие для взаимного перемещения инструмента и заготовки и требующие меньших (по сравнению с главным движением) затрат энергии, называются движениями подачи. Приводы, реализующие эти движения, называются приводами подачи.

По принципу работы приводы бывают электрические, электромеханические, гидравлические и электрогидравлические.

Электрическим приводом называется устройство, преобразующее электрическую энергию в механическую и управляющее параметрами сформированного при этом движения. Основным элементом электропривода является электрический двигатель, в котором и происходит преобразование энергии. Управление параметрами движения осуществляют с помощью преобразователя основного управляющего параметра, датчика обратной связи, задающего устройства, устройства защиты и т. д.

На настоящий момент можно выделить несколько типов электроприводов для станочного оборудования: частотно-регулируемый электропривод с асинхронным двигателем, вентильный сервопривод (синхронный двигатель на постоянных магнитах со специализированным частотным преобразователем) и шаговый электропривод с электрическим дроблением шага.



Привод с электродвигателем постоянного тока называется электроприводом постоянного тока, а привод с асинхронным или синхронным электродвигателем - электроприводом переменного тока.

Преобразователи являются звеньями системы электропривода, в которых происходит изменение параметров тока или напряжения, т. е. преобразователь трансформирует электрическую энергию с одними параметрами в электрическую энергию с другими параметрами. Например, у преобразователя переменного тока в постоянный (так называемого выпрямителя) на входе переменный ток, а на выходе постоянный.

Шаговые двигатели в приводах станков с ЧПУ используются чаще всего в комплекте с гидроусилителем момента. Достоинством шагового электропривода является отсутствие обратной связи по пути, что упрощает систему управления в целом, но при этом снижает надежность привода.

В практике создания и эксплуатации станков с ЧПУ находят применение также «силовые» шаговые двигатели, не требующие промежуточного гидроусилителя, всевозможные линейные электроприводы, в том числе шаговые.

#### 1.4. Механические передачи

Наряду с электродвигателем и преобразователем в состав привода входят и механические передачи.

*Механическая передача* — часть системы привода, заключенная между выходным звеном источника движения (например, выходным валом электродвигателя или штоком гидроцилиндра) и звеном потребления механической энергии и предназначенная для кинематического преобразования движения на этом пути. Под кинематическим преобразованием понимают изменение направления усилия и скорости при линейном перемещении или изменение плоскости поворота при вращательном движении.

Основные функции механических передач: распределение энергии (от одного источника движения) между различными звеньями ее потребления; совмещение энергии, поступающей от различных источников движения, и подведение ее к одному звену потребления; понижение или повышение скорости при одновременном повышении или понижении усилий или вращающих моментов; ограничение скорости или вращающего момента; регулирование скорости; преобразование вида движения (вращательного в поступательное); изменение направления оси вращения и т. д.

Типы механических передач:

- зубчатые (цилиндрические, конические);
- винтовые (винтовые, червячные, гипоидные);
- с гибкими элементами (ременные, цепные);
- фрикционные (за счёт трения, применяются при плохих условиях работы).

*Зубчатая передача* — это механизм или часть механизма механической передачи, в состав которого входят зубчатые колёса. При этом усилие от одного элемента к другому передаётся с помощью зубьев. [2]

Зубчатые передачи предназначены для:

- передачи вращательного движения между валами, которые могут иметь параллельные, пересекающиеся или скрещивающиеся оси;
- преобразования вращательного движения в поступательное, и наоборот (передача «рейка-шестерня»).

Достоинства зубчатых передач:

- компактность;
- возможность передавать большие мощности;
- большие скорости вращения;
- постоянство передаточного отношения;

- высокий КПД.

Недостатки зубчатых передач:

- сложность передачи движения на значительные расстояния;
- жёсткость передачи;
- шум во время работы;
- необходимость в смазке.

Для передачи движения между сравнительно далеко расположенными друг от друга валами применяют механизмы, в которых усилие от ведущего звена к ведомому передаётся с помощью *гибких звеньев*. В качестве гибких звеньев применяются: ремни, шнуры, канаты разных профилей, провода, стальную ленту, цепи различных конструкций.

Передачи с гибкими звеньями могут обеспечивать постоянное и переменное передаточное отношения со ступенчатым или плавным изменением его величины.

Для сохранности постоянства натяжения гибких звеньев в механизмах применяются натяжные устройства: ролики, пружины, противовесы и т.п.

Наибольшие преимущества наблюдаются в передачах с зубчатыми (поликлиновыми) ремнями.

Достоинства ременных передач:

- возможность передачи движения на значительные расстояния;
- плавность и бесшумность работы;
- защита механизмов от колебаний нагрузки вследствие упругости ремня;
- защита механизмов от перегрузки за счёт возможного проскальзывания ремня;
- простота конструкции и эксплуатации (не требует смазки).

Недостатки ременных передач:

- повышенные габариты (при равных условиях диаметры шкивов в 5 раз больше диаметров зубчатых колёс);
- непостоянство передаточного отношения вследствие проскальзывания ремня;
- повышенная нагрузка на валы и их опоры, связанная с большим предварительным натяжением ремня (в 2-3 раза больше, чем у зубчатых передач);
- низкая долговечность ремней (1000-5000 часов).

*Цепная передача* (рис. 2) основана на принципе зацепления цепи и звёздочек.

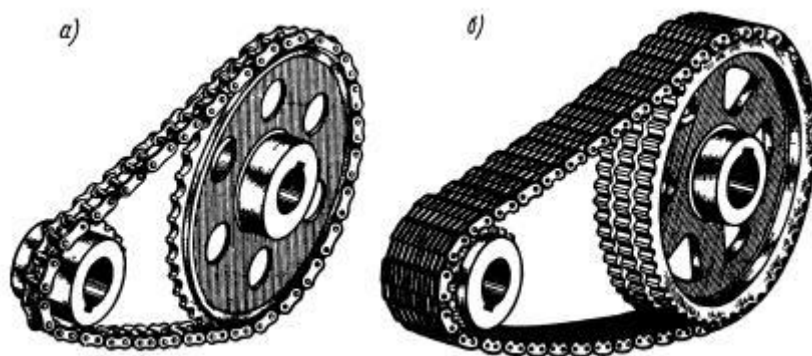


Рис. 2. Цепная передача: а – роликовой цепью, б – зубчатой цепью.

Куклин Н.Г., Куклина Г.С. Детали машин. Учебник для техникумов. М., "Высшая школа", 1987

Область применения цепных передач:

- при значительных межосевых расстояниях;
- при передаче от одного ведущего вала нескольким ведомым;
- когда зубчатые передачи неприменимы, а ременные недостаточно надёжны.

*Фрикционная передача* — кинематическая пара, использующая силу трения для передачи механической энергии

## 1.5 Механизмы преобразования вращательного движения в поступательное

### Винтовые механизмы.

*Винтовые механизмы* широко применяются в самых разнообразных машинах для преобразования вращательного движения в поступательное и, наоборот, поступательного во вращательное. Особенно часто винтовые механизмы применяются в станках для осуществления прямолинейного вспомогательного (подача) или установочного (подвод, отвод, зажатие) движения таких сборочных единиц, как столы, суппорты, каретки, шпиндельные бабки, головки и т. д.

Винты, применяемые в этих механизмах, называются ходовыми. Часто также винтовой механизм служит для подъема грузов или вообще для передачи усилий. Примером такого применения винтового механизма является использование его в домкратах, винтовых стяжках и т. д. В этом случае винты будут называться грузовыми. Грузовые винты обычно работают с незначительными скоростями, но с большими усилиями по сравнению с ходовыми винтами.

### Кривошипно-шатунные механизмы.

*Кривошипно-шатунные* механизмы служат для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное и наоборот. Основными деталями кривошипно-шатунного механизма являются: кривошипный вал, шатун и ползун, связанные между собой шарнирно

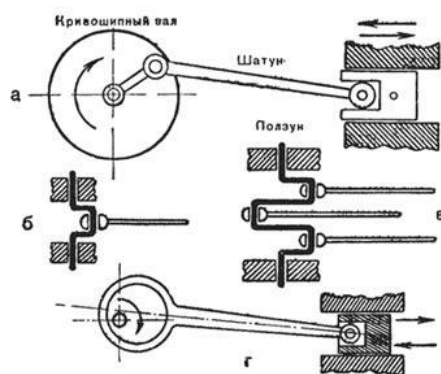


Рис.3. Кривошипно-шатунные механизмы.

В кривошипно-шатунном механизме вместо кривошипного вала часто применяют коленчатый вал. От этого сущность действия механизма не меняется. Коленчатый вал может быть как с одним коленом, так и с несколькими (б, в).

Видоизменением кривошипно-шатунного механизма может быть также *эксцентрик* (г). У эксцентрикового механизма нет ни кривошипа, ни колен. Вместо них на вал насажен диск. Насажено же он не по центру, а смещено, то есть эксцентрично, отсюда и название этого механизма - эксцентрик.

### Кулачковые механизмы

Кулачковые механизмы служат для преобразования вращательного движения (кулачка) в возвратно-поступательное или другой заданный вид движения. Механизм состоит из кулачка - криволинейного диска, насаженного на вал, и стержня, который одним концом опирается на криволинейную поверхность диска. Стержень вставлен в направляющую втулку. Для лучшего прилегания к кулачку, стержень снабжается нажимной пружиной. Чтобы стержень легко скользил по кулачку, на его конце устанавливается ролик.

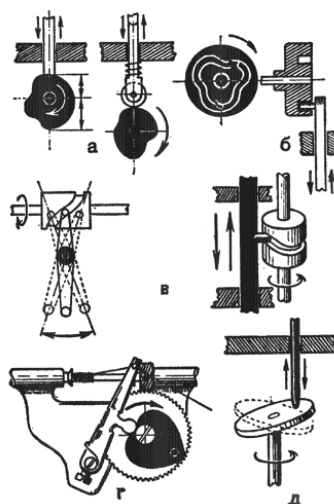


Рис. 4. Кулисные механизмы.

Возвратно-поступательное движение в кривошипных механизмах можно передавать и без шатуна. В ползунке, которая в данном случае называется кулисой, делается прорез поперек движения кулисы. В этот прорез вставляется палец кривошипа. При вращении вала кривошип, двигаясь влево и вправо, водит за собой и кулису.

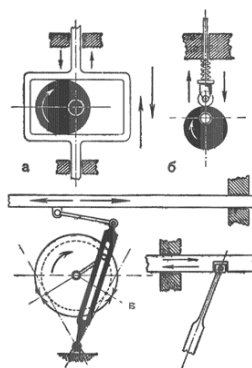


Рис. 5. Кривошипные механизмы.

«Энциклопедия технологий и методик» Патлах В.В. 1993-2007 гг.

### Рейка-шестерня

Зубчато-реечная передача - частный случай зубчатой передачи, широко используемой в станках и механизмах для передачи вращательного движения и преобразования угловых скоростей и крутящего момента.

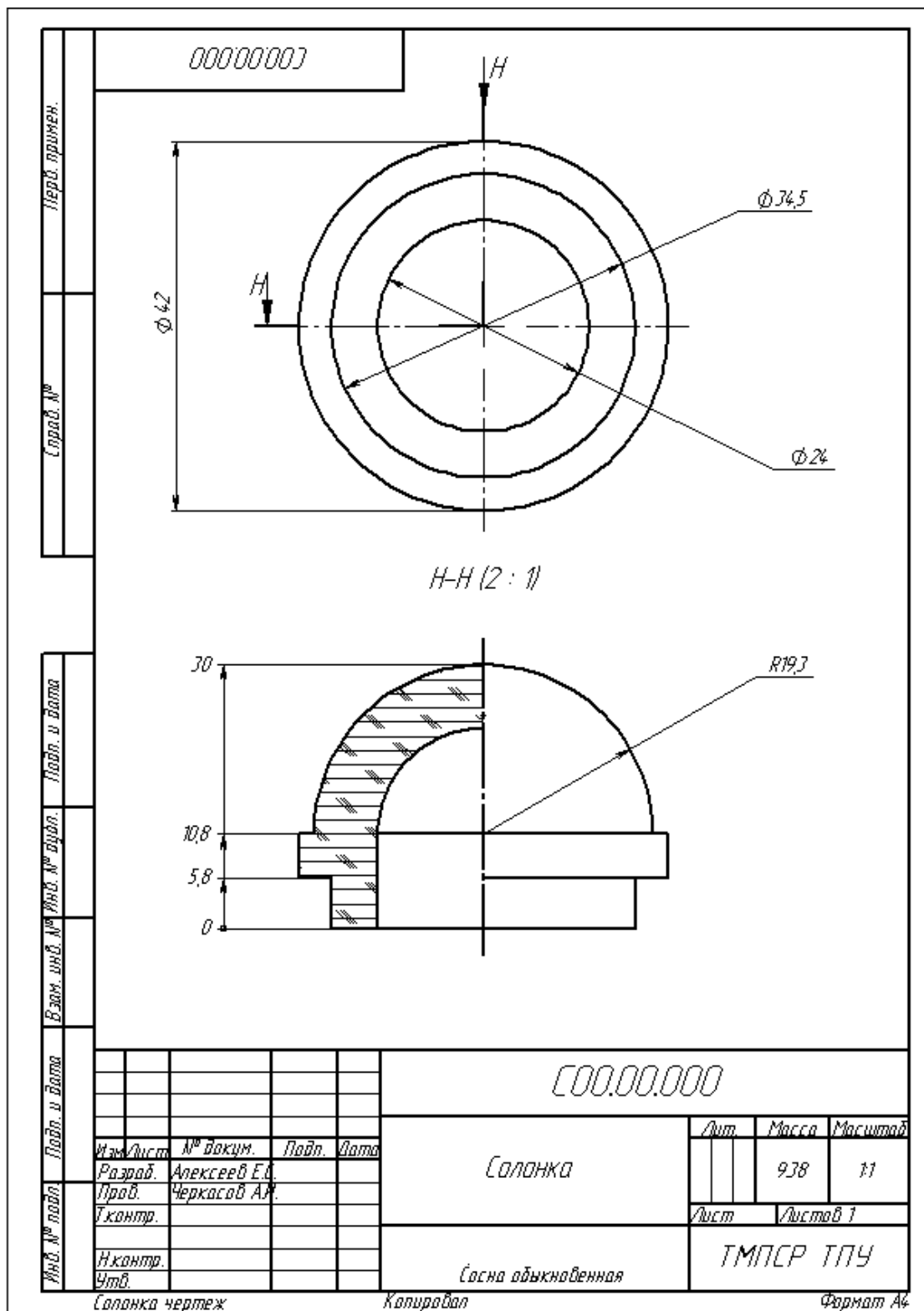
Зубчатые передачи выполняются с прямыми зубьями для работ на малых и средних скоростях, с косыми зубьями для использования на средних и высоких скоростях или когда требуется повышенная точность перемещения; с шевронными зубьями для передачи больших моментов в тяжёлых машинах, с круговыми зубьями в конических передачах.

Передачи зубчатая рейка - шестерня получили широкое распространение в машиностроении благодаря удачному сочетанию нагрузочных, динамических и точностных характеристик. Они отличаются надёжностью, простотой конструкции и удобством монтажа.



## 2. Разработка конструкции привода подач

### 2.1 Принципиальная схема и маршрут обработки.



Изделие – тело вращения, все поверхности которого симметричны относительно одной оси.

Для получения конечной формы детали требуется провести несколько последовательных операций сверления с двух противоположных сторон заготовки.

Для экономии материала рекомендуется использовать брусок с прямоугольным сечением, шириной 40 мм, толщиной 60 мм, материал – сосна.

Для изготовления детали необходимо и достаточно 6 операций сверления.

#### Выбор типа оборудования

Т.к. все требующиеся операции однотипные (сверление), а габариты детали небольшие, в применение автоматических линий нет необходимости и для обработки заготовки можно использовать один многошпиндельный станок.

При обработке дерева, возникающие силы резания относительно невелики, поэтому возможна одновременная обработка несколькими инструментами с общим приводом подачи.

Обработка ведется по маятниковому принципу поочередно с двух противоположных сторон, это позволяет расположить блоки инструментов на одной подвижной относительно заготовки платформе. Движение платформы будет являться движением подачи.

Для закрепления заготовки и её однозначного базирования необходимо на первой операции сделать технологическое отверстие.

Тогда схема обработки:

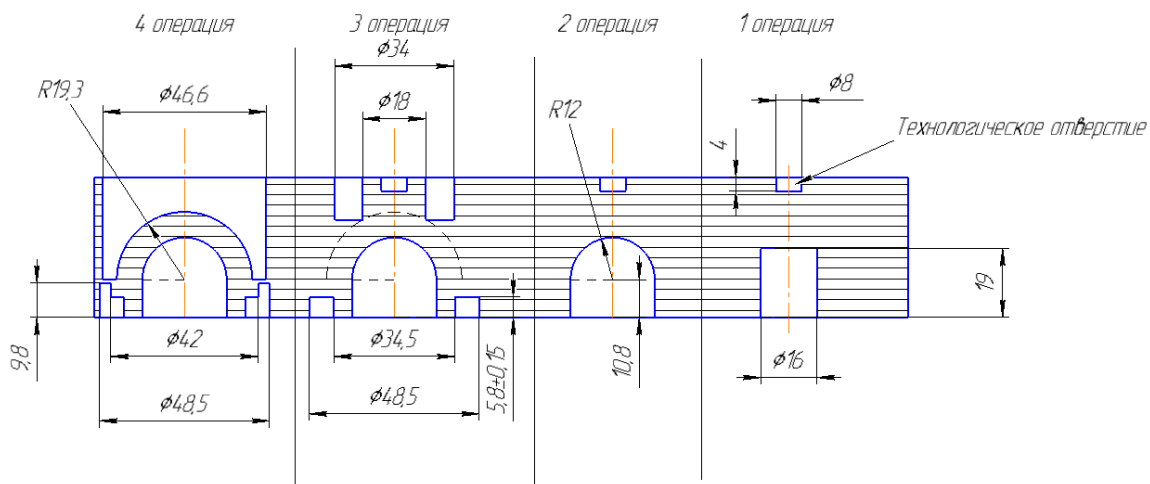


Рис. 6. Схема обработки.

Таким образом принципиальная кинематическая схема привода подачи и главного движения станка будет выглядеть следующим образом:

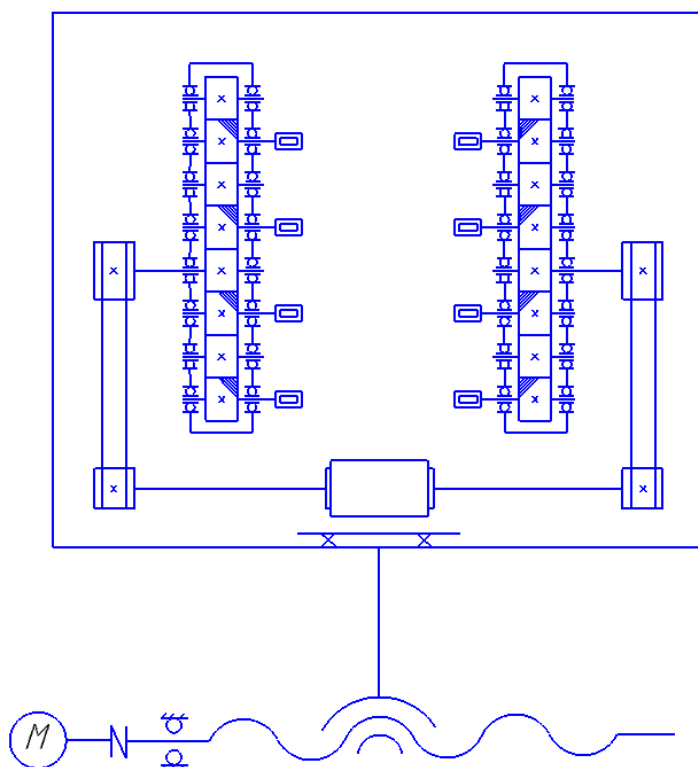


Рис.7. Принципиальная кинематическая схема привода подачи.

Прежде чем приступить к подбору оборудования для привода подачи, необходимо провести расчеты режимов резания для каждой операции,

т.к. от них напрямую зависят возникающие осевые усилия, мощность требуемого оборудования для привода главного движения и, соответственно, вес и инерция платформы.

## 2.2. Режимы резания.

### Расчет общих параметров резания.

Для обработки дерева нет четких и специализированных методик расчета, все вычисления проходят с использованием поправочных коэффициентов, учитывающих особенности материала.

Для сверления дерева мягких пород, рекомендуемая скорость резания  $V = 200 - 450$  м/мин.

Рекомендуемая подача на зуб  $S_z = 0,1 \dots 0,2$  мм.

Глубина резания для сверления определяется как половина диаметра сверла, т.е.

$$t = D_{св}/2.$$

Для рассверливания и сверления трепанирующими сверлами:

$$t = (D_{св.} - d_{отв.})/2.$$

где  $d_{отв.}$  – диаметр изначального отверстия, либо внутренний диаметр трепанирующего сверла.

Особенности деревообработки позволяют, для которой характерна нестрогость соблюдения режимов резания (в разумных пределах), позволяет использовать одинаковую частоту вращения и величину подачи для всех инструментов.

Возникающие осевые усилия тем больше, чем больше глубина резания, т.е. подбирать общую частоту и подачу нужно из самой сложной операции, которой является получение внешней сферической поверхности солонки на последней операции. Для неё и будет производится расчет общих параметров.

Примем:  $V = 400$  м/мин,  $S_z = 0,15$  мм.

Тогда частота вращения сверла:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 400}{\pi \cdot 46} = 2767,9 \text{ (об/мин)}.$$

Примем частоту вращения равной 2850 об/мин, чтобы не ставить понижающие передачи между валом двигателя главного движения и валом инструмента.

$$S = \frac{S_z \cdot z \cdot n}{1000} = \frac{0,15 \cdot 2 \cdot 2850}{1000} = 0,86 \text{ м/мин}.$$

Общая скорость подачи для всех инструментов –  $S = 0,86$  м/мин, общая частота вращения –  $n = 2850$  об/мин.

Силы резания.

Сила резания при сверлении дерева рассчитывается по формуле:

$$P = K \cdot t \cdot S_z \text{ (кГ)}.$$

Где,  $K$  – удельная работа резания (кГ):

$$K = 1 + 0,4/S_z \text{ для } t = (15 \dots 20) \text{ мм}.$$

$$K = 1 + 0,4/0,2 = 3 \text{ (кГ/мм}^2\text{)}. [8]$$

$$P = 3 \cdot 16 \cdot 0,15 = 7,2 \text{ (кГ)}.$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P \cdot V \cdot g}{1000 \cdot 60} = \frac{7,2 \cdot 400 \cdot 9,8}{1000 \cdot 60} = 0,47 \text{ (кВт)}.$$

Осевое усилие подачи:

$$Q = (0,25 + 0,07 \cdot t) \cdot P = (0,25 + 0,07 \cdot 16) \cdot 7,2 = 9,82 \text{ (кГ)}.$$

Для всех остальных обработок исходными данными будут:

$$n = 2850 \text{ об/мин};$$

$$S = 0,86 \text{ м/мин.}$$

Операция №1, переход 1, сверление технологического отверстия.

$$D = 8 \text{ мм};$$

$$T = D/2 = 4 \text{ (мм)};$$

$$Z = 2.$$

Тогда:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi * 8 * 2850}{1000} = 71 \left( \frac{\text{м}}{\text{мин}} \right);$$

$$S_z = \frac{S * 1000}{z * n} = \frac{0,86 * 1000}{2 * 2850} = 0,15 \text{ (мм)}.$$

$$P = K * t * S_z \text{ (кГ)}$$

где K для  $t = 4 \text{ мм}$ .

$$K = 4,2 + 1,68/S_z = 4,2 + 1,68/0,15 = 12,6 \text{ (кГ/мм}^2\text{)};$$

$$P = K * t * S_z = 12,6 * 4 * 0,15 \text{ (кГ)} = 8,1 \text{ (кГ)};$$

$$N = \frac{P * V * g}{1000 * 60} = \frac{8,1 * 71 * 9,8}{1000 * 60} = 0,098 \text{ (кВт)};$$

$$Q = (0,25 + 0,07 * t) * P = (0,25 + 0,07 * 4) * 8,1 = 4,29 \text{ (кГ)}.$$

Операция №1, переход 2.

$$D = 16 \text{ мм};$$

$$T = D/2 = 8 \text{ (мм)};$$

$$Z = 2.$$

Тогда:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi * 16 * 2850}{1000} = 142 \left( \frac{\text{М}}{\text{МИН}} \right);$$

$$S_z = \frac{S * 1000}{z * n} = \frac{0,86 * 1000}{2 * 2850} = 0,15 \text{ (ММ)};$$

$$P = K * t * S_z \text{ (кГ)}.$$

где К для  $t = 8$  мм.

$$K = 2 + 0,8/S_z = 2 + 0,8/0,15 = 6 \text{ (кГ/мм}^2\text{)};$$

$$P = K * t * S_z = 6 * 8 * 0,15 \text{ (кГ)} = 7,2 \text{ (кГ)};$$

$$N = \frac{P * V * g}{1000 * 60} = \frac{7,2 * 142 * 9,8}{1000 * 60} = 0,16 \text{ (кВт)};$$

$$Q = (0,25 + 0,07 * t) * P = (0,25 + 0,07 * 8) * 7,2 = 5,83 \text{ (кГ)}.$$

Операция №2, переход 1. Рассверливание со сферой.

$$D = 24 \text{ мм};$$

$$T = D/2 = 12 \text{ (мм)};$$

$$Z = 2.$$

Тогда:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi * 24 * 2850}{1000} = 213 \left( \frac{\text{М}}{\text{МИН}} \right);$$

$$S_z = \frac{S * 1000}{z * n} = \frac{0,86 * 1000}{2 * 2850} = 0,15 \text{ (ММ)};$$

$$P = K * t * S_z \text{ (кГ)}.$$

где К для  $t = 12$  мм методом интерполяции.

$$K = 1,8 + 0,72/S_z = 1,8 + 0,72/0,15 = 5,4 \text{ (кГ/мм}^2\text{)};$$

$$P = K * t * S_z = 5,4 * 12 * 0,15 \text{ (кГ)} = 9,72 \text{ (кГ)};$$

$$N = \frac{P \cdot V \cdot g}{1000 \cdot 60} = \frac{9,72 \cdot 213 \cdot 9,8}{1000 \cdot 60} = 0,34 \text{ (кВт)};$$

$$Q = (0,25 + 0,07 \cdot t) \cdot P = (0,25 + 0,07 \cdot 12) \cdot 9,72 = 10,6 \text{ (кГ)}.$$

Операция №3, переход 1.

$$D = 34 \text{ мм};$$

$$T = (D-d)/2 = (34-18)/2 = 8 \text{ (мм)};$$

$$Z = 2.$$

Тогда:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi \cdot 24 \cdot 2850}{1000} = 301 \left( \frac{\text{м}}{\text{мин}} \right);$$

$$S_z = \frac{S \cdot 1000}{z \cdot n} = \frac{0,86 \cdot 1000}{2 \cdot 2850} = 0,15 \text{ (мм)}.$$

$$P = K \cdot t \cdot S_z \text{ (кГ)}.$$

где K для t = 8 мм методом интерполяции.

$$K = 2 + 0,8/S_z = 2 + 0,8/0,15 = 6 \text{ (кГ/мм}^2\text{)};$$

$$P = K \cdot t \cdot S_z = 6 \cdot 8 \cdot 0,15 \text{ (кГ)} = 7,2 \text{ (кГ)};$$

$$N = \frac{P \cdot V \cdot g}{1000 \cdot 60} = \frac{7,2 \cdot 301 \cdot 9,8}{1000 \cdot 60} = 0,35 \text{ (кВт)};$$

$$Q = (0,25 + 0,07 \cdot t) \cdot P = (0,25 + 0,07 \cdot 8) \cdot 7,2 = 5,83 \text{ (кГ)}.$$

Операция №3, переход 2.

$$D = 48,5 \text{ мм};$$

$$T = (D-d)/2 = (48,5-34,5)/2 = 7 \text{ (мм)};$$

$$Z = 2.$$



Тогда:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi * 48,5 * 2850}{1000} = 434 \left( \frac{\text{М}}{\text{МИН}} \right);$$

$$S_z = \frac{S * 1000}{z * n} = \frac{0,86 * 1000}{2 * 2850} = 0,15 \text{ (мм)};$$

$$P = K * t * S_z \text{ (кГ)}.$$

где К для  $t = 7$  мм методом интерполяции.

$$K = 2,1 + 0,85/S_z = 2 + 0,8/0,15 = 6,35 \text{ (кГ/мм}^2\text{)};$$

$$P = K * t * S_z = 6,35 * 7 * 0,15 \text{ (кГ)} = 6,67 \text{ (кГ)};$$

$$N = \frac{P * V * g}{1000 * 60} = \frac{6,67 * 434 * 9,8}{1000 * 60} = 0,47 \text{ (кВт)};$$

$$Q = (0,25 + 0,07 * t) * P = (0,25 + 0,07 * 7) * 6,67 = 4,94 \text{ (кГ)}.$$

Операция №4, переход 2.

$$D = 48,5 \text{ мм};$$

$$T = (D-d)/2 = (48,5-42)/2 = 3,25 \text{ (мм)};$$

$$Z = 2.$$

Тогда:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi * 48,5 * 2850}{1000} = 434 \left( \frac{\text{М}}{\text{МИН}} \right);$$

$$S_z = \frac{S * 1000}{z * n} = \frac{0,86 * 1000}{2 * 2850} = 0,15 \text{ (мм)}.$$

$$P = K * t * S_z \text{ (кГ)}$$

где К для  $t = 3,25$  мм методом интерполяции.

$$K = 7 + 3/S_z = 2 + 0,8/0,15 = 22 \text{ (кГ/мм}^2\text{)}$$

$$P = K * t * S_z = 22 * 3,5 * 0,15 \text{ (кГ)} = 10,73 \text{ (кГ)};$$

$$N = \frac{P \cdot V \cdot g}{1000 \cdot 60} = \frac{10,73 \cdot 434 \cdot 9,8}{1000 \cdot 60} = 0,76 \text{ (кВт)};$$

$$Q = (0,25 + 0,07 \cdot t) \cdot P = (0,25 + 0,07 \cdot 3,5) \cdot 10,73 = 5,31 \text{ (кГ)}.$$

Таким образом получается, что на сторону заготовки которая обрабатывается первой приходится усилие:

$$Q_{1\text{сумм}} = 9,82 + 4,29 + 5,83 = 19,94 \text{ (кГ)} = 199,4 \text{ (Н)}.$$

А требуемая мощность:

$$N_{1\text{сумм}} = 0,47 + 0,098 + 0,35 = 0,83 \text{ (кВт)}.$$

На вторую сторону:

$$Q_{2\text{сумм}} = 5,83 + 10,6 + 4,94 + 5,31 = 27,68 \text{ (кГ)} = 276,8 \text{ (Н)}.$$

$$N_{2\text{сумм}} = 0,16 + 0,34 + 0,47 + 0,76 = 1,73 \text{ (кВт)}.$$

Наибольшая мощность обработки и возникающие при этом осевые усилия возникают при обработке 2 стороны, исходя из них будет подбирать оборудование.

### 2.3 Выбор оборудования для главного движения.

Т.к. двигатель для привода главного движения будет закреплен на подвижном столе, необходимо узнать его вес и вес механических передач для расчета инерционной составляющей силы, действующей на привод подачи.

Расчётная частота вращения  $n = 2850$  об/мин.

Т.к. одновременно ведется обработка только одной стороны, мощность двигателя подбирается исходя из максимальной требуемой мощности для обработки сторон.

$$N_{2\text{сумм}} = 1,73 \text{ кВт}.$$

Для этих характеристик подходит асинхронный двигатель модели

АИР80В2 со следующими номинальными параметрами:

Мощность – 2,2 кВт;

Частота вращения – 2855 об/мин;

КПД – 81%;

Масса – 19,5 кг.

Полное обозначение исполнения двигателя с двумя валами, с лапами и без фланца: АИР80В2 – ИМ1082.

Для передачи движения с двигателя на вал модуля с инструментом используется зубчатая ременная передача с передаточным коэффициентом 1:1, т.к. менять крутящий момент или частоту вращения не требуется.

Разработан разгрузочный стакан, предназначенный для снятия усилий натяжения ремня с вала модуля для предотвращения его заклинивания.

Общая масса подвижного стола ориентировочно не превышает 150 кг.

Сила инерции стола в таком случае при разгоне и торможении из неподвижного состояния до рабочей подачи будет равна:

$$F_m = ma$$

где  $a$  – ускорение торможения и разгона,  $m$  – масса стола.

Ускорение можно найти из закона сохранения механической энергии:

$$\Delta A = \Delta E + \Delta Q$$

Т.к. изменения тепловой энергии тела не происходит, формула приобретет вид:

$$\Delta A = \Delta E = E_{к2} - E_{к1}$$

Где  $A$  – работа, совершенная над телом, в данном случае энергия, которую должен будет произвести привод подачи, чтобы разогнать стол до нужной скорости,  $E$  – кинетическая

$$F * S = E_{к2} - E_{к1}$$

$$m * a * S = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}$$

где  $S = 5 \text{ (мм)} = 0,005 \text{ (м)}$  – путь, за который происходит разгон,  $V_1 = 0$  – начальная скорость,  $V_2 = 0,86 \left(\frac{\text{м}}{\text{мин}}\right) = 0,143 \text{ (м/с)}$

$$2 * a * S = V_2^2 - V_1^2$$

$$2 * a * 0,005 = 0,143^2$$

$$a = 0,2 \text{ м/с}^2$$

$$F_m = ma = 150 * 0,2 = 30 \text{ Н.}$$

## 2.4 Расчет винта-гайки и выбор оборудования.

Материал.

Винт в передаче типа винт-гайка для достижения лучших параметров скольжения как правило делают из закаленной стали, а гайку из бронзы. Для такой комбинации материалов коэффициент трения  $f = 0,08 \dots 0,1$ .

### Расчет на износ

Чаще всего подобные передачи выходят из строя из-за износа в зоне контакта, поэтому главным расчетом, с которого начинается подбор винта-гайки, является расчет на износ.

$$q = \frac{Q}{z * \pi * d_2 * H_1}$$

где  $Q$  – внешняя осевая сила,  $d_2$  – средний диаметр резьбы,  $H_1$  – рабочая высота профиля резьбы,  $z$  – количество витков резьбы на гайке.

Для проектирования формулу преобразуют:

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{Q}{\psi_h * \psi_H * \pi * [q]}}$$

где  $\psi_h = 0,75$  для упорной резьбы,  $\psi_H = 1,2; 1,6; 2,0; 2,5$ . Чем меньше диаметр, тем больше выбирается значение.

Если принять максимальное осевое усилие, действующее на передачу равным 400 Н,  $[q] = 12 \dots 13$  для используемых материалов.

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{400}{0,75 * 2,0 * \pi * 13}}$$

$$d_2 \geq 2,5 \text{ мм.}$$

Минимальные размеры, в которых изготавливаются подобные передачи – М10, шаг  $p = 1,5; 2$ . [9, таблица 1, стр.8]

Передаточный коэффициент

$$i = \frac{\pi * D}{z * p} = \frac{\pi * 0,01}{4 * 2} = 0,004$$

Где  $z$  – число заходов,  $p$  – шаг.

$$F_T = F_a * i * \eta$$

Где  $F_T$  - крутящий момент,  $F_a$  – осевое усилие,  $\eta$  – КПД передачи

$$\eta = 0,98 * \frac{tg \psi}{tg (\psi + \gamma)}$$

$$tg \psi = \frac{p}{\pi * d} = \frac{2}{\pi * 10} = 0,064$$

$$tg \gamma = 0,1$$

$$\eta = 0,98 * \frac{tg \psi}{tg (\psi + \gamma)} = 0,98 * \frac{0,064}{0,164} = 0,38$$

$$F_T = F_a * i * \eta = 400 * 0,004 * 0,38 = 0,608 \text{ Н}$$

$$M_{кр} = F_T * \frac{D}{2} = 0,608 * 0,005 = 0,003 \text{ Н * м}$$

Условие самоторможения:

$$tg \gamma \geq tg \psi$$

$$0,1 \geq 0,064$$

Условие самоторможения выполняется.

Расчет на устойчивость.

$$\lambda = \frac{\mu * l}{i_x}$$

Где  $\lambda$  - гибкость винта,  $\mu$  – коэффициент приведения длины,  $l$  – длина рабочего участка,  $i_x$  – радиус инерции поперечного сечения винта,  $i_x = 0,25d_1$

Концы рабочей зоны винта закреплены в подшипниковом узле и гайке, их можно считать шарнирным соединением, в таком случае  $\mu = 1$ .

$l = 200$  мм,  $d_1 = 9,02$  мм:

$$\lambda = \frac{200}{2,3} = 89.$$

Винт не является жестким, т.к.  $\lambda > 50$ , значит требует расчета на устойчивость.

Для винтов средней жесткости при  $50 \leq \lambda < 90$  из рекомендованных марок сталей устойчивость определяется по эмпирической формуле Ясинского:

$$Q_{кр} = (490 - 2,8\lambda) \frac{\pi d_1^2}{4}$$

$$Q_{кр} = (490 - 2,8 * 89) \frac{\pi 9,02^2}{4} = 15387,2 \text{ (Н)}$$

$$\frac{Q_{кр}}{[s]} \geq Q$$

$$[s] = 3 \dots 5$$

Примем  $[s] = 5$ ,  $Q = 400$  Н.

$$\frac{15387,2}{5} \geq 400$$

$$3075 \geq 400$$

Винт устойчив.

Для того чтобы не было необходимости в датчике положения стола, для привода подачи будет использоваться шаговый двигатель.

Для реализации движения подачи при таком передаточном отношении соединения винт-гайка достаточно двигателя FL86STH80-4208A с крутящим моментом на валу 4,5 Нм.

Для обеспечения подачи  $s = 0,86$  (м/мин) = 0,015 (м/с), при использовании винта с шагом  $p = 1,5$  (мм) = 0,0015 (м), необходимо, чтобы вал двигателя вращался с частотой  $n = s/p = 0,015/0,0015 = 10$  (об/с) = 600 об/мин.

При данной частоте вращения двигатель дает крутящий момент:

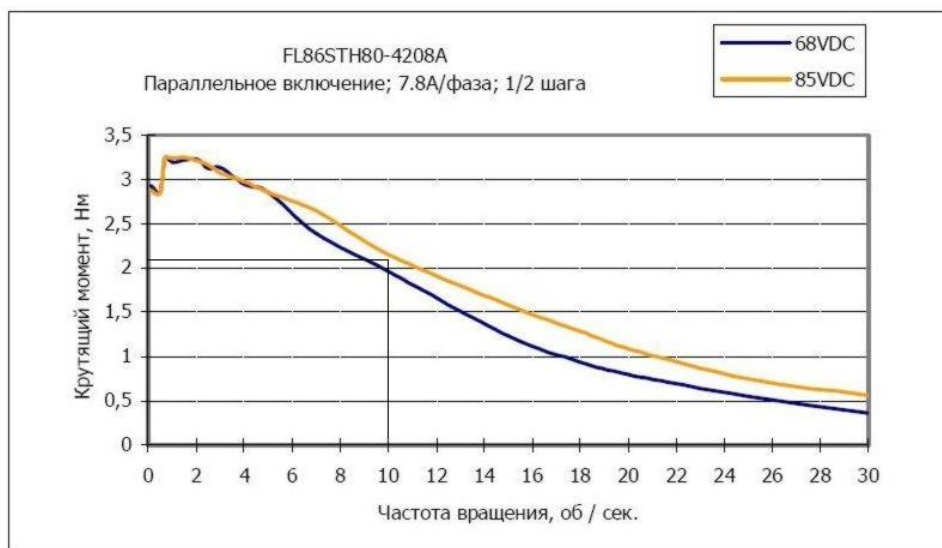


Рис. 8. Зависимость крутящего момента двигателя FL86STH80-4208A от частоты вращения вала.

$$M_{кр} = 2,1 \text{ (Нм)}$$

Мощность при равномерном вращении вычисляется по формуле:

$$P_{шд} = \frac{\pi * n * M_{кр}}{30}$$

где  $P_{шд}$  – мощность шагового двигателя, Вт,  $n$  – частота вращения, об/мин,  $M_{кр}$  – крутящий момент на валу двигателя, Нм.

$$P_{шд} = \frac{\pi * 600 * 2,1}{30} = 131,9 \text{ (Вт)} = 0,132 \text{ (кВт)}.$$

## 2.5 Расчёт шпоночного соединения.

Призматические шпонки рассчитывают на смятие, а в особо ответственных случаях проверяют на срез. При расчете принимают нагружение шпонки по длине равномерно.

Для диаметра вала  $d = 22 \text{ мм} = 0,022 \text{ м}$  стандартными являются параметры шпонки (Таблица.1.)

Таблица 1 – параметры шпонки для вана  $d = 22 \text{ мм}$

Диаметр вала $d, \text{ мм}$	Сечение шпонки $b \times h$	Глубина паза		$K=h-t$
		Вала $t$	Втулки $t_1$	
17 - 22	6x6	3,5	2,8	2,5

Условие прочности на смятие:

$$[M_{кр \max}] = 0,5 * d * K * L * [\sigma_{см}]$$

Откуда

$$L = \frac{M_{кр}}{0,5 * d * K * [\sigma_{см}]}$$

Условие прочности на срез:

$$[M_{кр \max}] = 0,5 * (d + K) * b * L * [\tau_{ср}]$$

Откуда

$$L = \frac{M_{кр}}{0,5 * (d + K) * b * [\tau_{ср}]}$$

Шпонки как правило изготавливают из стали марки 45, для нее характерны:

$$\text{Предел текучести } [\tau_{ср}] = 125; [\sigma_{см}] = 300.$$

Рассчитаем крутящий момент электродвигателя:

$$N = M_{кр} * \omega = \frac{2\pi * M_{кр} * n}{60}$$



$$M_{кр} = \frac{N * 60}{2\pi * n} = \frac{2,2 * 10^3 * 60}{2\pi * 2850} = 7,37 \text{ (Н * м)}$$

Тогда, из условия смятия:

$$L = \frac{M_{кр}}{0,5 * d * K * [\sigma_{см}]} = \frac{7,37}{0,5 * 0,022 * 0,0025 * 300 * 10^6} = 0,89 \text{ мм.}$$

$$L = \frac{M_{кр}}{0,5 * (d + K) * b * [\tau_{ср}]} = \frac{7,37}{0,5 * (0,022 + 0,0025) * 0,006 * 120 * 10^6} = 0,83 \text{ мм.}$$

Стандартная шпонка на валу двигателя имеет длину  $L = 40$  мм.

## 2.6 Расчет подшипника

$$d=12 \text{ D}= 28$$

$$C = 5070$$

$$C0 = 2240$$

$$P = (XVFr + YFa) K\beta Kt$$

Для самой нагруженной операции (последней)

$$P = 107\text{Н}, Q = 53\text{Н}$$

$$Fr = 0,25 \dots 0,5P = 53,5 \text{ Н}$$

$$Q \setminus Fr = 1 > e$$

$$e = 0,518(Q/C0)^{0,24} = 0,34 \text{ для радиальных}$$

$$Q/C0 = 0,17$$

$$X = 0,56 \text{ Y} = 1,31$$

[http://www.tsuab.ru/upload/filesarchive/files/metod\\_DM\\_Litvinova\\_file\\_1\\_4](http://www.tsuab.ru/upload/filesarchive/files/metod_DM_Litvinova_file_1_4)  
38.pdf

$$P = (XVFr + YFa) K\beta Kt = (0,56 * 1 * 53,5 + 1,31 * 53) * 1,5 * 1 = 150\text{Н}$$

Для работы, при которой наблюдаются: умеренные толчки, вибрационная нагрузка, кратковременная перегрузка (до 150% от номинальной нагрузки)

$$K_b = 1,3 - 1,8$$

Рабочая температура подшипника, До 125 град. С

$$K_T = 1,0$$

$$L = (C/P)^p$$

$p = 3$  для шариковых подшипников.

$$L = (5070/150)^3 = 38614$$

$$L_h = L * 10^6 / (60 * n) = 2258815,6 \text{ ч.}$$

## 2.7. Выбор направляющих.

Для перемещения стола по раме было принято решение использовать роликовые направляющие типа GBV15AB.

Технические характеристики каретки (Табл.2):

Таблица 2 – технические характеристики каретки типа GBV15AB

Макс. статич. нагр., кН	Макс. динам. нагр., кН	Вес, кг.
13,38	8,51	0,18

<http://books.ifmo.ru/file/pdf/1153.pdf>

<http://www.detalmach.ru/lect5.htm>

[http://k-a-t.ru/detali\\_mashin/20-dm\\_vint-gaika/](http://k-a-t.ru/detali_mashin/20-dm_vint-gaika/)

3 Разработка технологического маршрута изготовления стакана.

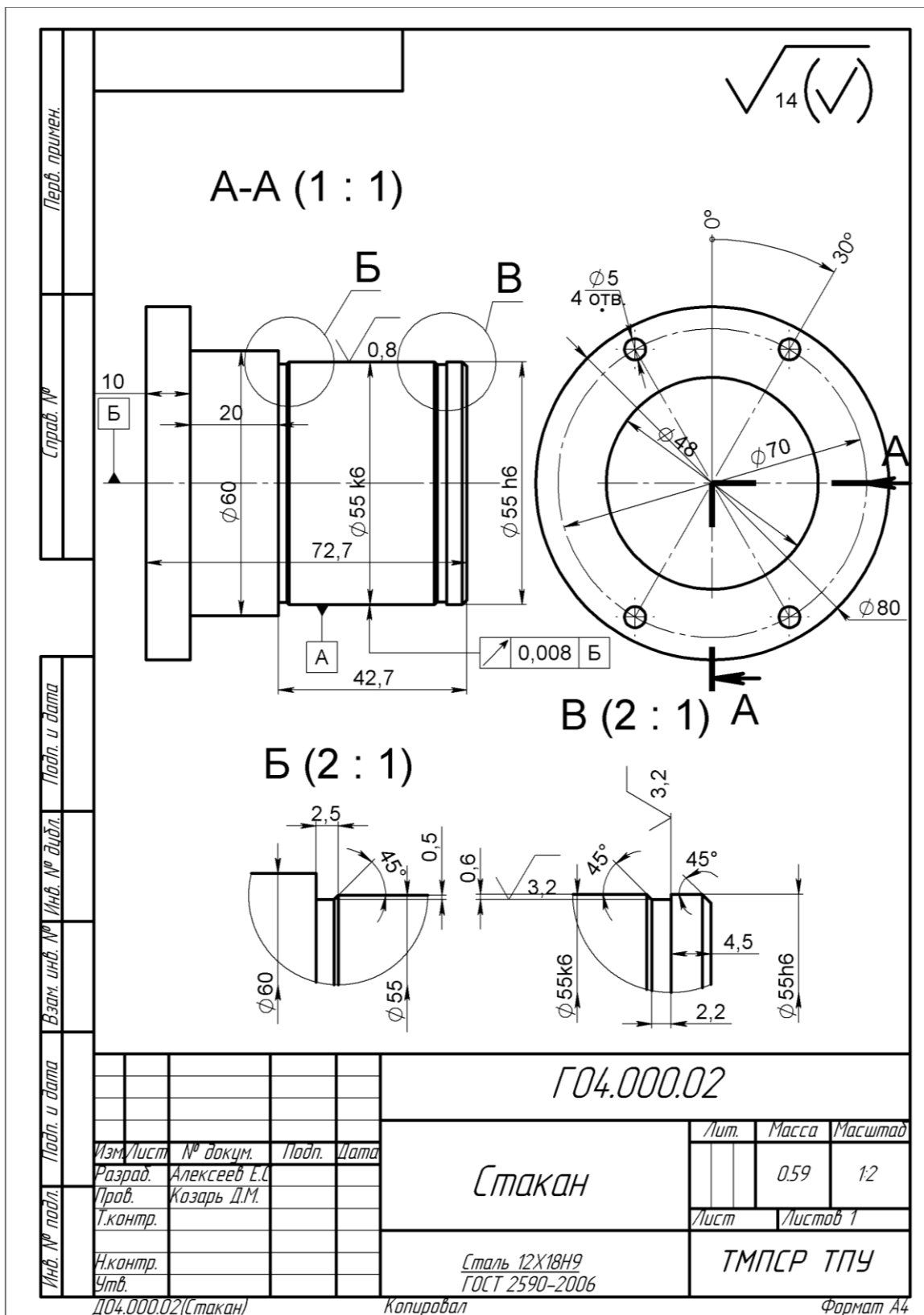


Рисунок 8. Чертеж фланца.

### 3.1. Разработка технологического процесса изготовления изделия.

#### 3.1.1 Анализ технологичности детали.

Деталь "Стакан" используется в станкостроении, в нее с высокой точностью устанавливается вал, поэтому у нее высокие требования к точности изготовления и шероховатости поверхности под посадку подшипников.

Деталь имеет цилиндрическую форму с фланцем, предназначенным для установки детали на стенку корпуса, на внешней части цилиндрической поверхности, на которую устанавливаются подшипники, имеются проточки для установки стопорных колец и канавка для выхода шлифовального круга. К этой поверхности предъявляются строгие требования шероховатости и точности.

Стакан, представленный в данной работе, является частью системы разгрузки подшипников, в которые запрессовывается ведущий вал, он передает радиальную нагрузку с шкива на корпус.

Использование приспособлений позволяет: не делать разметку заготовок перед обработкой, повысить производительность труда, повысить точность детали, улучшить условия работы и обеспечить безопасность рабочего, уменьшить стоимость продукции, расширить возможности оборудования, применить объективные нормы времени, уменьшить число необходимых для выпуска продукции рабочих.

Таким образом, деталь можно считать технологичной, она соответствует своему назначению.

### 3.1.2 Выбор вида и способа получения заготовки

Выбор оптимального способа получения отлив заготовок делается на основе сравнения себестоимости деталей, полученных из них. Предпочтительнее способ, обеспечивающий минимальную себестоимость деталей, либо – менее материалоёмкому.

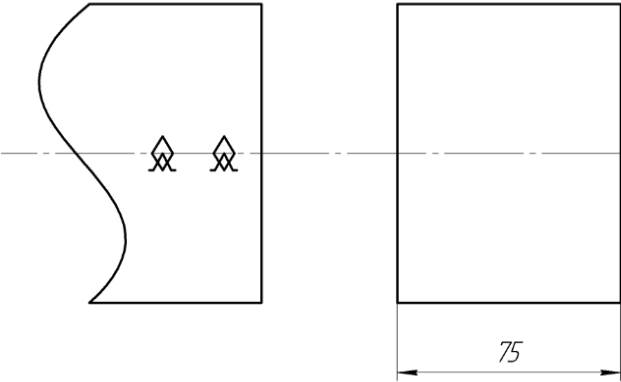
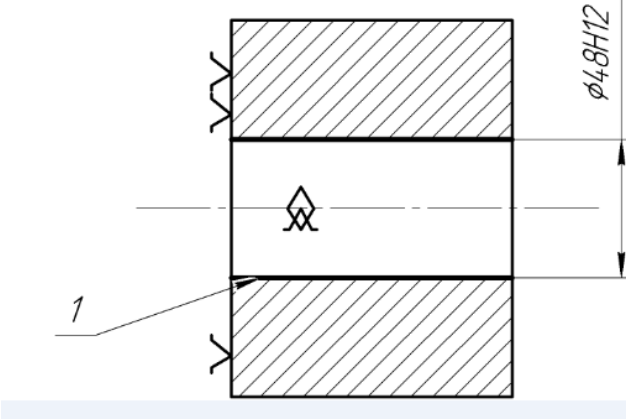
Для деталей простой конфигурации предпочитают прокат;

Исходя из вышеописанного, способ получения заготовки для стакана будет осуществляться сортовым прокатом. По ГОСТ - 2590-88 для сортового проката горячекатаного назначаем размер Ø84 и 500 мм в длину.

### 3.1.3 Составление технологического маршрута обработки детали.

Деталь: Стакан; **Материал:** Сталь 12X18H9; **Заготовка:** круглый прокат Ø82мм 500мм; **Число деталей:** 20 шт.

Таблица 1

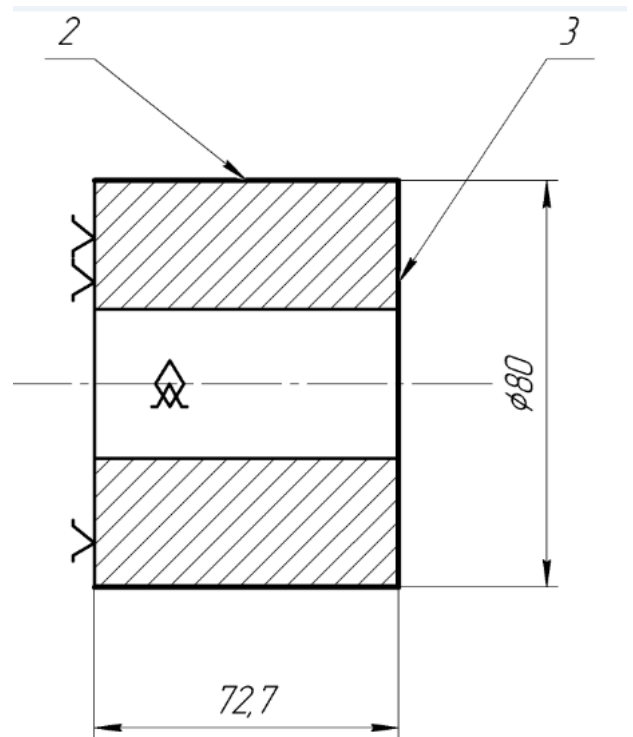
<p>005. Заготовительная.</p> <p>А. Установить и закрепить заготовку.</p> <p>1. Отрезать заготовку от прутка, выдержав размер 75 мм..</p>	
<p>010. Токарная черновая.</p> <p>А. Установить и закрепить заготовку.</p> <p>1. Сверлить отверстие 1 Ø20мм.</p> <p>2. Расточить отверстие 1 начерно выдержав размер 48H12 мм.</p>	

015. Токарная черновая

А. Установить и зафиксировать заготовку по внутреннему отверстию.

1. Точить поверхность 2 в размер  $\text{Ø}80\text{H}14$  мм.

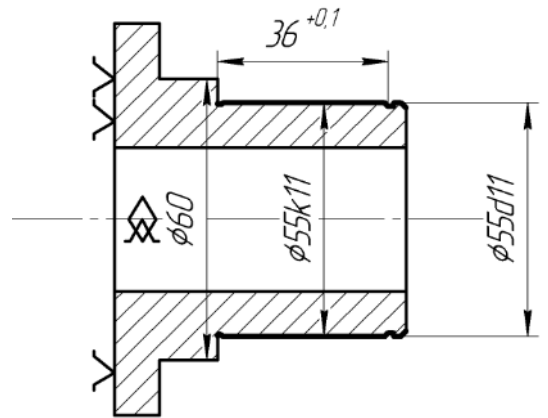
2. Подрезать торец 3, выдерживая размер 72,7 мм.



020. Токарная черновая.

А. Установить и закрепить заготовку по внутреннему отв.

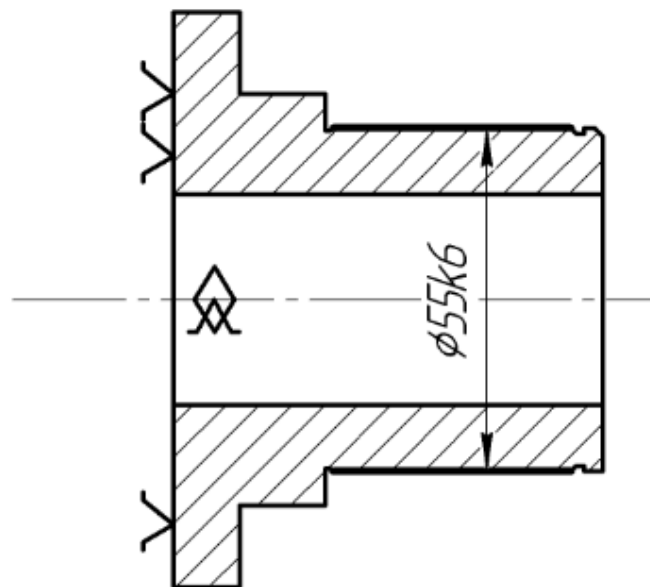
1. Точить шейку  $\varnothing 60$ .
2. Точить шейку  $\varnothing 55$  начерно, выдерживая размер  $\varnothing 55js14$ .
3. Проточить канавки для стопорного кольца и выхода шлифовального круга согласно чертежа, выдерживая размер  $36^{+0,1}$ .
4. Точить шейки  $\varnothing 55k11$  и  $\varnothing 55d11$  под шлифование.



025. Шлифование.

А. Установить и закрепить заготовку по внутреннему отв.

1. Предварительно шлифовать шейку  $\varnothing 55k9$ .
2. Шлифовать начисто до достижения  $\varnothing 55k6$ .

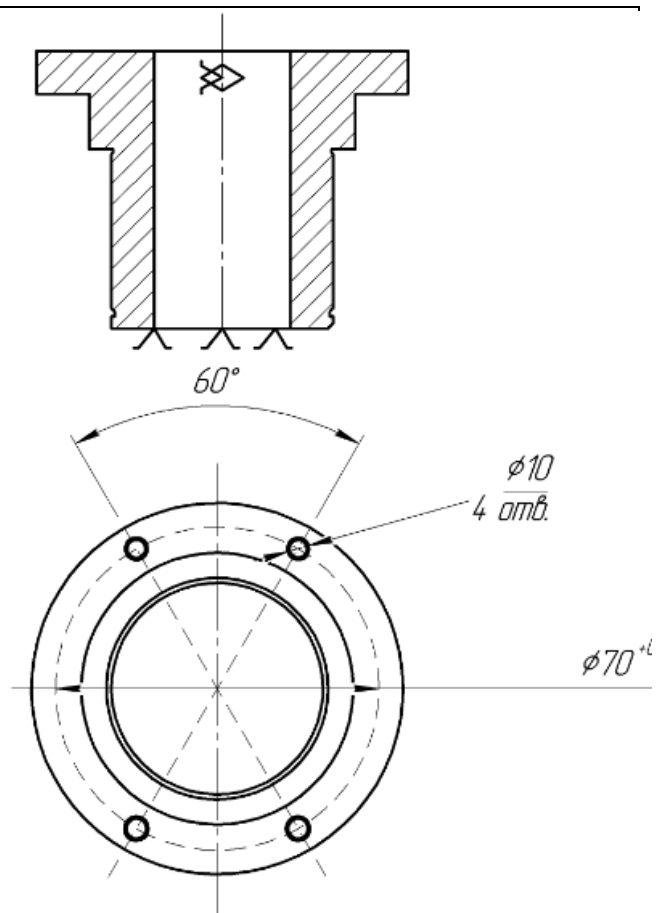




030. Сверлильная

А. Установить и закрепить заготовку в горизонтальной делительной головке..

1. Сверлить 4 отверстия диаметром 10 мм, выдерживая размер  $70 \pm 0,3$  мм.



### 3.1.4 Расчет необходимых припусков на механическую обработку

Расчет припуска необходим для компенсации погрешностей предшествующего и выполняемого технологических переходов.

Значение припуска поверхности детали находят расчетно-аналитическим методом или назначают основываясь на соответствующих справочных таблицах (ГОСТах).

С помощью аналитического расчета определяют минимально необходимый и достаточный припуск  $Z_{min}$ .

Прежде чем рассчитывать припуск необходимо составить план обработки поверхности: задать последовательность технологических переходов, определить прогнозируемые результаты обработки поверхности на каждом переходе и задать способы установки заготовки.

Таблица 3

Поверхность детали и маршрут обработки: Поверхность $\varnothing 55$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$ , мкм.	Расчетный минимальный размер, мм	Допуск на изготовление $T_d$ , мкм	Принятые (округленные) размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	$R_z$	$h$	$\Delta_y$	$\epsilon_6$				$d_{\max}$	$d_{\min}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Токарная черновая ( <b>k14</b> )	150	50	300	30	-	56,289	740	57,03	56,289	-	-
Токарная получистовая ( <b>k12</b> )	25	30	18	30	1003	55,286	300	55,586	55,286	704	1717
Предварительное шлифование ( <b>k9</b> )	3,2	20	-	30	180	55,106	74	55,18	55,106	106	480
Чистовое шлифование ( <b>k6</b> )	0,8	6	-	30	106,4	55	19	55,02	55	18	8,6
Общие припуски $2Z_{d\max}$ и $2Z_{d\min}$ :										828	2183

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

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

$h_{i-1}$  – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

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

$\varepsilon_i$  – погрешность установки на выполняемом переходе;

[1, том 1, глава 4, стр. 175, (2)].

По ГОСТу 25347-82 находим допуски на наши посадки. Значения заносим в таблицу.

Согласно квалитетам, устанавливаем шероховатость  $R_z$  и глубину дефектного слоя  $h$  для остальных операций [3, стр.95, табл. Б.21].

Для черновой:

$$R_z = 150 \text{ мкм}, h = 50 \text{ мкм}.$$

Для получистовой:

$$R_z = 25 \text{ мкм}, h = 30 \text{ мкм}.$$

Для предварительного шлифования:

$$R_z = 3,2 \text{ мкм}, h = 20 \text{ мкм}.$$

Чистового:

$$R_z = 0,8 \text{ мкм}, h = 6 \text{ мкм}.$$

Рассчитаем суммарные пространственные отклонения [ГОСТ 24642-83]:

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

Определяем увод и отклонение размера [ГОСТ 24642-83, таб.1]. При данной обработке нет увода, поэтому:

$$\Delta_y = 0 \text{ мкм}$$

$$\Delta_p = 150 \text{ мкм}$$

Определяем отклонение от круглости:

$$\Delta_{кр} = \frac{d_{max} - d_{min}}{2} = \frac{55 - 55,3}{2} = 150 \text{ мкм}$$

- Для черновой:

$$\Delta_{заг} = 0 + 150 + 150 = 300 \text{ мкм}$$

- Для получистовой:

$$\Delta_{заг} = \Delta_{чер} * 0,06 = 300 * 0,06 = 18 \text{ мкм}$$

- Для шлифования:

$$\Delta_{предв} = \Delta_{чер} * 0,04 = 0 \text{ мкм}$$

Полученные данные заносим в таблицу.

Погрешность установки  $\epsilon_y$  скалывается из погрешности базирования и погрешности закрепления. Так как технологические базы совпадают с измерительными, погрешность базирования  $\epsilon_b = 0$ . Погрешность закрепления  $\epsilon_z = 30 \text{ мкм}$  [3, стр. 112, табл. Д1].

- Получистовое точение:

$$2Z_{min} = 2 \left[ (150 + 50) + \sqrt{300^2 + 30^2} \right] = 1003 \text{ мкм.}$$

- Предварительное шлифование:

$$2Z_{min} = 2 \left[ (25 + 30) + \sqrt{18^2 + 30^2} \right] = 180 \text{ мкм.}$$

- Чистовое шлифование:

$$2Z_{min} = 2 \left[ (3,2 + 30) + \sqrt{30^2} \right] = 106,4 \text{ мкм.}$$

Рассчитываем размеры путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода:

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

Для шлифования:

$$d_{3\ max} = 55 + 0,106 = 55,106 \text{ мм}$$

Для получистовой обработки точением:

$$d_{2\ max} = 55,106 + 0,18 = 55,286 \text{ мм}$$

Для чернового:

$$d_{1\max} = 55,286 + 1,003 = 56,289 \text{ мм}$$

Заносим в таблицу наибольшие предельные размеры всех тех. переходам. Затем определяем наименьшие и наибольшие размеры путем отнимания/прибавления допуска:

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

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

Минимальный диаметр при чистовом шлифовании:

$$d_{3\max} = 55 + 0,019 = 55,02 \text{ мм}$$

Минимальный диаметр при чистовом шлифовании:

$$d_{3\max} = 55,106 + 0,074 = 55,18 \text{ мм}$$

Минимальный диаметр при получистовом:

$$d_{2\min} = 55,286 + 0,3 = 55,586 \text{ мм}$$

Минимальный диаметр при черновом:

$$d_{1\min} = 55,29 + 0,74 = 57,03 \text{ мм}$$

Определяем предельные значения припусков:

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

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

$$2Z_{\min 3} = 55,106 - 55,02 = 0,086 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 3} = 55,18 - 55 = 0,18 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 2} = 55,286 - 55,106 = 0,106 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 2} = 55,586 - 55,106 = 0,48 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 1} = 56,289 - 55,586 = 0,703 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 1} = 57,03 - 55,286 = 1,717 \text{ мм}$$

Общие припуски определяются путем суммирования промежуточных:

$$2Z_{\max} = 1,717 + 0,48 + 0,18 = 2,183 \text{ мм}$$

$$2Z_{min} = 0,703 + 0,48 + 0,18 = 0,828 \text{ мм}$$

Результаты заносим в таблицу.

На основании данных расчета строим схему расположения припусков и припусков по обработке размера  $\text{Ø}55\text{k}6$

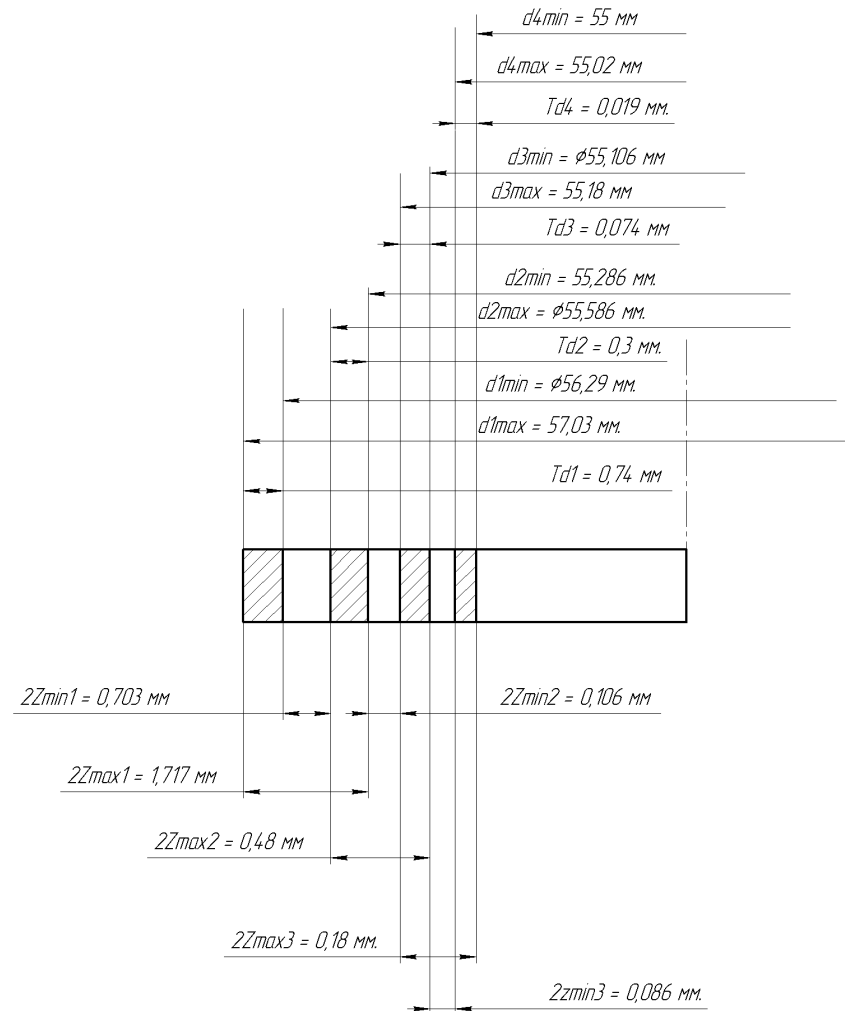


Рисунок 4. Размерная схема технологического процесса изготовления внутренней части круглого фланца  $\text{Ø}55\text{k}6$ .

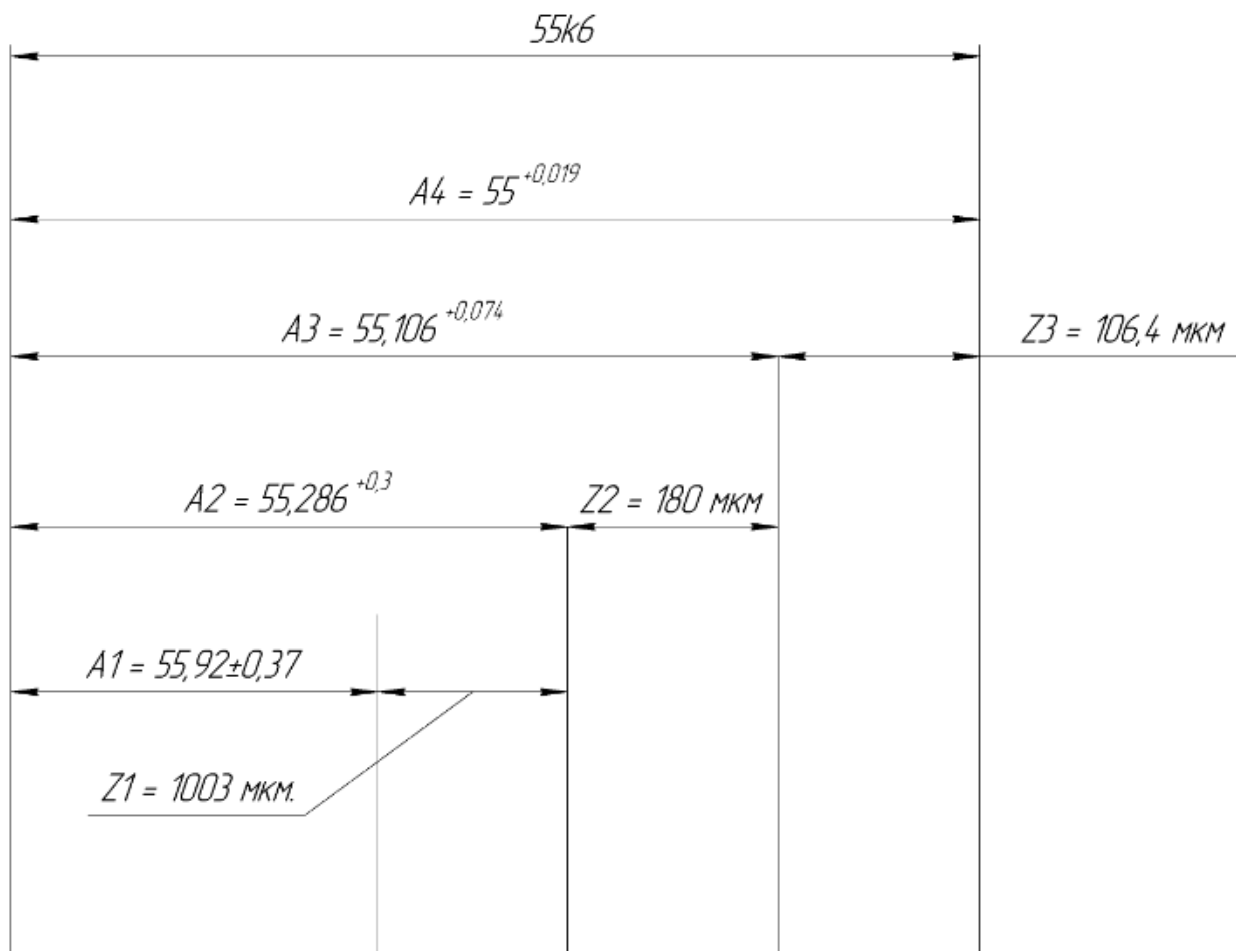


Рисунок 5. Размерный анализ технологического процесса



### 3.1.5 Расчет режимов резания для точения.

**Режим резания** - совокупность скорости, глубины резания, подачи, с учетом типа и твердости материала, вида и состояния заготовки, мощности станка, жесткости системы СПИД, требований к детали по точности, шероховатости и волнистости.

**Скорость резания** - это скорость перемещения режущей кромки относительно обрабатываемой поверхности заготовки.

**Глубина резания** - расстояние между обработанной и обрабатываемой поверхностью за один рабочий ход.

**Подача** - перемещение режущего инструмента относительно заготовки в направлении движения инструмента.

Вначале задают глубину резания таким образом, чтобы весь припуск снять за минимальное количество проходов. После этого назначают максимально приемлемую величину подачи и частоту вращения заготовки или инструмента, при которых достигаются требуемые значения точности и качества поверхности при высокой производительности.

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

Расчёт режимов резания для токарно-винторезного станка 1713ФЗ.

Исходные данные:

1. Заготовка – сортовой прокат Сталь 12Х18Н9 ГОСТ 2590-2006
2. суммарный припуск на механическую обработку  $h = 3$  мм
3. Диаметр заготовки  $\varnothing 82$
4. Диаметр детали (после обработки)  $d = 55$
5. Длина обрабатываемой поверхности  $l = 36$  мм
6. Требуемая шероховатость  $Ra = 0,8$  мкм
7. Станок – 16Б05А

Режим резания для операции чернового точения, выбор токарного резца.

1. Подбор материала для режущей кромки резца:

Учитывая припуск на обработку, а также требования к шероховатости поверхности, обработка поверхности будет проводиться в один проход чернового точения. Для этого материал резца выбираем из твердых сплавов: для чернового точения –Т15К6.

Размеры резца: Принимаем:  $H \times B = 20 \times 12$  мм.

Для обработки выбираем резец токарный проходной упорный отогнутый с углом в плане  $90^\circ$

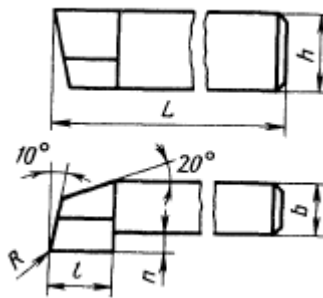


Рисунок 7. Резец токарный проходной упорный отогнутый с углом в плане  $\varphi = 90^\circ$ . Исполнение 1.

Назначение геометрических параметров режущей части резца:

Согласно ГОСТ геометрические параметры резца:  $L=120$ ;  $n=5$ ;  $l=16$ ;  $R=1$ ;  $\varphi = 90^\circ$

Назначение глубины резания

Глубину резания при чистовом точении принимаем равной  $t_2 = 1$  мм, тогда глубина резания при черновой обработке:

$$t_1 = h/2 - t_2 = 4/2 - 1 = 1 \text{ мм.}$$

Назначение величины подачи

Подача при черновой обработке зависит от обрабатываемого

материала, глубины резания и диаметра заготовки и лежит в пределах  $0,2 \div 1,1$  мм. Принимаем  $S = 0,7$  мм/об для черновой обработки. По паспортным данным выбранного станка пределы подач  $0,08 \div 2,0$  мм/об, что удовлетворяет поставленным условиям.

### Определение скорости резания

1. Скорость резания определяется по формуле:

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

$C_v$  – коэффициент, зависящий от режущей части резца. Для Т15К6  $C_v = 350$  [1, том 2, стр. 269, табл. 17].

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

$x, y, m$  – показатели степени;

$K_v$  – общий поправочный коэффициент.

Для резца с пластиной из твердых сплавов  $K_v$  равен:

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

каждый из коэффициентов отражает влияние определенного фактора на скорость резания.

$K_{\mu v}$  – общий поправочный коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала. Для стали [1, том 2, стр. 261]:

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

$K_r$  – поправляющий коэффициент [1, том 2, стр. 359, табл. 2],  $K_r = 1$ ,

$$K_{\mu v} = 1 * \left( \frac{750}{490} \right)^1 = 1,53$$

$K_{nv}$  – поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки из проката:  $K_{nv} = 0,9$  [1, том 2, стр. 361, табл. 5].

$K_{uv}$  – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала  $K_{uv} = 1,0$  [1, том 2, гл. 4, стр. 361, табл. 6].

$K_{\varphi v}$  - коэффициент, учитывающий главный угол в плане реза, для  $\varphi = 90$ ,  $K_{\varphi v}=0,7$  [1, том 2, стр. 361, табл. 18]

$K_{\phi v} K_{rv} K_{qv}$  - коэффициенты для резцов из быстрорежущей стали. Общий поправочный коэффициент для резца черногого точения:

$$K_v = 1,53 * 0,9 * 0,7 * 1 = 0,96$$

Показатели степени  $x, y, m$ :  $x=0,15$   $y=0,35$   $m=0,20$  [1, том 2, стр. 361, табл. 17]

Скорость резания тогда равна:

$$v = \frac{350}{0,3^{0,2} * 1^{0,15} * 60^{0,2}} * 0,96 = 166,92 \text{ м/мин}$$

Находим частоту вращения шпинделя исходя из расчетной скорости резания:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 166,92}{3,14 * 55} = 968 \text{ об/мин}$$

Принимаем ближайшую скорость по паспорту станка:

$$n=1000 \text{ об/мин.}$$

Определяем фактическую скорость:

$$V_{\phi} = \frac{\pi * d * n}{1000} = \frac{3,14 * 55 * 1000}{1000} = 172,7 \text{ м/мин}$$

#### Определение сил резания

Сила резания,  $H$ , рассчитывается из трех составляющих:  $P_Z$ (тангенциальную),  $P_x$ (осевую) и  $P_y$ (радиальную).

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

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

Для тангенциальной силы резания  $P_Z$  значения коэффициентов равны:

Постоянная  $C_p = 300$  и показатели степеней  $x, y, n$  находят по [1, том 2, гл. 4, стр. 273, табл. 22].

$K_r$  – общий поправочный коэффициент, численно равный

произведению ряда коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора на силу резания [1, том 2, стр. 271]:

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_p * K_{rp}, \text{ где}$$

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

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

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

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

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

$K_p$  определяется для резцов из быстрорежущей стали.

$$K_p = 0,89 * 1 = 0,89$$

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

$$P_z = 10 * 300 * 1^1 * 0,3^{0,75} * 172,7^{-0,15} * 0,89 = 497,86 \text{ Н}$$

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

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_p * K_{rp}$$

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

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

Общий поправочный коэффициент равен:

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_p * K_{rp} = 0,73 * 0,5 * 1 * 1 = 0,37$$

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

Радиальная сил равна:

$$P_y = 10 * 243 * 1^1 * 0,3^{0,6} * 172,7^{-0,3} * 0,37 = 93 \text{ Н}$$

Для осевой силы резания  $P_x$ :

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_p * K_{rp}$$

Расчет коэффициентов производится аналогичным способом:

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_p * K_{rp} = 0,73 * 1,17 * 1 * 1 * 1 = 0,85$$

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

Осевая сила равна:

$$P_x = 10 * 339 * 1^1 * 0,3^{0,5} * 172,7^{-0,4} * 0,85 = 200 \text{ Н}$$

#### **Проверка выбранного режима резания:**

Мощность резания  $N_p$  не должна превышать мощность на шпинделе  $N_{шп}$ :

$$N_p \leq N_{шп}$$

$N_{шп} = 1,5$  кВт – мощность двигателя главного движения станка 16Б05А. Мощность резания определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P_z * v_{\phi}}{60} = \frac{498 * 173}{60} = 1435,9 \text{ Вт}$$

$1,4 \text{ кВт} \leq 1,5 \text{ кВт}$ , условие выполняется.


### 3.1.6 Выбор оборудования

Подбор оборудования осуществляется исходя из:

- Размера рабочей зоны, которая должна быть больше габаритов заготовки;
- Технических характеристик станка.
- Мощности, жесткости и кинематики оборудования.

Нужно помнить, что в условиях всякого производства, необходимо стремиться к достижению наибольшей экономичности производства.

Таблица 4

Название станка	Рисунок	Операция	Характеристики
16Б05А - Станок токарно- винторезны й		Токарная обработка	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Класс точности А</li><li>2. Частота вращения шпинделя =30-3000 об/мин</li><li>3. Мощность=1,5 кВт</li><li>4. Габаритные размеры: 1530X910X1385 мм</li><li>5. Наибольший размер заготовки:<ul style="list-style-type: none"><li>• Диаметр – 400 мм</li><li>• Длина - 710 мм</li><li>• Высота - 225 мм</li></ul></li></ol>

### 3.1.7. Шлифование.

Выбор параметров шлифовального круга:

Связка абразивного инструмента – вещество или совокупность веществ, применяемых для закрепления зерен шлифовального инструмента и наполнителя в абразивном инструменте.

Для обработки стакана будем использовать круги на керамической связке, т.к. она универсальная и используется для всех видов обработки, при этом устойчива к температурам, обладает высокой химической стойкостью, поэтому допускает использование различных охлаждающих жидкостей.[1, том 2, стр.247].

Зернистость:

- Для предварительного круглого наружного шлифования с шероховатостью поверхности  $Ra = 2,5 - 0,63$  мкм используются круги с размером абразива М50. [1, том 2, стр.247, таблица 166]. Номер структуры 5-6. [1, том 2, стр.250].

- Для чистового шлифования с параметром шероховатости  $Ra = 1,25 - 0,16$  мкм используются круги с абразивом М20. [1, том 2, стр.247, таблица 166].

Номер структуры 6-7. [1, том 2, стр.251].

Форма круга:



Рис. 8. ПП – прямого профиля. [1, том 2, стр.252, таблица 169].

$D = 150$  мм,  $H = 20$  мм,  $d = 10$  мм.



Режимы резания:

Мощность определяется по формуле:

$$N = C_N * v_3^r * t^x * s^y * d^q,$$

Где  $d$  – диаметр шлифования,

$v_3^r$  - – скорость движения заготовки относительно круга,

$t$  – глубина шлифования,  $s$  – продольная подача на оборот.

Рекомендуемые значения скорости, глубины резания и подачи, значение коэффициента  $C_N$  и степеней берутся из справочника Косиловой.

При предварительном шлифовании конструкционных металлов и инструментальных сталей, при продольной подаче на каждый ход рекомендуются:

$$V_3 = 12-25 \text{ м/с}, t = 0,01 - 0,025, s = (0,3 - 0,7)\text{В}$$

При чистовом шлифовании:

$$V_3 = 15-55 \text{ м/с}, t = 0,005 - 0,015, s = (0,2 - 0,4)\text{В}$$

Значения коэффициента  $C_N$  и степеней:

$$\text{При черновом: } C_N = 2,2, r = 0,5, x = 0,5, y = 0,55$$

$$\text{При чистовом: } C_N = 2,65, r = 0,5, x = 0,5, y = 0,55$$

Эффективная мощность при шлифовании.

Предварительном:

$$N = 2,2 * 20^{0,5} * 0,02^{0,5} * 10^{0,55} = 2,2 * 4,47 * 0,14 * 3,54 = 4,87 \text{ кВт}$$

Чистовом:

$$N = 2,65 * 30^{0,5} * 0,01^{0,5} * 6^{0,55} = 2,65 * 5,45 * 0,1 * 2,68 = 3,87 \text{ кВт}$$

### 3.1.8. Выбор оборудования:

Таблица 5

Название станка	Рисунок	Операция	Характеристики
ЗС133В - Станок круглошлифовальный универсальный высокой точности		Шлифование	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Класс точности 8 В Мощность = 6,4 кВт</li><li>2. Габаритные размеры:<ul style="list-style-type: none"><li>- длина 5150</li><li>- ширина 2080</li><li>- высота 2060</li></ul></li><li>3. Наибольший размер заготовки:<ul style="list-style-type: none"><li>• Диаметр – 200 мм</li><li>• Длина - 250 мм</li></ul></li></ol>

### 3.2. Нормирование технологических переходов, операций

Нормирование станочных работ основано на [1, том 2, гл. 13, стр. 874]. Норма времени для выполнения операций на станках при работе на одном станке представляет из себя сумму нормы подготовительно-заключительного времени и нормой штучного времени:

$$H_{вр} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \text{ где}$$

$n$  – количество деталей в партии запуска.

$$T_{пз} = T_{нс} + T_{пси} + T_{д}$$

Для черновой обработки:

$$T_{пз} = 17 + 10 + 0 = 27$$

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

$T_{пси}$  – время получения и сдачи инструмента и приспособлений, мин [7, карта 50].

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

Штучное время, затраченное на операцию:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер}, \text{ где}$$

$T_o$  - время изменения формы и размеров заготовки определяется по формуле:

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

$L$  – путь, проходимый инструментом по направлению подачи при обработке  $i$ -го участка, мм.  $L = 20$

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

$$T_o = \frac{20 \cdot 2}{750 \cdot 0.1} = 0,6 \text{ мин}$$

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

- Время установки и снятия детали [7, карта 2] 0,08 мин.
- Время рабочего хода [7, карта 20] 0,15 мин.
- Время измерения детали [7, карта 43] 0,1 мин

$$T_{всп} = 0,32 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_{всп} + T_o = 0,6 + 0,32 = 0,92 \text{ мин}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = (4 - 9)/100 * T_{оп} = 0,05 \text{ мин}$$

Время перерывов в работе:

$$T_{обс} = (4 - 9)\% * T_{оп} = 0,05 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_{обс} + T_{всп} + T_{пер} = 0,92 + 0,32 + 0,05 + 0,05 = 1,34 \text{ мин}$$

$$N_{вр} = 1,34 + \frac{27}{20} = 2,69 \text{ мин}$$

Для Чистовой обработки

$$T_{пз} = 17 + 10 + 0 = 27$$

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

$T_{пси}$  – время получения и сдачи инструмента и приспособлений, мин [7, карта 50].

$T_d$  – дополнительное время [7, карта 50].

Штучное время, затраченное на операцию:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер}, \text{ где}$$

$T_o$  - основное время изменения формы детали:

$$T_o = \frac{L * i}{n * S}, \text{ где}$$

$L$  – длина пути, проходимого инструментом по направлению подачи при обработке  $i$ -го участка, мм.  $L = 20$

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

$$T_o = \frac{20 * 2}{850 * 0,08} = 0,3 \text{ мин}$$

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

- Время установки и снятия детали [7, карта 3] 0,09 мин.
- Время рабочего хода [7, карта 21] принимаем 0,16 мин.

- Время измерения детали [7, карта 44] принимаем 0,1 мин

$$T_{всп} = 0,33 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_{всп} = 0,4 + 0,23 = 0,63 \text{ мин}$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$T_{обс} = (4 - 9)\% * T_{оп} = 0,03 \text{ мин}$$

Перерывы в работе:

$$T_{обс} = (4 - 9)\% * T_{оп} = 0,03 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер} = 0,3 + 0,33 + 0,03 + 0,03 = 0,69 \text{ мин}$$

$$H_{вр} = 0,69 + \frac{27}{20} = 2,04 \text{ мин}$$

## Шлифование

### 1. Характеристика круга.

При шлифовании с продольной подачей инструментальной стали с твердостью 55 HRC (скорость круга  $V_z = 35$  м/с, достигаемая шероховатость  $R_a = 0,32$  мкм), характеристика шлифовального круга 22A40CM25K [7, карта 2].

### 2. Основное время.

2.1. Расчётные размеры обработки: диаметр шлифования  $D_d = \varnothing + 2\Pi = 55,4$  мм, длина шлифования  $L_d = l + l_1 + l_2 - B_k$ , где  $l = 36$  мм,  $l_2 = 11 = (0,3...0,5) B_k$ , перебег шлифовального круга;  $L_d = 36 + 0,8 B_k - B_k = 32$  мм. Принимаем  $L_d = 32$  мм.

2.2. По нормативам [7], а также паспортным данным станка определяются продольная подача шлифовального круга, поперечная подача заготовки, скорость вращения круга:  $S_m = 4$  м/мин;  $S_t = 0,001$  мм/ход;  $V_z = 35$  м/мин.

2.3. Основное время  $t_0 = L_d \Pi / S_m S_t = 32 * 0,2 / 4000 * 0,01 = 1,13$  мин.

### 3. Определение вспомогательного времени.

3.1.1. Время установки и снятия заготовки  $t_{уст}$  заготовки массой до 8 кг - 0,23 мин [4, карта 5].

3.2. Вспомогательное время, необходимое для обработки поверхности  $t_{пер}$  находим в карте нормативов [7, карта 44, лист 1]. При измерении жёсткой скобой при 7-ом качестве, диаметре вала до 60 мм на станке I группы при длине участка обработки до 200 мм всп. время  $t_{пер} = 0,48$  мин.

3.3. Вспомогательное время на контрольные измерения определяется по карте нормативов [7, карта 42, лист 3]. При измерении вала длиной 42 мм, жёсткая односторонняя предельная скоба, точность - 7-й квалитет, диаметр до 60 мм) время  $t_{изм} = 0,13$  мин.

3.4. Суммарное вспомогательное время на одну операцию  $t_v = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм} = 0,23 + 0,61 + 0,14 = 0,98$  мин.

4. Оперативное время  $t_{оп} = t_o + t_v = 1,124 + 0,986 = 2,2$  мин.

5.1. Время на обслуживание делится на время организационного и технического обслуживания. Время на тех.обслуживание  $t_{тех} = T_n \cdot t_0 / T$ .

Время на правку  $T_n = 1,5$  мин [7, карта 45, лист 6]. Время стойкость для круглого наружного шлифования  $T = 16$  мин [7, приложение I]. Тогда

$$t_{тех} = 1,5 \cdot 1,13 / 16 = 0,12 \text{ мин.}$$

5.2. Время на организационные мероприятия рассчитывается как % от  $t_{оп}$ . Для кругло-шлифовального станка 3С133В  $t_{орг} = 1,1\%$  от  $t_{оп}$  [7, карта 45, лист 12]:

$$t_{орг} = 2,1 \cdot 0,011 = 0,02 \text{ мин.}$$

5.3. Время обслуживания рабочего места  $t_{об} = t_{тех} + t_{орг} = 0,12 + 0,02 = 0,14$  мин.

6. Время отдыха и личные потребности определяется по карте нормативов [4, карта 42]  $t_{от.л} = t_{оп} \cdot 0,05 = 2,1 \cdot 0,05 = 0,086$  мин.

7. Норма штучного времени на операцию

$$T_{шт} = t_{оп} + t_{об} + t_{от.л} = 2,2 + 0,15 + 0,086 = 2,365 \approx 2,3 \text{ мин.}$$

## 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Н31	Алексеев Евгений Сергеевич

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

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

1. *Задание и тема выпускной квалификационной работы.*

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

1. Анализ конкурентных технических решений

2. Анализ перспективности разработки

3. Определение структуры работ в рамках научного исследования

4. Определение трудоемкости выполнения работ

5. Разработка графика выполнения научного исследования.

#### Перечень графического материала

1. Оценочная карта конкурентности;
2. Оценочная карта перспективности;
3. Диаграмма Ганта.

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

#### Задание выдал консультант:

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

#### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н31	Алексеев Е.С.		



## Введение

В процессе разработки нового оборудования решается ряд конструкторско-технологических, производственных и эксплуатационных задач. В этом разделе ВКР производится анализ выбранных методов разработки и реализации продукта с точки зрения коммерческой привлекательности, ресурсосбережения и ресурсоэффективности. Главными требованиями при создании нового оборудования являются: высокая производительность, технологичность и надежность.

Целью данного раздела является проведение планирования научно-исследовательских работ, включающего в себя:

- Анализ конкурентных технических решений;
- Quad анализ;
- Определение структуры работ в рамках научного исследования;
- Определение участников каждой работы;
- Установление продолжительности;
- Разработки графика проведения научного исследования.

Объектом экономического исследования в рамках ВКР является станок с ЧПУ для производства солонок.

### 4.1. 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. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

На рынке конкурентом данного специализированного станка является стандартный универсальный токарный станок общего назначения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты (табл. 7).

Таблица 7

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерий оценки	Вес критерия	Балл критерия		Конкурентоспособность	
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к</sub>
1	2	3	4	5	6
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
1. Повышение производительности труда пользователя	0,2	2	1	0,4	0,2
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,08	2	1	0,16	0,08
3. Помехоустойчивость	0,05	1	2	0,05	0,1
4. Энергоэкономичность	0,09	2	1	0,18	0,09
5. Надежность	0,09	1	2	0,09	0,18
6. Уровень шума	0,06	2	1	0,12	0,06
7. Безопасность	0,06	1	2	0,06	0,12
8. Потребность в ресурсах памяти	0,02	1	2	0,02	0,04
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	2	1	0,1	0,05
10. Простота эксплуатации	0,05	1	2	0,05	0,1
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,02	1	2	0,02	0,04
12. Унификация	0,04	1	2	0,04	0,08

Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,08	2	1	0,16	0,08
2. Уровень проникновения на рынок	0,01	1	2	0,01	0,02
3. Цена	0,04	2	1	0,08	0,04
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	1	2	0,04	0,07
5. Наличие сертификации разработки	0,02	1	2	0,02	0,04
Итого	1			1,6	1,23

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * B_i$$

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

$$K_{\phi} = 1,6; K_{\kappa} = 1,23$$

Разрабатываемый станок превосходит по конкурентоспособности универсальный станок, т.к. ключевым показателем является производительность и энергозатратность работы оборудования. Станок выигрывает за счет специализации, хотя это и сказывается негативно на некоторых других немаловажных параметрах.

#### 4.2. Технология QuaD

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

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

- 1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность.
- правовая защищенность и др.

## 2) Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки и др.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD оценка проводится в табличной форме (таблица 8).

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция,

а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 8 – Оценочная карта перспективности разработки.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относит. знач. (3/4)	Средн. взвеш. знач.(5x2x100)
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Энергоэффективность	0,12	95	100	0,95	11,4
2. Помехоустойчивость	0,08	85	100	0,85	6,8
3. Надежность	0,1	92	100	0,92	9,2
4. Унифицированность	0,02	70	100	0,7	1,4
5. Производительность	0,18	98	100	0,98	17,64
6. Уровень шума	0,07	95	100	0,95	6,65
7. Безопасность	0,07	95	100	0,95	6,65
8. Ремонтопригодность	0,07	95	100	0,95	6,65
9. Простота эксплуатации	0,06	90	100	0,95	5,7
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
1. Конкурентоспособность	0,1	95	100	0,95	9,5
2. Уровень проникновения на рынок	0,01	50	100	0,5	0,5
3. Цена	0,06	98	100	0,98	5,88
4. Срок эксплуатации	0,03	95	100	0,95	2,85
5. Срок выхода на рынок	0,03	95	100	0,95	2,85
Итого	1				

## Оценка качества и перспективности по технологии QuaD

определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \text{Пср} &= \sum B_i * \text{Б}_i = (0,12 * 0,95 + 0,08 * 0,85 \dots + 0,03 * 0,95) * 100 \\ &= 93,67 \end{aligned}$$

где Пср – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;  $B_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $\text{Б}_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Значение Пср получилось равным 93,67, что говорит о том, что данная разработка является перспективной.

### 4.3. Структура работ в рамках научного исследования.

В данном параграфе составляется перечень этапов и работ научного исследования, и распределения исполнителей по каждому из установленных видов работ.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Проведение патентного поиска	Студент
	4	Выбор направления исследования	Руководитель
	5	Календарное планирование работ	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент
	7	Проведение экспериментов	Студент, руководитель
Проведение ОКР			
Разработка технологической документации и проектирование	8	Разработка модели станка	Студент
	9	Выбор и расчет конструкции	Студент
	10	Проектирование технологического процесса изготовления детали	Студент
Оформление отчета	11	Составление пояснительной записки	Студент

## 1.2. Определение трудоемкости выполнения работ.

Трудовые затраты в большинстве случаев составляют бóльшую часть стоимости разработки, поэтому очень важным является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

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

$$t_{ожi} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

где  $t_{ожi}$  – Ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

Где  $T_{pi}$  – Продолжительность одной работы, раб.дней.

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

$Ч_i$  – численность исполнителей, параллельно исполняющих одну и ту же работу, чел.

Для работ 1-6, 8-11 продолжительность будет равна ожидаемой, т.к. в них задействован только один исполнитель.

Для работы 7:  $T_{pi} = \frac{1,8}{2} = 0,9$  дн.

#### 4.4. Разработка графика проведения научного исследования

Так как темы ВКР предоставляемые студентам, как правило, имеют сравнительно небольшой объем, наиболее простым и целесообразным способом построения графика выполнения выпускной квалификационной работы является диаграмма Ганта, представляющая собой горизонтальный ленточный график.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ, рассчитанных в параграфе 3.2. из рабочих дней необходимо перевести в календарные дни [4, формула 5]:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}$$

Где  $T_{ki}$ - продолжительность выполнения каждой работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения каждой работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности находится по формуле:

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

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



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

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

Таблица 10 – количество дней за 2017

<b>Календарные дни 2017</b>	<b>Рабочие дни</b>	<b>Праздничные/выходные дни</b>
365	247	118

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365-118} = 1,48.$$

Полученные данные сводим в таблицу 2.

Строим план график проведения научно-исследовательских работ для максимального по длительности исполнения с разбивкой по месяцам и декадам за период дипломирования (таблица 3)

Таблица 11 – Сводная таблица значений трудоемкости.

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Минимальная трудоемкость $t_{\min i}$ , чел.-дн.	Максимальная трудоемкость $t_{\max i}$ , чел.-дн.	Ожидаемая трудоемкость работ $t_{\text{ож}i}$ , чел.дн.	Продолжит ельность работы $T_{\text{р}i}$ , дней	Продолжит ельность работы $T_{\text{к}i}$ , дней
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	1	3	1,8	1,8	3
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	2	5	3,2	3,2	5
	3	Проведение патентного поиска	2	5	3,2	3,2	5
	4	Выбор направления исследования	1	2	1,4	1,4	2
	5	Календарное планирование работ	1	2	1,4	1,4	2
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	4	7	5,2	5,2	8
	7	Проведение экспериментов	1	3	1,8	0,9	2
Разработка технологической документации и проектирование	8	Разработка модели станка	5	8	6,2	6,2	10
	9	Выбор и расчет конструкции	4	7	5,2	5,2	8
	10	Проектирование технологического процесса изготовления детали	3	5	3,8	3,8	6
Оформление отчета	11	Составление пояснительной записки	3	5	3,8	3,8	6
<b>Итого:</b>					<b>38,8</b>	<b>37,9</b>	<b>57</b>

Таблица 12 – Календарный план-график проведения НИОКР

Основные этапы	№ раб.	Содержание работы	Т <sub>кп</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ						
				Апрель			Май			
				1	2	3	1	2	3	
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	3	■						
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	5	■	■					
	3	Проведение патентного поиска	5		■					
	4	Выбор направления исследования	2			■				
	5	Календарное планирование работ	2			■				
	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	8			■	■			
Теоретические и экспериментальные исследования	7	Проведение экспериментов	2				■			
	8	Разработка модели станка	10				■	■		
Разработка технологической документации и проектирование	9	Выбор и расчет конструкции	8					■	■	
	10	Проектирование технологического процесса изготовления детали	6						■	■
	11	Составление пояснительной записки	6							■

■ - руководитель

■ студент

## **Заключение**

В ходе работы над разделом «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен анализ конкурентоспособности и перспективности разработки, произведено планирование научно-исследовательской работы: определена структура работ, работы распределены по участникам проекта, рассчитана трудоёмкость выполнения работ и построен календарный план-график проведения научного исследования.

## 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.

В ходе данной работы были спроектированы привод главного движения и привод подачи для модульного станка с ЧПУ, были проведены все необходимые технические расчеты с помощью различных программных комплексов, текстовых и графических редакторов. На основе этого рабочим местом принято производственное помещение, в котором будет установлен станок.

Данная часть выпускной квалификационной работы представляет собой анализ вредных и опасных факторов, воздействующих на организм человека в процессе работы и разработке методов по минимизации вредного воздействия данных факторов. Произведен анализ вредных факторов:

запыления производственного помещения и уровня шума.

Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды, противопожарной безопасности, защиты в случае чрезвычайной ситуации, а также правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

## 5.1. Анализ выявленных вредных факторов.

### 5.1.1. Требования к уровню шума на рабочих местах.

Станок будет располагаться в цехе, где, независимо от автоматизированности станка, будут присутствовать люди, на которых будет воздействовать шум, создаваемый им.

Станок оснащен асинхронным двигателем модели АИР80В2, который, согласно техническим характеристикам, создает шум  $L = 72$  дБ, частота шума равна частоте вращения двигателя  $n = 3000$  об/мин или  $f = 3000/60 = 50$  Гц.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 «Допустимые уровни шумов в производственных помещениях» для постоянных рабочих мест в производственных помещениях и на территории предприятия для всех видов работ, кроме исключений, указанных в ГОСТ'е, допустимый уровень шума для данной частоты лежит в пределах от 103 – 95 дБ.

Дополнительная защита от шума, создаваемого двигателем, не требуется.

Т.к. оборудование включает в себя подвижные части, значение действительных шумовых характеристик, создаваемых станком, рассчитать теоретически возможным не представляется. Необходимо измерение шума на рабочем месте непосредственно во время работы установки, которое проводится согласно ГОСТ 12.1.050-86 «Методы измерения шума на рабочих местах».

### 5.1.2 Запыленность.

Пыль является наиболее распространенным неблагоприятным фактором производственной среды. Многие технологические процессы и операции в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве сопровождаются выделением пыли, ее воздействию могут подвергаться большие контингенты работающих. Это характерно для горнодобывающей промышленности,

машиностроения, металлургии, промышленности строительных материалов, текстильной промышленности, агропромышленного комплекса и др.

При деревообработке образуется большое количество опилок, стружки и древесной пыли.

Производственная пыль не только отрицательно воздействует на организм человека, но иногда и ухудшает производственную обстановку (видимость, ориентирование) в пределах рабочей зоны и одновременно приводит к быстрому разрушению трущихся частей машины. Кроме того, пыль может быть взрывоопасной, являться источником статических зарядов электричества, а также может быть переносчиком микробов.

На предприятиях, производственная деятельность которых связана с вредными веществами (пылью), должны быть:

- разработаны нормативно-технические документы по безопасности труда при производстве, применении и хранении вредных веществ;
- выполнены комплексы организационно-технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий.

Важное значение имеет применение специальных систем по улавливанию и утилизации абгазов, рекуперации вредных веществ и очистки от них технологических выбросов, нейтрализация отходов производства, промывных и сточных вод. Обеспечение чистоты воздуха, подаваемого приточной вентиляцией в производственные помещения, достигается также озеленения территории предприятия.

Применение средств индивидуальной защиты органов дыхания, глаз, спецодежды, спецобуви, средств защиты рук, а также защитных паст и мазей способствует защите работающего от вредных веществ и пыли.

В большинстве производственных цехов есть системы вентиляции и фильтрации воздуха, но количество древесной пыли, вырабатываемой

сверлильным станком, требует её модернизации и оснащения специальным устройствами, т.к. пыль обладает уникальными физико-механическими свойствами. Так же станок можно оснастить индивидуальной системой вытяжки, но качественное удаление пыли до попадания её в окружающую среду затруднено конструкцией станка.

Это делает необходимым применение рабочими средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения: респиратора и защитных очков.

## 5.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.

Большое количество аппаратуры, используемой в помещении и находящейся под напряжением 220В, относится к опасным факторам проектируемой среды.

Во время нормального режима работы оборудования, опасность электропоражения мала, однако, возможны аварийные режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током может произойти в следующих случаях:

- При возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
- При прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;



- При однофазном (однополюсном) прикосновении незащищенного от земли человека к незащищенным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- При прикосновении к незащищенным частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции.
- Для обеспечения электробезопасности необходимо [4]:
- Произвести изолирование (ограждение) токоведущих частей,

исключающее возможность случайного прикосновения к ним;

- Произвести установку защитного заземления;
- Наличие общего рубильника;
- Производить своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического, электролитического, биологического и механического воздействий, что приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее его поражение.

Любое из указанных воздействий может привести к электрической травме, т.е. к повреждению организма, вызванному воздействием электрического тока или электрической дуги.

Согласно требованиям нормативных документов безопасность электроустановок обеспечивается следующими основными мерами:

- 1) недоступностью токоведущих частей;

- 2) надлежащей, а в отдельных случаях повышенной (двойной) изоляцией;
- 3) заземлением или занулением корпусов электрооборудования и элементов электроустановок, могущих оказаться под напряжением;
- 4) надежным и быстродействующим автоматическим защитным отключением;
- 5) применением пониженных напряжений (42 В и ниже) для питания переносных токоприемников;
- 6) защитным разделением цепей;
- 7) блокировкой, предупредительной сигнализацией, надписями и плакатами;
- 8) применением защитных средств и приспособлений;
- 9) проведением планово-предупредительных ремонтов и профилактических испытаний электрооборудования, аппаратов и сетей, находящихся в эксплуатации;
- 10) проведением ряда организационных мероприятий (специальное обучение, аттестация и переаттестация лиц электротехнического персонала, инструктажи и т. д.).

Конструкция станка разработана и спроектирована таким образом, что большая часть токоведущих частей и механизмов, находящихся под напряжением, расположены в труднодоступных местах.

Все токоведущие части станка изолированы и заземлены.

На корпусе имеются предупреждающие знаки по ГОСТ Р 12.4.026-2001 «ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний»

*Механические опасности* – опасности, способные причинить травму в результате контакта объекта или его частей с человеком. Такой контакт возможен при выполнении технологических операций или случайном нахождении человека в опасной зоне (пространство, в котором возможно проявление опасностей). Размеры опасной зоны могут быть постоянными (зона между вальцами, ремнем и шкивом) и переменными (зона резания при изменении режима и характера обработки).

К механическим опасностям относят:

- движущиеся машины, механизмы и их части, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхности;
- разрушающиеся конструкции, обрушающиеся горные породы;
- расположение рабочего места на значительной высоте;
- повышенная запыленность воздуха;
- горячие и скользкие поверхности.

В зависимости от возможности защиты человека в условиях взаимодействия его с потенциально опасными объектами можно рассматривать два основных метода:

- 1) обеспечение недоступности к опасно действующим частям машин и оборудования;
- 2) применение приспособлений, непосредственно защищающих человека от опасного производственного фактора.

Первый метод состоит в пространственном или временном разделении гомосферы и ноксосферы, и к нему относится все, что связано с конструктивными особенностями как самих машин и оборудования, так и

устройств, ограждающих и блокирующих опасные зоны. Недоступность также может быть обеспечена размещением опасных объектов на недостижимой высоте, а также под прикрытием или в трубах.

Определение метода, которому нужно следовать при разработке мероприятий для защиты, имеет принципиальное значение, так как с его помощью можно согласовать индивидуальные характеристики человека и производственной среды.

Коллективные средства реализуются при механизации и автоматизации производственных процессов; использовании роботов и манипуляторов, дистанционном управлении оборудованием; определении размеров опасной зоны; применении ограждений, блокировок, световой и звуковой сигнализации; осуществлении отличительной окраски; использовании тормозных и выключающих устройств.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) обеспечивают защиту отдельного человека или отдельных органов его с помощью специальной одежды, обуви, защитных касок, масок, а также светофильтров, вибро- и шумозащищающих устройств.

Габаритные размеры рабочей зоны должны быть строго ограничены, и кроме пространства для необходимых движений могут включать лишь то, которое обеспечивает безопасность.

Установить опасность некоторого рабочего места можно двумя способами:

- 1) внимательно осмотреть место и найти участки, представляющие потенциальную опасность (например, движущиеся части станка или машины, открытые контакты управляющего аппарата и т. п.);

2) проанализировать состояние рабочего места с точки зрения возникающих или когда-либо возникавших случаев травмирования; их многократное повторение свидетельствует об опасности участков.

Иногда достаточно первого способа, но для полной оценки опасности необходимо провести ее детальное изучение с применением топографического анализа травматизма.

Для предотвращения возникновения опасных ситуаций следует разработать специальные инструкции на основе профессионального анализа возможных опасностей, возникающих при работе со станком.

Степень автоматизации разработанного станка, применение ЧПУ позволяет избежать большинства угроз, характерных для станков с ручным управлением, где необходимо непосредственное участие оператора в управлении станком в процессе его работы. Станок нуждается только в периодической подналадке, которая выполняется только при выключенном оборудовании.

Т.к. в станок расположен в цехе, не исключено попадание случайных людей в опасную зону в процессе работы станка, для того, чтобы этого избежать, требуется поставить ограждение вокруг станка с предупреждающими знаками по ГОСТ 12.2.062-81 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные» - нормативный документ, определяющий требования, предъявляемые к безопасности защитных ограждений производственного оборудования.

### 5.3. Охрана окружающей среды.

Т.к. оборудование связано с деревообработкой, в процессе производства выделяется большое количество древесных отходов, для их сбора применяется специальное оборудование: промышленные пылесборники, вентиляции, специальные фильтры.

Размещение оборудования предполагается вдали от селитебной зоны, но минимизировать вредные выбросы все равно требуется. Для предотвращения попадания древесной пыли в окружающую среду за пределами производственного помещения в нем должна применяться только искусственная вентиляция с соответствующими фильтрами.

Классификация отходов, условия их дальнейшего хранения, транспортировки и утилизации производятся по ГОСТ Р 56070-2014 «Отходы древесные. Технические условия»

В передаточных узлах станка используется пластичная смазка Литол-24, она подлежит периодической замене, согласно техническим требованиям оборудования и данного типа СОЖ, хранению и транспортировке по ГОСТ 23258-78 «Смазки пластичные», а также утилизации по ГОСТ 21046-86 «Нефтепродукты отработанные».

Оборудование утилизировать как твердые металлические отходы по ГОСТ Р 52108-2003 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Основные положения;

#### 5.4. Защита в чрезвычайных ситуациях

На рабочем месте присутствуют электрические провода, находящиеся под напряжением в 220В. Проводка питает вычислительную технику, осветительные приборы, приводы оборудования.

При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической цепи может произойти возгорание, которое грозит уничтожением техники, документов и другого имеющегося оборудования.

Данное помещение относится к категории Д (наличие твердых сгораемых вещей). Необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- Организационные мероприятия, касающиеся технического процесса с учетом пожарной безопасности объекта;
- Эксплуатационные мероприятия, рассматривающие эксплуатацию имеющегося оборудования;
- Технические и конструктивные, связанные с правильным размещением и монтажом электрооборудования и отопительных приборов.
- Организационные мероприятия:
  - Противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
  - Обучение персонала правилам техники безопасности;
  - Издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.
- Эксплуатационные мероприятия:
  - Соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
  - Обеспечение свободного подхода к оборудованию;
  - Содержание в исправном состоянии изоляции токоведущих проводников.

К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных требований при устройстве электропроводок,

оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В коридоре имеется порошковый огнетушитель типа ОП-5, рубильник, на двери приведен план эвакуации в случае пожара, и, на достигаемом расстоянии,

находится пожарный щит.

Для осуществления эффективной борьбы с огнем следует применять пожарные стволы и рукава. Данное оборудование должно располагаться в специально оборудованных шкафах, размещенных в доступном месте. На пожарных щитах для первичного тушения огня обязательно наличие ящика с песком, топора, пожарных ведер.

#### 5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

ГОСТ 12.1.050-86 «Шум на рабочем месте»

ГОСТ 23337-2014 «Методы измерения шума»

ГОСТ 21046-86 «Нефтепродукты отработанные»

ГОСТ 23258-78 «Смазки пластичные»

ГОСТ 12.0.003-74 (с измен. 1999 г.)

ГОСТ 12.1.004 «Пожарная безопасность»

ГОСТ 12.1.010–76 «Взрывобезопасность»

Правила устройства электроустановок.

ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (с измен. 2010 г.)

СН 2.2.4/2.1.8.562–96.

СН 2.2.4/2.1.8.556–96.



ГОСТ Р 12.4.026-2001 «ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний»

ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

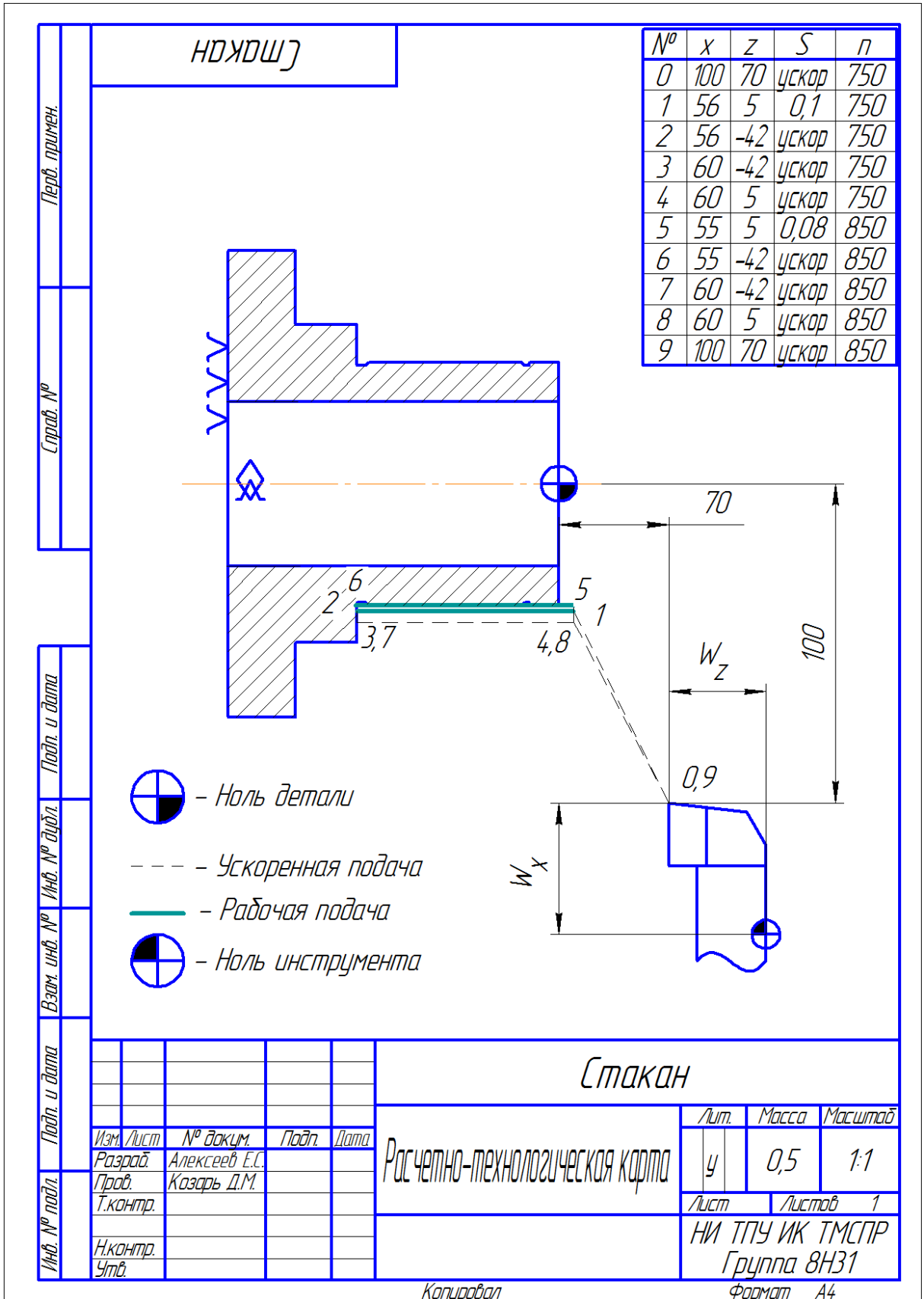
ГОСТ 12.2.062-81 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные».

ГОСТ Р 52108-2003 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Основные положения

## Список источников информации.

1. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х томах. /под редакцией Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К.: Москва «Машиностроение» 1986 г.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 2-х т. /Москва «Машиностроение» 2001 г.
3. Кувалдин Е.И., Перевощиков В.Д.: Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием. /учебное пособие; Киров 2005 г.
4. Должиков В.П.: Разработка технических процессов механообработки в мелкосерийном производстве. /учебное пособие; Издательство ТПУ, Томск 2003 г.
5. Иванов А.С., Давыденко П.А., Шамов Н.П.: Курсовое проектирование по технологии машиностроения. / учебное пособие; Москва, РИОР, ИНФРА-М 2012г.
6. Допуски и посадки: Справочник в 2-х томах. /под редакцией Мягкова Л.К.: Москва «Машиностроение» 1983г.
7. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, обслуживания рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство. — М.: НИИТруда, 1984. — 382 с.
8. Резание древесины А.Л. Бершадский, Н.И.Цветкова, издательство «Высшая школа» Минск, 1975.
9. Расчет передачи винт-гайка. Молодова Ю.И., Жавнер М.В., Шляховецкий Д.В. Методические указания, Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий. Санкт-Петербург, 2006.

Приложение



1.

Копировал

Формат А4

2.

Дубль																					
Взам																					
Подп																					
Разработ	Нозаров Т.А.																				
Нормир	Козарь Д.М.																				
Соглас																					
Т. Контр.																					
Н. Контр.																					
		ТПУ		КП.ТМСР.ВНЗ10К																	
																				КП 010	
Наименование операции		Материал		Твердость		18		M1		Профиль и размеры		M3		КОИЛ							
Токарная		Сталь 45 ГОСТ 1050-88																			
Оборудование: устройство ЧПУ		Обозначение программы		Тр		ТВ		Тот		Тшт		СОЖ									
Токарно-винторезный 16605А с ЧПУ				3,2		0,95		205		7,05		Эмульсия									
Р		ПМ		D или B		l		f		i		S		n		V					
01				мм		мм		мм		-		мм/об		об/мин		м/мин					
02		1. Установить и закрепить заготовку																			
03		Расточенные кулочки, универсальное приспособление																			
04																					
05																					
06		2. Сверлить отверстие выдерживая размер 1																			
07		Сверло Ø20 ОСТ 2И20-1-80																			
08		ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80																			
09				ПМ1		0,5		0,33		27		1,24		0,38		750		185			
10																					
11		2. Расточить отверстие выдерживая размер 1																			
12		Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73																			
13		ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80																			
14				ПМ2		0,5		0,33		27		1,24		0,08		2000		260			
15																					
OK																					

3.

Дубль																					
Взам																					
Подп																					
Р		ПМ		D или B		l		f		i		S		n		V					
01		3. Установить и закрепить заготовку по внутреннему отв																			
02		Патрон трехкулачковый, универ																			
03																					
04		4. Подрезать торец 1 начерно, выдерживая размер А1																			
05		Резец проходной цирный Т15К6 ГОСТ 18882-73																			
06		ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80																			
07				ПМ3		0,5		0,33		27		1,24		0,1		2000		216			
08																					
09		5. Точить пов. 2 начерно, выдерживая размер А2																			
10		Резец проходной цирный Т15К6 ГОСТ 18882-73																			
11		ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80																			
12				ПМ4		0,5		0,33		27		1,24		0,1		2000		216			
13																					
14		6. Точить пов. 3 начерно, выдерживая размер А3																			
15		Резец проходной цирный Т15К6 ГОСТ 18882-73																			
16		ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80																			
17				ПМ5		0,5		0,33		27		1,24		0,1		2000		216			
18																					
19																					
20																					
21																					
OK																					

4.

Р	П	Д или В	l	f	i	S	n	V
0 01	8. подрезать торец 5 начерно, выдерживая размер 8 мм							
T 02	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73							
T 03	ЩЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80							
P 04	ПМ6	0,5	0,33	27	124	750	216	
05								
06	9. Подрезать торец 5 начисто, выдерживая размер 7мм							
07	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73							
08	ЩЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80							
09								
10	ПМ7	0,69	0,33	27	1	2,04	850	250
11								
12	10. точить поверхность 2 начерно, выдерживая размер $\phi 250H14$							
13	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73							
14	ЩЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80							
15								
16	ПМ8	0,69	0,33	27	1	2,04	850	250
17								
18	11. расточить начисто отверстие, выдерживая размер $\phi 80H14$							
19	Резец расточной Т15К6 ГОСТ 18882-73							
20	ЩЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80							
21	ПМ9	0,69	0,33	27		2,04	850	250
OK								

5.

Р	П	Д или В	l	f	i	S	n	V
0 01	7. Точить канавки согл черт.							
T 02	Резец канавочный Т15К6 ГОСТ 18882-73							
T 03	ЩЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80							
P 04	ПМ6	0,5	0,33	27	124	0,1	2000	216
05	8. Точить по 3 полцист, выдерживая размер А5, А6							
06	Резец проходной упорный Т15К6 ГОСТ 18882-73							
07	ЩЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80							
08								
09								
10	9. Снять фаски в размер 0,5*45°							
11	Резец проходной упорный Т15К6 ГОСТ 18882-73							
12	ЩЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80							
13	ПМ9	0,5	0,33	27	124	0,1	2000	216
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
OK								

6.

Перв. примен.

Стр. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

# НОЖОВОШ

- Ноль детали
- - Ускоренная подача
- - Рабочая подача
- Ноль инструмента
- Ноль приспособления

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Алексеев Е.С.		
Проб.		Козарь Д.М.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

## Стакан

# Карта наладки

Лит.	Масса	Масштаб
У	0,5	1:1
Лист	Листов 1	

Копировал Формат А4

## 7.

Дубль																				
Взам																				
Подп																				
Разработ	Назаров Т.А.				ТПУ	КП.ТМСР.8Н31.0К														
Нормир	Козарь Д.М.																			
Соглас																				
Т. Контр.																				
Н. Контр.																			КП	025
Наименование операции		Материал			Твердость		В	М	Профиль и размеры			М3	КОИЛ							
Шлифование		Сталь 45 ГОСТ 1050-88																		
Оборудование устройства ЧПУ		Обозначение программы			То	Тв	Тп	Тшт	СОЖ											
Круглошлифовальный ЗС133В с ЧПУ					3,2	0,95	205	7,05	Эмульсия											
Р		П	И	Д или В	l	l	i	S	n	V										
01				ММ	ММ	ММ	-	ММ/ОД	ОД/МИН	М/МИН										
0 02	1. Установить и закрепить заготовку																			
Т 03	Цанговый патрон; универсальное приспособление																			
04																				
05																				
0 06	2. Шлифовать пов. 4 выдерживая размер А5																			
Т 07	Шлифовальный круг 150x20x10 50А С2 5К ГОСТ 2424-83																			
Т 08	Микрометр ГОСТ 166-80																			
Р 09		ПИ1		20	32	0,02	1,24	10	750	35										
10																				
0 11	3. Шлифовать пов. 4 выдерживая размер А5																			
Т 12	Шлифовальный круг 150x20x10 20А С2 5К ГОСТ 2424-83																			
Т 13	Микрометр ГОСТ 166-80																			
Р 14		ПИ2		20	32	0,01	1,24	6	750	35										
15																				
OK																				