

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

---

Школа новых производственных технологий  
Направление подготовки 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»

Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Привод линейного перемещения поворотного стола установки рентгеновского сканирования</b>

УДК :62-182.5-83:620.179.152.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Василишина Ксения Алексеевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНТП	Буханченко С.Е.	к.т.н, -		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНТП	Буханченко С.Е.	к.т.н, -		

Томск – 2018 г  
Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Школа новых производственных технологий  
Направление подготовки (специальность) 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ С.Е. Буханченко

**ЗАДАНИЕ**  
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Н41	Василишиной Ксении Алексеевны

Тема работы:

**Привод линейного перемещения поворотного стола установки рентгеновского сканирования**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

04.06.2018

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

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

1. Привод линейного перемещения поворотного стола установки рентгеновского сканирования.
2. Габаритные размеры (Д×Ш×В): не более 7000×2000×1000 мм;
3. Максимальная нагрузка: не более 15000 кг;
4. Максимальный прогиб под максимальной нагрузкой: не более 0,3 мм;
5. Длина рабочего хода: не менее 3500 мм;
6. Высота от уровня пола до поверхности стола: не более 1000 мм;
7. Точность позиционирования: не более ±0,5 мм;
8. Скорость перемещения: не менее 10 м/мин;

	<p>9. Привод: фирмы Siemens;</p> <p>10. Тип серводвигателя: Simotics или аналог;</p> <p>11. Тип контроллера управления приводом: Sinamics или аналог;</p> <p>12. Масса: не более 10000 кг;</p> <p>13. Количество конечных выключателей: 2 шт.;</p> <p>14. Тип конечного выключателя: бесконтактный;</p> <p>15. Модель конечного выключателя: Sick IME12-02BPSZC0S или аналог.</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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитический обзор приводов линейного перемещения;</li> <li>2. Обзор современных технических решений;</li> <li>3. Проектирование модели установки;</li> <li>4. Статический анализ основания конструкции установки.</li> <li>5. Сравнительный анализ установки;</li> <li>6. Разработка технологического процесса изготовления детали.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принципиальная схема привода.</li> <li>2. Компоновка участка рентгеновского сканирования сложнофасонных заготовок.</li> <li>3. Чертеж общего вида привода.</li> <li>4. Сборочный чертеж привода.</li> <li>5. Рабочий чертеж детали типа «Шпиндель рабочий».</li> <li>6. Карты: операционные, эскизов, наладки инструмента и приспособления, расчетно-технологическая.</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
Реферат	
Введение	
Обзор литературы	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	22.01.2018
--	------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНТП	Буханченко С.Е.	Кандидат технических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Василишина Ксения Алексеевна		

## 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 профессиональных текстов с учетом логики рассуждений и высказываний	Требования ФГОС (ОК-2, ОК-19); Критерий 5 АИОР (п.2.13), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P6	Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и быть готовым нести за них ответственность при работе в коллективе, взаимодействуя с его членами на основе принятых в обществе моральных и правовых норм, проявляя уважение к людям, толерантность к другой культуре	Требования ФГОС (ОК-3, ОК-4, ПК-38); Критерий 5 АИОР (п.2.4, п.2.11), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P7	Обладать необходимым комплексом знаний в области естественных, социальных, экономических, гуманитарных наук, использовать законы и методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Требования ФГОС (ОК-9, ОК-10); Критерий 5 АИОР (п.2.1.), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
<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	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

	программного обеспечения мирового уровня	
P11	Уметь разрабатывать и внедрять технологии изготовления продукции машиностроения, основываясь на главных закономерностях, действующих в процессе ее изготовления с использованием современных информационных технологий	Требования ФГОС (ПК6, ПК-7, ПК-8, ПК-27, ПК-30, ПК-35, ПК-40, ПК-53, ПК-55); Критерий 5 АИОР (), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P12	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые вычисления, планировать работу персонала и фондов оплаты труда при изготовлении продукции машиностроения	Требования ФГОС (ПК4, ПК-16, ПК-22, ПК-41); Критерий 5 АИОР (п.2.3, п.2.7, п.2.9), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P13	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	Требования ФГОС (ПК20, ПК-36); Критерий 5 АИОР (п.2.14), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
P14	Диагностика состояния и динамики объектов машиностроительных производств, определять основные свойства и характеристики материалов и изготовленных изделий с использованием методов, методик и средств программного анализа	Требования ФГОС (ПК-3, ПК-17, ПК-28, ПК-47, ПК-49); Критерий 5 АИОР (п.2.1, п.2.2, п.2.5), согласованный с требованиями EURACE и FEANI
P15	Уметь создавать проектную и техническую документацию, согласно установленным формам, будущей главной частью всех этапах жизненного цикла изделий.	Требования ФГОС (ПК13, ПК-14, ПК-34, ПК-43, ПК-50); Критерий 5 АИОР (п.2.2, п.2.5), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI P16

P16	Уметь проводить мероприятия эффективного контроля качества материалов, процессов технологического характера, средств измерения и готовой продукции машиностроения	Требования ФГОС (ПК15, ПК-24, ПК-29, ПК-31, ПК-32); Критерий 5 АИОР (п.2.13), согласованный с требованиями EUR-ACE и FEANI
-----	---	--



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Привод линейного перемещения поворотного стола установки рентгеновского сканирования» содержит пояснительную записку, состоящую из 110 страниц.

**Ключевые слова:** рентгеновское излучение, привод линейного перемещения, модульность, масштабирование.

Объектом исследования: привод линейного перемещения.

Предмет исследования: конструкция и компоновка привода линейного перемещения.

**Цель работы:** Разрабатываемая Установка создается с целью выполнения рентгеновского сканирования заготовок высоконапорной трубопроводной арматуры.

Разрабатываемые технологии решают задачу предприятия по разработке технологии и роботизированного средства неразрушающего входного контроля качества поверхности и сложности структуры заготовок будущего изделия, которые предприятие может использовать в своем хозяйстве, либо реализовывать данные продукты с целью извлечения прибыли от процесса интеллектуального производства высоконапорной трубопроводной арматуры.

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

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016. При создании моделей использовался САПР «SolidWorks 2017». При создании схем использовался продукт компании Visio 2017, Mindjet Manager 2016, Sizer for Siemens Drives.

## Оглавление

Введение.....	12
1. Аналитический обзор приводов для линейного перемещения.....	14
1.1. Виды приводов линейного перемещения.....	16
1.1.1. Электрический привод.....	16
1.1.2. Пневматический привод.....	20
1.1.3. Гидравлический привод.....	22
2. Конструкторский раздел.....	24
2.1. Проектирование привода линейного перемещения поворотного стола.....	24
2.2. Расчет привода линейного перемещения.....	27
2.2.1. Кинематический расчет двигателя.....	27
2.3. Расчет ременной передачи.....	31
2.4. Расчет вала шарико-винтовой передачи.....	34
2.5. Выбор подвижной и неподвижной опоры ходового винта.....	36
2.6. Расчет направляющих скольжения.....	37
2.7. Статический анализ.....	40
3. Технологический раздел.....	42
Техническое задание.....	42
3.1 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	44
3.1.1 Анализ технологичности конструкции детали.....	44
3.2. Выбор вида и способа получения заготовки.....	45
3.3. Составление технологического маршрута.....	48
3.5. Расчет параметров и технологических размеров.....	59
3.6. Расчет режимов обработки.....	64
3.7. Выбор оборудования.....	69
3.8. Нормирование технологических переходов, операций.....	70
3.8.1 Расчет нормы основного времени.....	71
3.8.2 Расчет нормы вспомогательного времени.....	73
3.8.3. Расчет нормы времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности рабочего.....	74
3.8.4. Определение нормы подготовительно-заключительного времени.....	75
4. РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ».....	77
4.1. Технология QuaD.....	79
4.2. Разработка графика проведения научного исследования.....	81
4.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	85
4.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	86

5. РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ» .....	88
5.1. Анализ выявленных вредных факторов производственной среды. ....	92
5.2. Радиоактивное излучение оборудования. ....	93
5.3. Электромагнитное излучение оборудования. ....	94
5.4. Анализ выявленных опасных факторов производственной среды. ....	95
5.4.1. Подвижные части оборудования. ....	95
5.4.2 Опасность получения удара током. ....	96
5.4.3 Защита в чрезвычайных ситуациях. ....	97
5.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. ....	98
Заключение: .....	100
Список использованной литературы.....	101
Приложения.....	102

## **Введение.**

В современном мире множество видов и типов обработок для изготовления деталей. Нынешнее современное оборудование обрабатывает множество различных форм и размеров детали, но также зависит и сама заготовка (материал) из которого она будет получена. Общая себестоимость и качество детали складываются из себестоимости и качества заготовки и себестоимости ее обработки, поэтому необходимо комплексно рассматривать процесс изготовления детали, не исключая процесс производства заготовки и процесс ее обработки. При нарушении этого условия может случиться, что при незначительной себестоимости механической обработки общая себестоимость производства детали окажется большой за счет высокой себестоимости заготовки, и наоборот.

При выборе метода получения заготовки необходимо стремиться к тому, чтобы её форма, размеры и качество приближались к соответствующим характеристикам готовой детали. Но многие методы получения заготовки (например, калибровка, литье, штамповка и др.), не всегда идеально получают ее результат. Поэтому применяют сканирование заготовок, для того чтобы произвести более качественную деталь.

С помощью этой установки возможно полное сканирование заготовки, после чего в специальной программе можно выбрать в какой части будет обрабатывать заготовка.

В дальнейшем мы сможем качественно и точно обработать деталь, которая нам прослужит наиболее больший срок, чем остальные.

Данная тема дипломной работы является актуальной, так как в настоящее время такое направление интенсивно развивается, а вместе с ней развиваются технологии и техника.

## **Цель работы:**

Разработка и компоновка привода линейного перемещения поворотного стола установки рентгеновского сканирования.

Для достижения цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Провести аналитический обзор альтернативных приводов линейного перемещения;
2. Разработать компоновочную схему участка рентгеновского сканирования сложнофасонных заготовок.
3. Разработать принципиальную схему привода;
4. Провести проектировочные и прочностные расчеты конструкции и элементов привода;
5. Разработать технологический процесс изготовления детали типа «Шпиндель рабочий»;
6. Разработать раздел по социальной ответственности проекта;
7. Разработать раздел по ресурсоэффективности и ресурсосбережению проекта».

## **Противоречия, разрешаемые в работе:**

- Между задачей совмещения двух и более модулей в одной конструкции.
- Между необходимостью повышения производительности установки и удешевлению его стоимости.

## **Объектом исследования:**

Привод линейного перемещения поворотного стола.

## **Предмет исследования:**

Компоновка составляющих для установки рентгеновского сканирования детали.

## **Практическая новизна:**

1. Модуль установки и позиционирования объектов контроля;
2. Система вращения объектов контроля;
3. Устройство центрирования объектов контроля;
4. Система линейного перемещения.

## **Практическая значимость:**

1. Проектирование установки сканирования для получения качественной изготовления детали;
2. Получения навыков и необходимых компетенция в области проектирования оборудования.

Более подробное описание параметров привода линейного перемещения представлено в приложении 1.

## **1. Аналитический обзор приводов для линейного перемещения.**

Линейный привод - совокупность устройств, предназначенных для приведения в действие исполнительного органа машин по линейному поступательному движению. Состоит из двигателя, трансмиссии и системы управления.

В зависимости от типа и конструкции линейный привод обеспечивает перемещение по прямой, фиксированной кривой (например, дуге), на плоскости или в пространстве.

Обычно под линейным приводом имеется в виду самостоятельно работающее устройство с двигателем и системой управления, но бывает, что электрическая часть поставляется отдельно. В некоторых случаях есть ручной привод, являющийся единственным или запасным.

Степень автоматизации привода может быть разной, от движения вперед-назад только при удержании соответствующей клавиши до полностью автономной работы по программе.

По принципу работы линейные привода можно разделить на:

- электрические;
- пневматические;
- гидравлические.

На рисунке 1 представлена классификация приводов линейного перемещения.

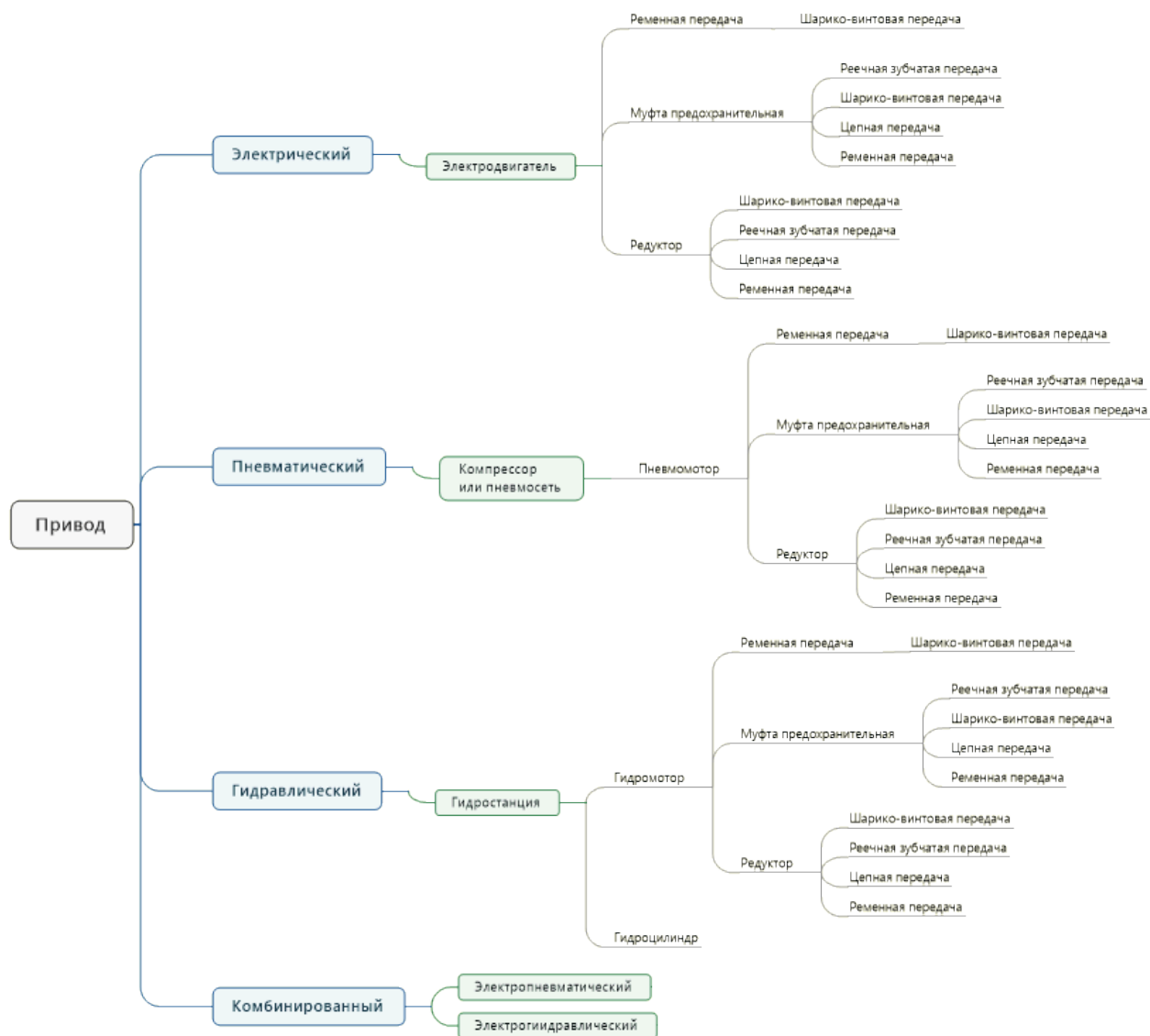


Рисунок 1. - Классификация приводов линейного перемещения.

Линейные электрические привода преобразуют электрическую энергию в механическую. В качестве двигателя в них используется либо вращающийся, либо линейный электрический двигатель. Вращающийся электрический двигатель перемещает шток посредством механического преобразователя, например с помощью шарико-винтовой или ролико-винтовой пары.

Пневматические и гидравлические привода фактически являются механическими преобразователями и представляют собой своего рода вставку (пневматическую или гидравлическую) между двигателем и исполнительным органом.

Пневматические линейные привода имеют поршень внутри полого цилиндра. Давление от внешнего компрессора или ручного насоса перемещает поршень внутри цилиндра. При увеличении давления поршень перемещается по оси, создавая линейную силу. Поршень возвращается в свое начальное положение посредством пружины или сжатого газа подаваемого с другой стороны поршня.

Гидравлические линейные привода работают подобно пневматическим приводам, но практически несжимаемая жидкость, подаваемая насосом, лучше перемещает шток, чем сжатый воздух.

Электропривод - это электромеханическая система с возможностью управления, предназначенная для осуществления перемещения узлов оборудования путем преобразования электрической энергии в механическую.

## **1.1. Виды приводов линейного перемещения.**

### **1.1.1. Электрический привод.**

Электропривод (рис.2.) состоит из двигателя, зубчатой червячной передачи, передачи винт-гайка (в зависимости от исполнения, привод может также комплектоваться шарико-винтовой или роliko-винтовой передачами) в защитном корпусе, переднего и заднего крепежей, и концевого датчика в качестве ограничителя рабочего хода.



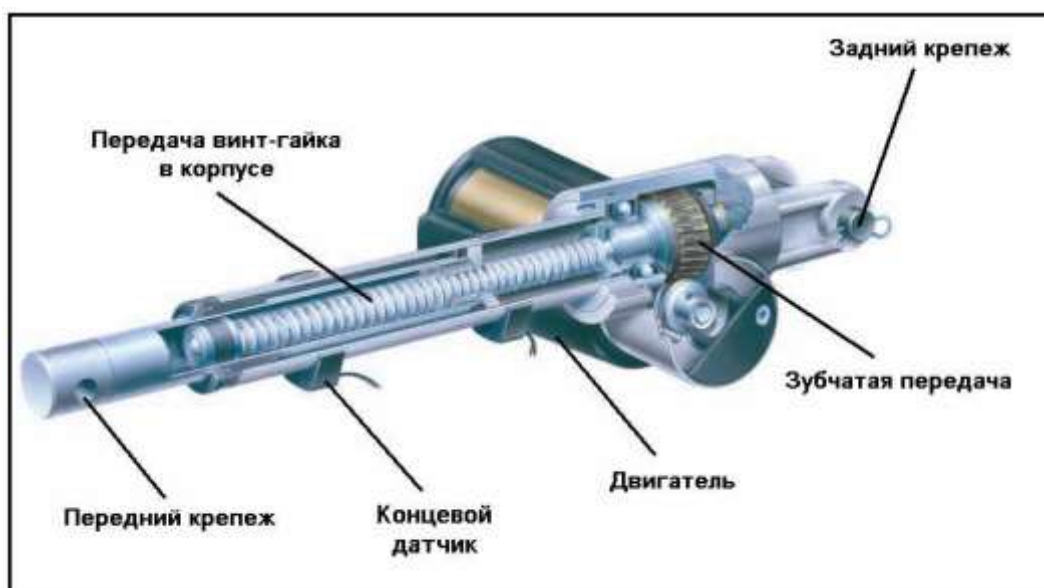


Рисунок 2. - Конструкция электродвигателя.

В зависимости от типа, приводы могут работать от постоянного и от переменного тока. При работе с двигателем постоянного тока (DC) скорость перемещения рабочего органа электропривода пропорциональна приложенной нагрузке. В случае использования двигателя переменного тока (AC) скорость постоянна вне зависимости от нагрузки.

Передачи винт-гайка скольжения состоят из катанного стального винта и пластиковой гайки. Это, достаточно экономичное в плане денежных затрат решение, обладает положительным свойством: пластик и металл контактируя друг с другом не заклинивают механизм. Передача винт-гайка скольжения характеризуется очень низким шумом работы, что позволяет использовать это решение в аппаратуре, установленной в офисах, госпиталях и т.д. Другое важнейшее преимущество пар винт-гайка - высокий коэффициент трения в передаче.

Это свойство особенно полезно в задачах, где требуется самостопорение, т.е. необходимо предотвратить самопроизвольное перемещение в направлении приложенной нагрузки. Например, при использовании привода для перемещения вертикально регулируемых столов, такая конструкция позволяет Вам разместить на

столе большие тяжести без изменения положения стола по вертикали. При этом не требуется установка дополнительного стопорного узла или тормоза для обеспечения неподвижности рабочего органа при отключении электропривода (однако, такие устройства могут потребоваться в условиях экстремальных вибраций).

Шарико-винтовые передачи (ШВП, шарико-винтовая пара) полностью изготавливаются из стали и оснащены несколькими рядами шариков, циркулирующих в замкнутых каналах между винтом и гайкой. Такая конструкция обеспечивает чрезвычайно низкий коэффициент трения между гайкой и винтом, поскольку здесь имеет место не трение скольжения, а трение качения. По сравнению с передачей винт-гайка скольжения, ШВП характеризуется значительно меньшими темпами износа, поэтому разница в сроке службы между этими типами передач составляет почти 10 раз в пользу ШВП при одинаковых условиях нагружения и работы. Такая износоустойчивость шарико-винтовых передач также означает их способность работать в условиях экстремальных нагрузок. Благодаря низкому уровню трения, ШВП не нагревается в процессе работы.

Как следствие, шариковинтовые пары прекрасно подходят для случаев, когда требуется функционирование механизмов длительные периоды времени на высоких скоростях. Одна из главных характеристик ШВП - это очень большой КПД. Что, в свою очередь, позволяет использовать двигатель в 2 раза меньшей мощности, чем для той же задачи, но с использованием передачи винт-гайка скольжения. Для пользователя это означает более экономичное решение. Привод с шарико-винтовой парой обладает минимальным (либо нулевым) люфтом, и, следовательно, его точность значительно выше, что позволяет использовать такие электроприводы в задачах, где очень важны точность и повторяемость позиционирования.

Для крепежа перемещаемых приводом узлов машины могут быть использованы как специальные аксессуары, поставляемые вместе с электроприводами, так и шарнирные головки и шарнирные подшипники.

## Преимущества электродвигателей:

- 1) Электрические привода обладают высокой точностью позиционирования. Настройки привода масштабируемы для любых целей и требующихся усилий.
- 2) Электрические привода могут быть быстро подключены к системе. Диагностическая информация доступна в режиме реального времени. Обеспечивается полное управление параметрами движения.
- 3) Электрические привода тише гидравлических и пневматических.
- 4) В связи с отсутствием жидкостей отсутствует риск загрязнения окружающей среды.

## Недостатки

- 1) Начальная стоимость электрических приводов выше чем пневматических и гидравлических.
- 2) В отличие от пневматических приводов электрические привода (без дополнительных средств) не подходят для применения во взрывоопасных местах.
- 3) При продолжительной работе электродвигатель может перегреваться, увеличивая износ редуктора.
- 4) Электродвигатель может также иметь большие размеры, что может привести к трудностям установки.

Сила электропривода, допустимые осевые нагрузки и скоростные параметры электропривода определяются выбранным электродвигателем. При изменении заданных параметров необходимо менять электродвигатель.



Рисунок 3. - Линейный электропривод, включающий вращающийся электродвигатель и механический преобразователь

### 1.1.2. Пневматический привод.

Преимущества:

1. Простота и экономичность.

Большинство пневматических алюминиевых приводов имеют максимальное давление до 1 МПа с рабочим диаметром цилиндра от 12,5 до 200 мм, что приблизительно соответствует силе в 133 - 33000 Н. Стальные пневматические привода обычно имеют максимальное давление до 1,7 МПа с рабочим диаметром цилиндра от 12,5 до 350 мм и создают силу от 220 до 171000 Н.

2. Пневматические привода позволяют точно управлять перемещением обеспечивая точность в пределах 2,5 мм и повторяемость в пределах 0,25 мм.
3. Пневматические привода могут применяться в районах с экстремальными температурами. Стандартный диапазон температур от -40 до 120 °С.

4. В плане безопасности использование воздуха в пневматических приводах избавляет от необходимости использования опасных материалов. Данные привода удовлетворяют требованиям взрывозащищенности и безопасности, так как они не создают магнитного поля, в связи с отсутствием электродвигателя.

В последние годы в области пневматики достигнуты успехи в миниатюризации, материалах и интеграции с электроникой. Стоимость пневматических приводов низкая в сравнении с другими приводами. Пневматические привода имеют маленький вес, требуют минимального обслуживания и имеют надежные компоненты.

Недостатки:

1. Потеря давления и сжимаемость воздуха делает пневматические привода менее эффективными, чем другие способы создания линейного перемещения. Ограничения компрессора и системы подачи значит, что работа на низком давлении приведет к маленьким силам и скоростям. Компрессор должен работать все время даже если привода ничего не перемещают.
2. Для действительно эффективной работы пневматические привода должны иметь определенные размеры для каждой задачи. Из-за этого они не могут использоваться для других задач. Точное управление и эффективность требуют распределители и вентили соответствующего размера для каждого случая, что увеличивает стоимость и сложность.
3. Несмотря на то, что воздух легко доступен, он может быть загрязнен маслом или смазкой, что приводит к простоям и необходимости в обслуживании.

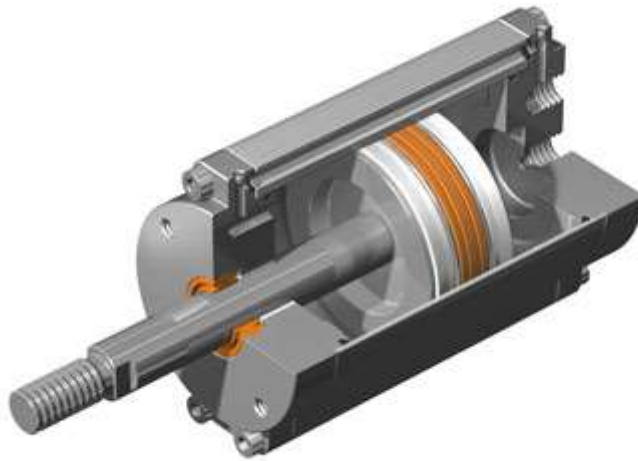


Рисунок 4. - Цилиндр пневматического привода.

### 1.1.3. Гидравлический привод.

Гидравлический привод (объемный гидропривод) это совокупность объемных гидромашин, гидроаппаратуры и других устройств, предназначенная для передачи механической энергии и преобразования движения посредством жидкости.

Структурно гидропривод состоит из насосов, контрольно-регулирующей и распределительной аппаратуры, гидродвигателей, рабочей жидкости, емкости (бака) для ее содержания и средств (фильтров и охладителей), сохраняющих ее качества, а также соединительной и герметизирующей арматуры.

Преимущества:

1. Гидравлические привода подходят для задач, требующих большие силы. Они могут создавать силу в 25 раз больше чем пневматические привода того же размера. Они работают при давлениях до 27 МПа.
2. Гидравлические двигатели имеют высокий показатель мощность на объем.

3. Гидравлические привода могут держать силу и момент постоянным без подачи насосом дополнительной жидкости или давления, так как жидкости в отличии от газа практически не сжимаются.
4. Гидравлические привода могут располагаться на значительном расстоянии от насосов и двигателей с минимальной потерей мощности.

Недостатки:

1. Потеря жидкости в гидравлических приводах приводит к меньшей эффективности. Также утечка жидкости приводит к загрязнениям и потенциальным повреждениям рядом расположенных компонентов.
2. Гидравлические привода требуют много сопровождающих компонентов, включающих резервуар для жидкости, двигателя, насосы, стравливающий клапан, теплообменник и др. В связи с чем такие привода сложно разместить.



Рисунок 5. - Цилиндр гидравлического привода.

**Вывод:**

Рассмотрев, различные виды и классификации приводов линейного перемещения. С легкостью можем сказать, что для нашего проекта наиболее всего подходит электропривод линейного перемещения с шарико-винтовой передачей. Так как, в отличие от остальных приводов линейного перемещения, ШВП имеет наибольшее преимущество:

- 1) Электрические привода обладают высокой точностью позиционирования. Настройки привода масштабируемы для любых целей и требующихся усилий.
- 2) Электрические привода могут быть быстро подключены к системе. Диагностическая информация доступна в режиме реального времени. Обеспечивается полное управление параметрами движения.
- 3) Электрические привода тише гидравлических и пневматических.
- 4) В связи с отсутствием жидкостей отсутствует риск загрязнения окружающей среды.

## **2. Конструкторский раздел.**

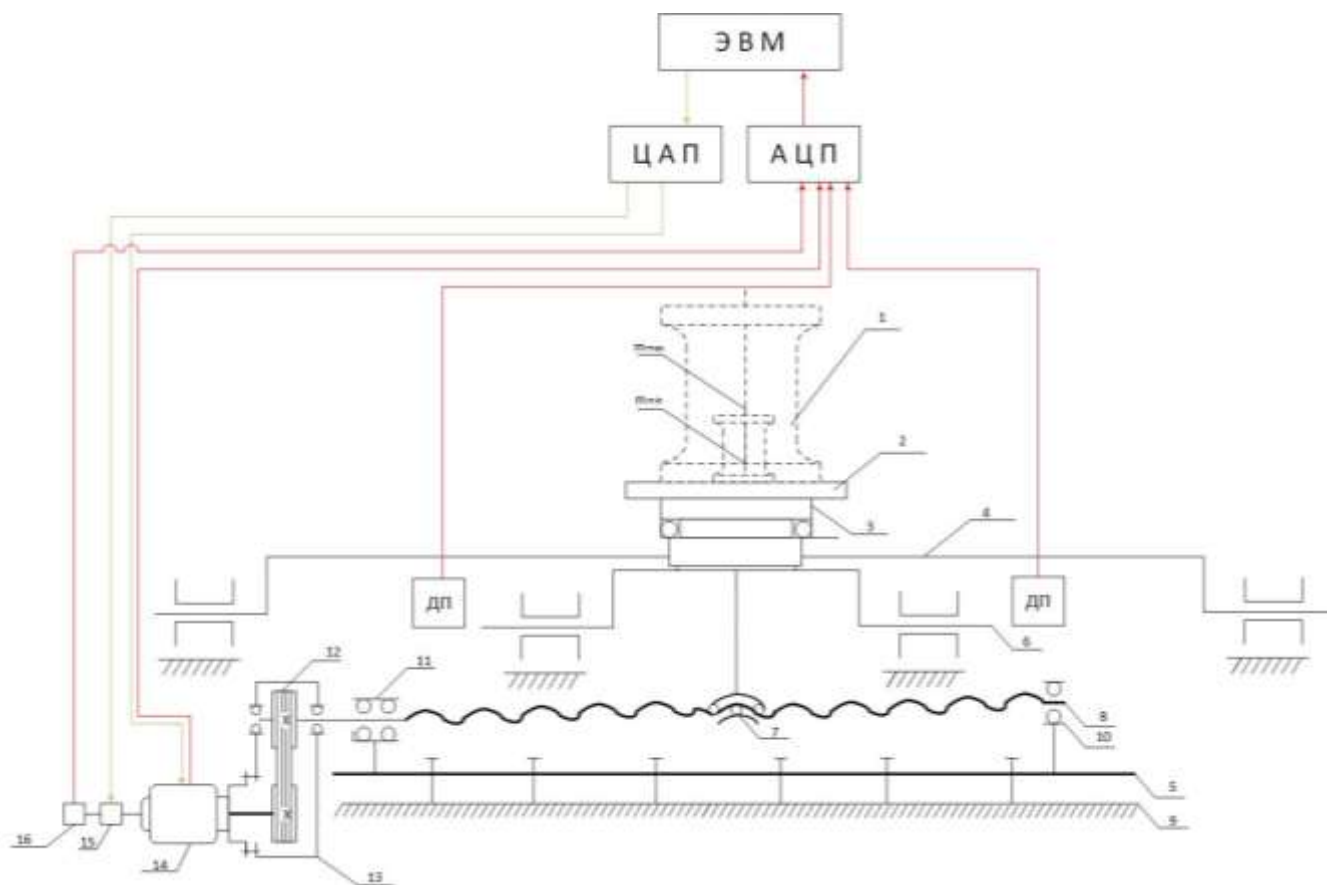
### **2.1. Проектирование привода линейного перемещения поворотного стола.**

Данная конструкция представлена в виде концептуальной схемы, на которой видны все необходимые компоненты.

Принцип работы проектируемой установки выглядит следующим образом:

С помощью двигателя (14) и ременной передачи (12) происходит движение ходового винта (8). С помощью ходового винта и кареток (6), которые являются направляющими скольжения, происходит прямолинейное движение поворотного стола (3), который способен передвигаться от 1-12 м/мин. Далее на поворотном столе установлена планшайба (2), на которую крепиться сама заготовка разных размеров.

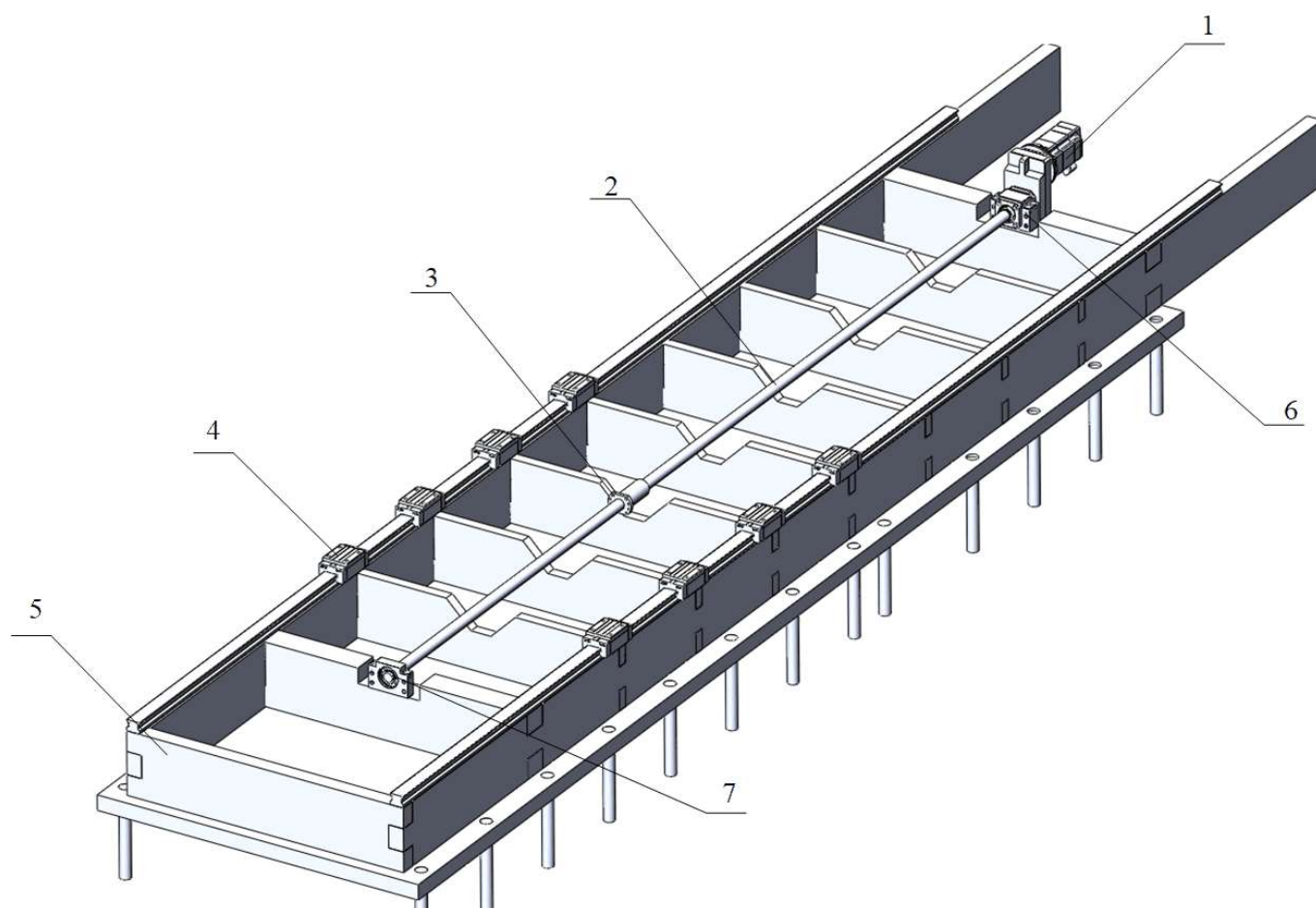




- |                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1-Объект контроля;                | 9-Основание помещения;              |
| 2-Планшайба;                      | 10-Опора ходового винта подвижна;   |
| 3-Стол поворотный;                | 11-Опора ходового винта неподвижна; |
| 4-Основание подвижное;            | 12-Передача ременная;               |
| 5-Основание(станина) неподвижное; | 13-Корпус ременной передачи;        |
| 6-Каретка;                        | 14-Двигатель;                       |
| 7-Гайка шариками;                 | 15-Тормоз;                          |
| 8-Винт ходовой;                   | 16-Энкодер;                         |

Рисунок. 6 - Концептуальная схема привода линейного перемещения поворотного стола.

Привод линейного перемещения поворотного стола состоит из:



1-Двигатель;

2-Винт ходовой;

3-Гайка с шариками;

4-Каретка;

5-Каркас основания;

6-Опора ходового винта неподвижна;

7-Опора ходового винта подвижна;

Рисунок.7- Модель привода линейного перемещения поворотного стола.

## 2.2. Расчет привода линейного перемещения.

### 2.2.1. Кинематический расчет двигателя.

С помощью программного продукта Sizer for Siemens Drives выбрали двигатель, который подходит для наших параметров установки.

Расчет параметров для выбора двигателя;

Выбор ходового винта ведем на основании методики, изложенной в [1]:

$$L_{\text{винта}} = I_s + I_n, \quad (2.1)$$

где  $I_s$  – длина хода, мм;

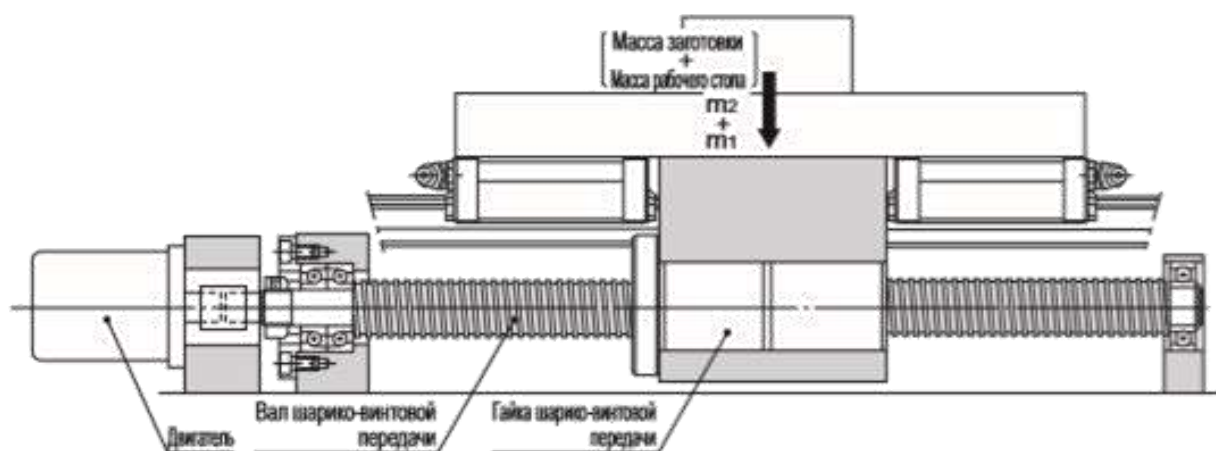


Рисунок.8-Схема двигателя с ШВП.

Выбор шага винта  $p$ :

$$p = V_{\text{max}} * 60 * \frac{1000}{N_m} = 4\text{мм};$$

### **Анализ допустимой осевой нагрузки.**

Расчет максимальной осевой нагрузки:

$$a = \frac{V_{max}}{t_1} = 1 \text{ м/с}^2$$

1) При поступательном ускорении

$$Fa_1 = u * (m_1 + m_2) * g + f + (m_1 + m_2) * a = 15603.6 \text{ Н};$$

2) При равномерном движении вперед

$$Fa_2 = u * (m_1 + m_2) * g + f = 738.6 \text{ Н};$$

3) При торможении (движение вперед)

$$Fa_3 = u * (m_1 + m_2) * g + f - (m_1 + m_2) * a = -14396,4 \text{ Н};$$

4) При ускорении (движение назад)

$$Fa_4 = -u * (m_1 + m_2) * g - f - (m_1 + m_2) * a = -15603.6 \text{ Н};$$

5) При равномерном движении назад

$$Fa_5 = -u * (m_1 + m_2) * g - f = -603.6 \text{ Н};$$

6) При торможении (движение назад)

$$Fa_6 = -u * (m_1 + m_2) * g - f + (m_1 + m_2) * a = 14396.6 \text{ Н};$$

Максимальная осевая нагрузка составляет 15603,6 Н;

Максимальная частота вращения:

$$N_{max} = \frac{V_{max} * 60 * 1000}{Ph} = 1200 \text{ об/мин}$$

Момент при равномерном движении вперед:

$$T_1 = Fa_2 * \frac{Ph}{2} * \pi * h = 1306.8 \text{ Н * мм};$$

Крутящий момент, требуемый для создания ускорения

Инерционный момент:

$$J_s = J_B * I_s = 0,0001209 \text{ кг * м}^2;$$

$$J = (m_1 + m_2) * \left( \frac{P * h}{2} * \pi \right) * A^2 * 10^{-6} * J_s * A^2 = 0,0381 \text{ кг * м}^2;$$

Угловое ускорение:

$$W = 2 * \pi * \frac{N_{max}}{60 * t} = 628 \frac{\text{рад}}{\text{с}};$$

Момент для ускорения :

$$T_2 = (J + J_m) * W * 1000 = 23992.675 \text{ Н * мм};$$

При ускорении:

$$T_{k1} = T_1 + T_2 = 25299.46 \text{ Н * мм};$$

При торможении:


$$T_{g1} = T_1 - T_2 = -22685.88 \text{ Н * мм};$$

Мощность двигателя:

$$P = T * \frac{N_{max}}{9740} = 3116.977 \text{ Вт};$$

Рассчитав параметры, мы сможем выбрать двигатель, который нам необходим, с помощью программного продукта Sizer for Siemens Drives.

**Supply system: Supply system - 3AC 400V, 50Hz**  
**Drive system: Drive system**



Ambient conditions 40 °C, 1000 m, F/100K ▶  
 Mechanical system Ball screw, Drive system / Mechanics ▶  
 Motor 1FK7063-5AF71-1AU5 ▶

Motor data	
Rated power	2,29 kW
Rated torque	7,30 Nm
Rated current	5,60 A
Rated speed	3000,00 rpm
P-calc	3,46 kW
M0	11,00 Nm
I0	8,00 A
Load data on the motor shaft	
Load type	Ball screw
Effective load torque	5,92 Nm
Mean speed	1723,08 rpm
Peak torque	6,55 Nm
Speed at peak torque	2584,61 rpm
Max. speed	2584,61 rpm
RMS motor current	4,42 A
Maximum motor current	4,96 A
External moment of inertia / motor moment of inertia	26,70
Mounted gearbox data	
Name	F102
Gear ratio	4
Maximum output torque	85,00 Nm
Maximum output speed	928,57 rpm
Load data on the mounted gearbox	
Maximum output torque	24,80 Nm
Maximum output speed	600,00 rpm

Рисунок.9- Характеристика двигателя.

Также наши расчеты мы можем проверить в программе онлайн [2]:

### Расчет привода на базе шарико-винтовой передачи (ШВП)

Введите исходные данные для расчета:

[Справка](#)

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

Исходные данные		
F =	<b>15,603.00</b> Н	<i>усилие</i>
V =	<b>120.00</b> мм/с	<i>скорость</i>
p =	<b>4.00</b> мм	<i>шаг винта</i>
k =	<b>1.40</b> -	<i>коэффициент запаса</i>

Результат расчета		
V =	<b>7.20</b> м/мин	<i>скорость</i>
M <sub>1</sub> =	<b>16.36</b> Нм	<i>момент на двигателе</i>
n <sub>1</sub> =	<b>1800.00</b> об/мин	<i>скорость на двигателе</i>
P <sub>1</sub> =	<b>3083.66</b> Вт	<i>мощность двигателя</i>

Рисунок 10.-Программный продукт для расчета привода ШВП

### 2.3. Расчет ременной передачи.

Расчет зубчато-ременной передачи осуществляется к нахождению минимальной ширине ремня, который удовлетворяет требованиям к условиям данной передачи мощности и ее величине.

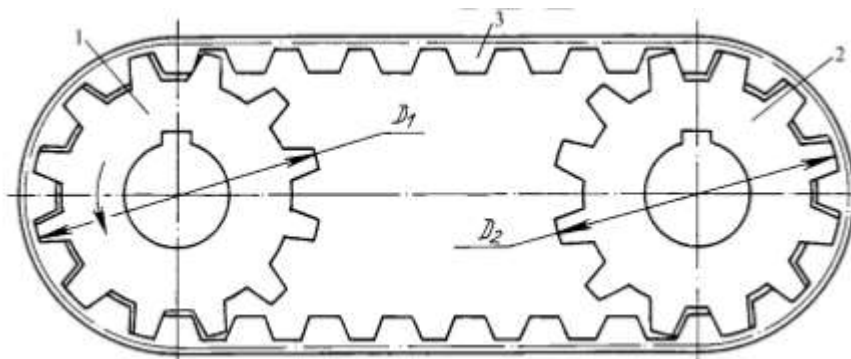


Рисунок 11.-Схема зубчато-ременной передачи:

## 1,2-шкивы;3-ремень

Для того чтобы определить длину ремня, нужно произвести его геометрические расчеты:

Определение длины ремня  $L_p$ :

$$L_p = 0,5d_1(\pi - \gamma) + 0,5 * 35(\pi + \gamma) + X.$$

Где

$d_1, d_2$ -диаметры ведущего и ведомого шкивов;

$$L_p = 0,5 * 24(\pi - \gamma) + 0,5d_2(\pi + \gamma) + X.$$

$$X = \sqrt{a_w^2 - (d_2 - d_1)^2}$$

$$X = \sqrt{10404 - (35 - 24)^2} = 101,4 \text{ мм};$$

Диаметры шкивов можно вычислить по формуле :

$$d_1 = z_1 * m$$

$$d_2 = z_2 * m$$

$$d_1 = 16 * 4 = 64 \text{ мм};$$

$$d_2 = 24 * 4 = 96 \text{ мм};$$



Минимальное межосевое расстояние :

$$a_{min} = 0.55(d_1 + d_2) + H_p$$

$$a_{min} = 0.55(64 + 96) + 3,6 = 91,6 \text{ мм}$$

Ширина ремня,мм:

$$B_p = \frac{P_1 k_t}{P_t z_{01}}$$

Где  $k_t = k_1 + k_2 + k_3$  –

суммарный эксплуатационный коэффициент, который зависит от:

$k_1$  – тип двигателя;

$k_2$  – тип рабочей машины;

$k_3$  – передаточное отношение;

$$B_p = \frac{3 \cdot 2,25}{0,1 \cdot 6} = 11,25 \text{ мм};$$

Длину ремня выбираем из вычислений:

16-T5-455: 16-ширина ремня в мм;

T5-тип ремня

455 – длина ремня,мм

## 2.4. Расчет вала шарико-винтовой передачи.

Для того, чтобы определить длину винта и его диаметр, нужно рассчитать допустимую осевую нагрузку на винт.

Винт шариковинтового привода при осевых нагрузках может изгибаться.

Допустимая осевая нагрузка на винт(выгибающая нагрузка) определяется в соответствии с формулой:

$$F_k = 40720 * \left( \frac{N_f * d_r^4}{L_i^2} \right);$$

$$F_p = 0.5 * F_k;$$

$F_k$ -теоретически допустимая осевая нагрузка на винт(кг)

$F_p$ -максимально допустимая рабочая осевая нагрузка на винт(кг)

$D_r$ -номинальный диаметр винта(мм)

$N_f$ -коэффициент вида установки подшипников ( $N_f = 1,0$ )

$$F_k = 40720 * \left( \frac{N_f * d_r^4}{L_i^2} \right);$$

Из полученного расчета, с помощью графиков зависимостей выберем длину и диаметр вала шарико-винтовой передачи.

Рассмотрев диаграмму зависимости нагрузки от диаметра вала, вида установки и расстояния между подшипниковыми опорами, можно сделать выбор.

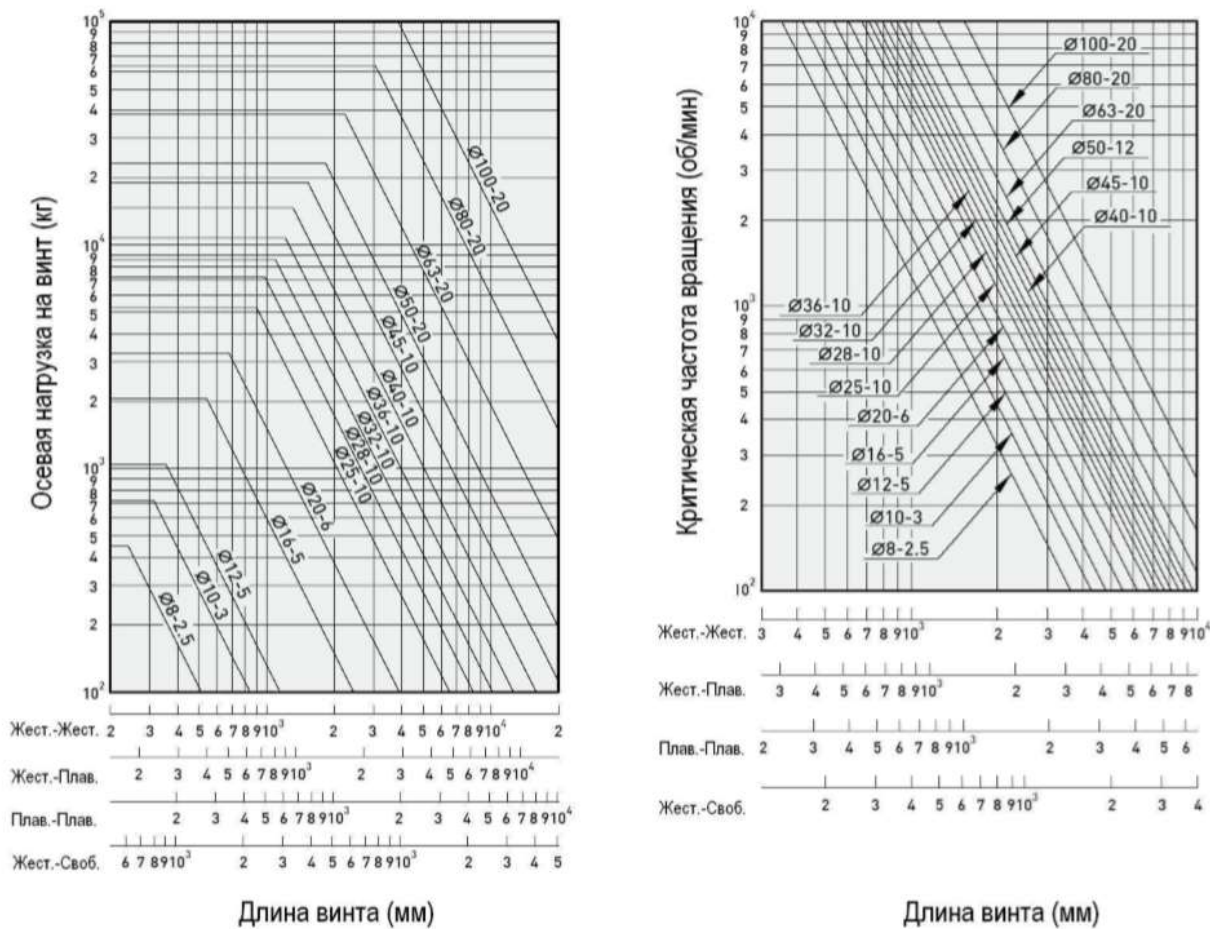


Рисунок 11. – Диаграмма зависимости нагрузки от диаметра вала.

При наших исходных данных, а именно:

Длина винта 4000 мм;

И критической частотой вращения 1200 об/мин;

Получаем, что диаметр вала шарико-винтовой передачи составляет:  
 $D=40\text{мм}$ .

## 2.5. Выбор подвижной и неподвижной опоры ходового винта.

Исходными данными при выборе подвижной и неподвижной опорой являлись диаметр посадки и нагрузка, возникающая при вращении подвижных частей. Так как при вращении возникают осевая и перпендикулярная ей нагрузки принято выбрать опоры компании Hiwin BF 40.

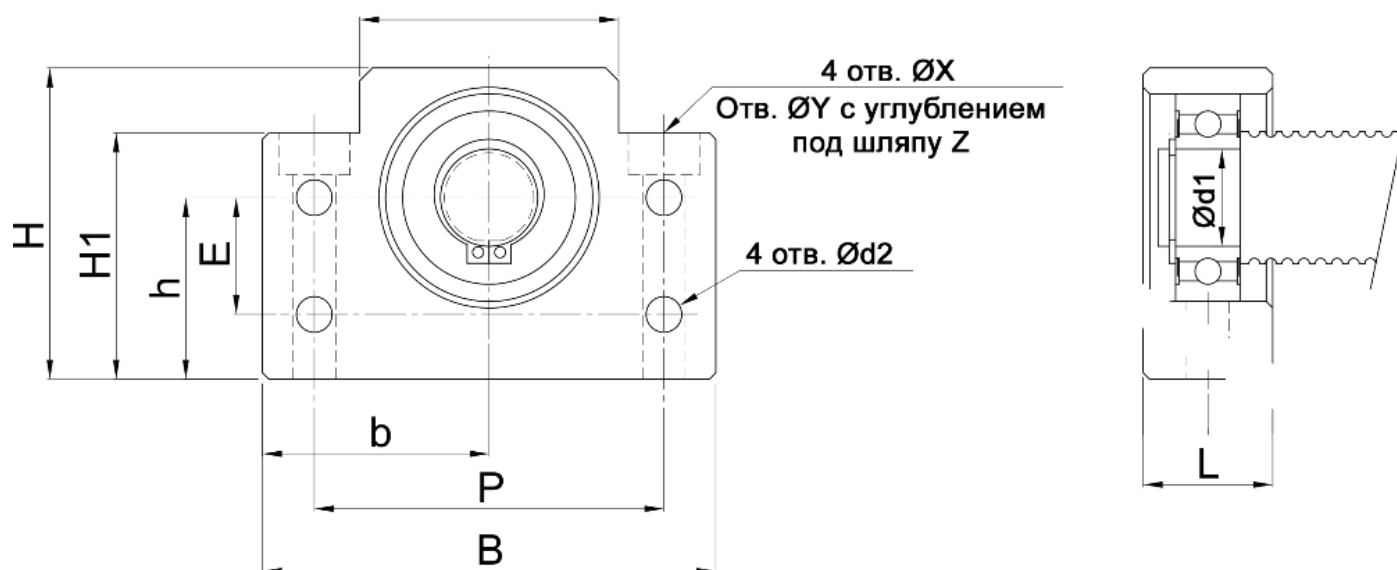


Рисунок 12. –Опора фирмы HIWIN.

Тип	Габаритные размеры (мм)															Подшипник	Стопорное кольцо	Масса (кг)
	d1	L	B	H	b	h	B1	H1	E	P	d2	X	Y	Z				
BF10	8	20	60	39	30	22	34	32.5	15	46	5.5	6.6	10.8	5	608ZZ	S08	0.3	
BF12	10	20	60	43	30	25	34	32.5	18	46	5.5	6.6	10.8	1.5	6000ZZ	S10	0.35	
BF15	15	20	70	48	35	28	40	38	18	54	5.5	6.6	11	6.5	6002ZZ	S15	0.4	
BF17	17	23	86	64	43	39	50	55	28	68	6.6	9	14	8.5	6203ZZ	S17	0.75	
BF20	20	26	88	60	44	34	52	50	22	70	6.6	9	14	8.5	6004ZZ	S20	0.77	
BF20H	20	26	88	74	44	48	52	64	-	70	-	9	14	8.5	6004ZZ	S20	1.02	
BF25	25	30	106	80	53	48	64	70	33	85	9	11	17	11	6205ZZ	S25	1.45	
BF30	30	32	128	89	64	51	76	78	33	102	11	14	20	13	6206ZZ	S30	1.95	
BF35	35	32	140	96	70	52	88	79	35	114	11	14	20	13	6207ZZ	S35	2.25	
BF40	40	37	160	110	80	60	100	90	37	130	14	18	26	17.5	6208ZZ	S40	3.3	

## **2.6. Расчет направляющих скольжения.**

Различные факторы влияют на расчёт нагрузки, воздействующей на направляющую (такие как расположение центра тяжести объекта, осевой упор и силы инерции при старте и остановке). Чтобы определить правильный уровень нагрузки, все данные факторы должны быть учтены.

Преимущества и особенности линейных направляющих:

Когда груз перемещается с помощью рельсовой направляющей, фрикционный контакт между грузом и основанием представлен контактом качения. Коэффициент трения составляет 1/50 часть от традиционного контакта, и разница между динамическим и статическим коэффициентом трения мала. По этой причине отсутствует проскальзывание во время движения.

### ***Длительный срок службы при высокой точности перемещения.***

При традиционном скольжении неточности в позиционировании объясняются встречным потоком масляной плёнки. Недостаточная смазка является причиной износа контактных поверхностей, что приводит ко все большим неточностям. В отличие от этого, контакт качения имеет незначительный износ, поэтому оборудование достигает длительного срока службы при высокой точности перемещения.

### ***Высокоскоростное перемещение при незначительном тяговом усилии.***

По причине того, что профильные направляющие имеют низкое фрикционное сопротивление, для перемещения груза необходимо приложить незначительное усилие. Это приводит к экономии энергии, особенно в подвижных частях системы. Это особенно актуально для возвратно-поступательных механизмов.

### ***Равная грузоподъёмность во всех направлениях.***

Благодаря специальному дизайну рельсовые направляющие выдерживают нагрузки как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Обычные линейные направляющие скольжения выдерживает незначительные нагрузки в направлении,

параллельном контактной поверхности. Также существует значительная вероятность потери точности при нагрузке в этом направлении.

### *Легкость установки.*

Установка профильной направляющей отличается простотой. Соответствующая подготовка поверхности, следование рекомендациям по установке, и затяжке крепёжных винтов даёт высокоточное линейное перемещение.

### *Лёгкость смазки.*

В традиционных системах скольжения недостаточность смазки приводит к износу контактных поверхностей. Также может быть достаточно сложно обеспечить соответствующую смазку контактных поверхностей по причине сложности нахождения соответствующего места ввода смазки. В рельсовой направляющей смазка может быть легко подана через специальный ниппель, расположенный на каретке. Также есть возможность использовать центральную систему смазки.

### *Взаимозаменяемость.*

По сравнению с традиционными системами, рельсовые направляющие могут быть легко заменены в случае возникновения поломки. Для высокого уровня точности рекомендуется использовать несменные системы, настраиваемые на предприятии-изготовителе.

С помощью методики [3], вычислим нагрузку на одну каретку:

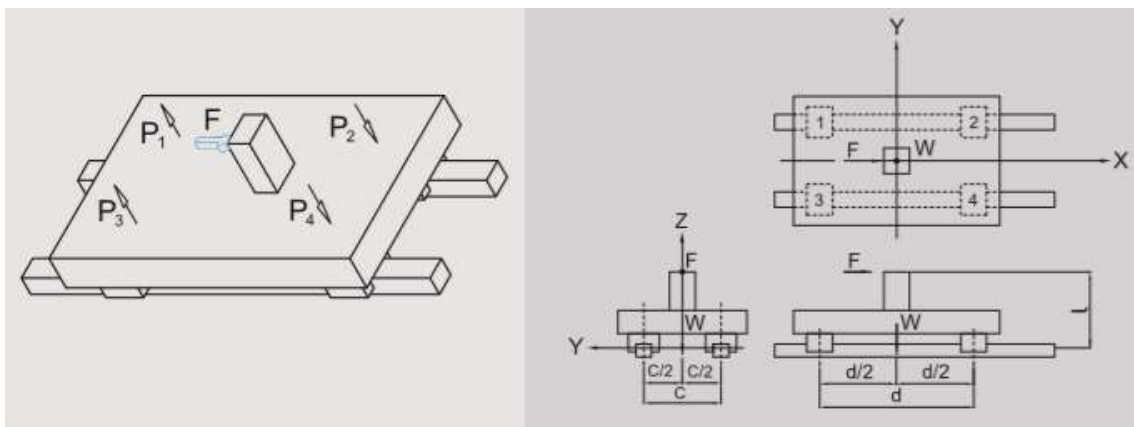


Рисунок.13 – схема распределения нагрузки на каретку.

$$P_1 = P_3 = \frac{W}{4} - F * \frac{l}{2} * d$$

$$P_2 = P_4 = \frac{W}{4} + F * \frac{l}{2} * d$$

где,

$P_n$ -нагрузка(радиальная),Н

$W$ -прилагаемый вес,кг

$F$ -внешняя сила,Н

$l$ -расстояние от внешней силы,м

$d$ -расстояние между каретками,м

$$P_1 = P_3 = \frac{10000}{4} - 15 * \frac{1}{2} * 0,5 = 2496,25 \text{ Н}$$

$$P_2 = P_4 = \frac{10000}{4} + 15 * \frac{1}{2} * 0,5 = 2500,25 \text{ Н}$$

По вычисленным значениям подберем каретку компании HIWIN HGH55CA:

## 2.7. Статический анализ.

С помощью статического анализа мы рассмотрим в какой части конструкции она терпит наибольшее напряжение и перемещение деталей.

Программным продукт Solidworks Simulation предлагает нам многофункциональное решение для анализа и расчета изделий, которые мы можем интегрировать в рабочую виртуальную среду программы.

Произведем статические испытания для поворотного стола и конструкции, на которой она установлена.

Вес установки составляет около 15 т. Также на установку крепится деталь с максимальной нагрузкой около 10 т.

1) Исходные Данные:

Ст2 ГОСТ 380-88;

Вертикальная нагрузка 10 000 Н.

Напряжение.

Из проведенных испытаний видно, что максимальное напряжение будет

Перемещение. Из испытаний видно, что максимально перемещение будет на

Далее рассмотрим случай, когда заготовка будет находится не в центре планшайбы, а установлена сбоку.

Приложим такую же вертикальную нагрузку на систему.



## **Вывод:**

В ходе проведённых работ был спроектирован привод линейного перемещения для поворотного стола. С помощью методик компании Hiwin были рассчитаны и выбран привод с ремённой передачей, ШВП, винт-гайка, подвижная и неподвижная опора и направляющие скольжения .

После всех подборок произведён статический анализ конструкции , на котором мы увидели какая на каком участке конструкции видно наибольшее напряжение .

### 3. Технологический раздел

#### Техническое задание

Разработать технологический процесс для мелкосерийного изготовления рабочего шпинделя.

Чертёж шпинделя представлен на рис.1.

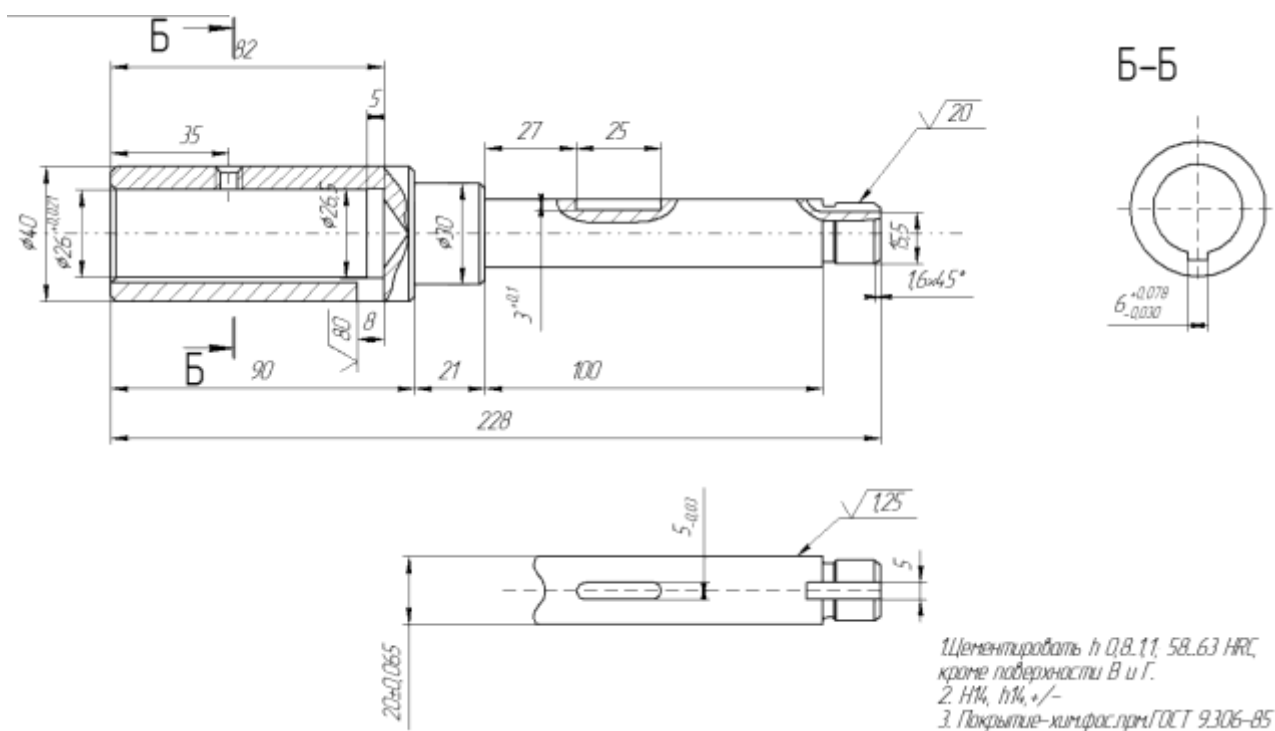


Рисунок 1. -Чертёж шпинделя.

## Введение

Машиностроение - одна из основных отраслей экономики, дающая определение развитию различных комплексов, например, ТЭК (топливно-энергетический комплекс), ТК (транспортный комплекс), СК (строительный комплекс) и множество других комплексов. От степени развития отрасли машиностроения напрямую зависят одни из важнейших удельных показателей ВВП Российской Федерации. В развитых экономически странах процент отрасли машиностроение в целом промышленном выпуске составляет приблизительно 35–50%, тем временем в РФ она лишь еще достигает 20%.

На данный момент сложнейшими проблемами в отрасли машиностроения, как и в ряде других отраслей промышленного хозяйства, является моральное и физическое старение технологического оборудования, достигающий около 60–80%. Большая часть технологических устройств не обновлял ничего уже более 15-20 лет. При всем этом инвестиции предприятий чрезвычайно малы и скорость выбывания технических устройств в 3-5 раз выше темпов проектирования и выхода из строя новых технических устройств.

Такая ситуация как следствие определенного ряда причин. Большинство предприятий используют не всю свою мощность и загружены всего на 30–50%, что является недостатком и не только инвестиционных, но и оборотных средств.

Организации отраслевой промышленности могло способствовать восстановление на высоком уровне государственной системы изучения технических и технологических приоритетов будущего в течении следующих 5-10 лет, так, как это уже развито в различных промышленно развитых странах (Англии, Германии, Японии, Франции, Америке). Чтобы воплотить это в жизнь на постоянной основе, пользуясь наработками ученых из РАН (Российской Академии Наук), используя ведущие центры технической и технологической направленности, под предводительством Министерства образования и науки России, а также привлекая заинтересованные министерства и ведомства, необходимо прогнозировать развитие техники и технологий, способствующие созданию кардинально новых продуктов, востребованных рынком. Следующим шагом является, прослеживание необходимых технологических схем, приводящих к производству необходимой продукции, иными словами определяя наличие (или отсутствие) необходимых фундаментальных и прикладных знаний, ноу-хау, технологий, специалистов, производственных мощностей и прочего.,

специализированный исследовательский центр обязан давать оценку времени и объему требуемых вложений для поддержания такого продукта.

Принимая во внимание то, что, к примеру, из существующего в стране технологического оборудования (станков, силовых агрегатов и пр.) в 3 млн. штук оборудования около 2 млн. штук уже отработали свой ресурс, практически невозможно представить, как предприятия различных отраслевых промышленности обновят свое технологическое оборудование (станки, силовые агрегаты и пр.) без государственной поддержки в довольно сжатые сроки.

### **3.1 Проектирование технологического процесса изготовления детали.**

Самым главным начальным параметром при проектировании технологического процесса является тип производства. Проектирование технологического процесса изготовления чаще всего протекает с различными трудностями и нюансами, которые нужно в каждом случае решать различными многокритериальными задачами с различными параметрами и характеристиками. В каждом случае необходимо решать различные сложные многокритериальные задачи со многими параметрами.

#### **3.1.1 Анализ технологичности конструкции детали.**

На этапах курсового проектирования, как и в производственных условиях, все конструкции (машины, узлы, детали) должны быть самым достаточно внимательным и тщательным образом проанализированы. Цель такого анализа – выявление недостатков конструкции по информации, в которой содержатся не только в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологического процесса рассматриваемой конструкции.

Технологический контроль чертежей сводится к тщательному их изучению. Рабочие чертежи обрабатываемых деталей должны содержать абсолютно все сведения, дающие четкое представление о детали, иными словами все сечения и разрезы, проекции детали наиболее четко, информативно и однозначно поясняющие ее особенности, конфигурацию и возможные способы получения заготовки. На чертеже всегда необходимо указать точные размеры с необходимыми допусками, классы чистоты обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимного положения поверхностей. Чертеж обязан

содержать все требуемые сведения о материале детали, температурной обработке, применяемых защитных и декоративных покрытиях, весе детали и прочего. В итоге, технологический контроль – особо важная ступень при проектировании технологических процессов и во многих случаях способствует выявлению и уточнению приведенных ранее факторов.

Технологический анализ конструкции позволяет улучшить технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса. Из этого следует, что технологический анализ – один из важнейших этапов технологической разработки, в том числе и курсового проектирования.

Анализируя деталь можно отметить ряд факторов:

- 1) Все размеры и требуемая точность должна обеспечиваться на доступном технологическом оборудовании;
- 2) Обрабатываемые поверхности должны быть легкодоступны для режущего инструмента.

Отрицательными с точки зрения технологичности следует считать следующие факторы:

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

### **3.2. Выбор вида и способа получения заготовки.**

Основным критерием для используемой заготовки всегда было поддержание заданного качества готовой продукции при минимальных затратах на ее изготовление. Себестоимость изделия рассчитывается складыванием себестоимости заготовки из расчетов цеха по заготовке и себестоимости дальнейшей доработки детали для получения требуемых требований качества по чертежу. Выбор заготовки зависит:

1. От габаритов изделия, его формы и спецификации;
2. Исходного материала;
3. Типа и вида производства;
4. Наличия необходимого оборудования.

Существует много различных способов получения заготовок. Например, мелкосерийное производство характеризуется тем, что большая часть металла уходит в

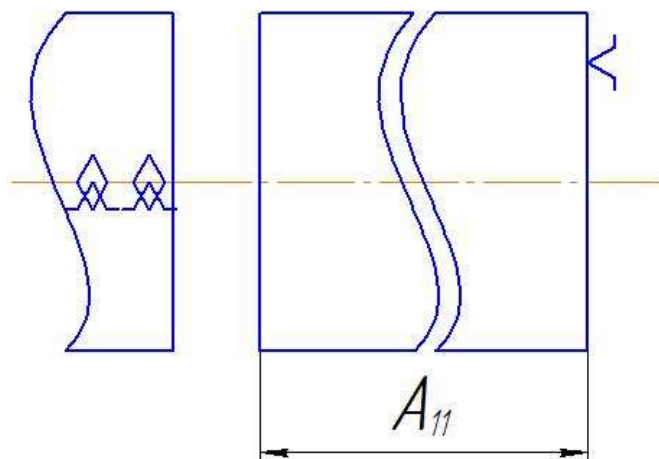
металлическую стружку, поэтому такого вида заготовка не до конца соответствует форме готового изделия.

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

Для заготовки был выбран сортовой горячекатаный прокат круглой формы из стали – сталь 20 диаметром 45 мм обычной точности по ГОСТ 1050-74.

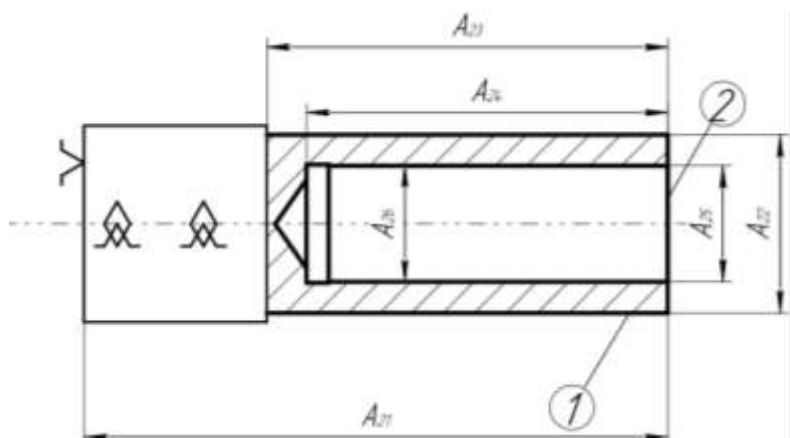
В данном случае при использовании сортового проката в качестве заготовки ее форма и размеры довольно близки к размерам готовой детали. Также горячекатаный сортовой прокат имеет однородную структуру, благодаря чему, в нем обеспечено постоянство механических свойств.

005 Заготовительная  
 А. Установить и закрепить пруток;  
 Отрезать заготовку и выдержать размер  $A_{11}$ , предварительно подрезав торец.



010 Токарная черновая с ЧПУ  
 А. Установить и закрепить заготовку в трёхкулачковом самоцентрирующемся патроне;

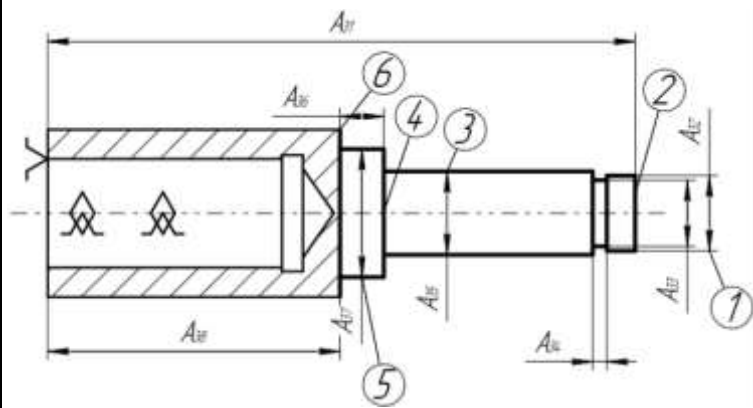
1. Подрезать торец 1, выдерживая размер  $A_{21}$ ;
2. Точить цилиндр 2, выдерживая размер  $A_{22}$  и  $A_{23}$ ;
6. Сверлить отверстие, сверлом (с подводом СОЖ), выдерживая размер  $A_{24}$ ;
7. Расточить отверстие, выдерживая размер  $A_{25}$ ;



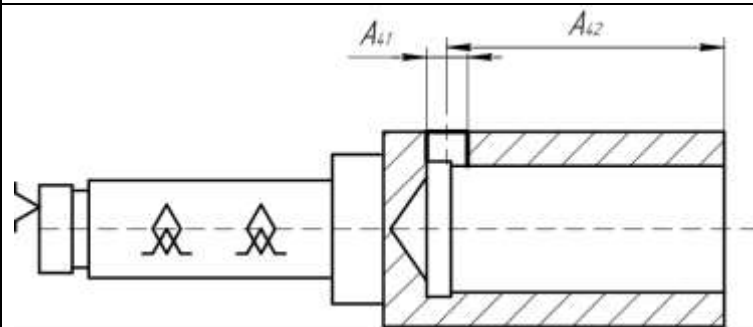
8. Расточить отверстие, выдерживая размер  $A_{26}$ ;
9. Сверлить отверстие с помощью центровочного сверла.

### 3.3. Составление технологического маршрута.

- 015 Токарная черновая с ЧПУ
1. Подрезать торец 1, выдерживая размер  $A_{31}$ ;
  2. Точить цилиндр 2, выдерживая размер  $A_{32}$ ;
  3. Проточить канавку диаметром  $A_{33}$ , выдерживая размер  $A_{34}$ ;
  4. Точить цилиндр 3, выдерживая размеры  $A_{35}$ ;
  5. Подрезать торец 4, выдерживая размеры  $A_{36}$ ;
  6. Точить цилиндр 5, выдерживая размер  $A_{37}$ ;
  7. Подрезать торец 6, выдерживая размеры  $A_{38}$ .



- 020 Токарно-сверлильная
- А. Установить заготовку в призму;
1. Сверлить отверстие, выдерживая размеры  $A_{41}$  и  $A_{42}$ .

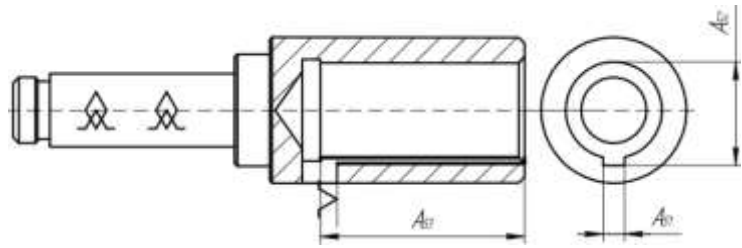




025 Фрезерная

А.

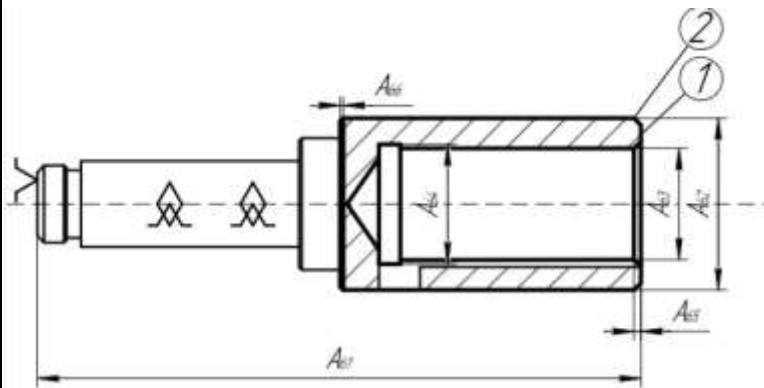
1. Фрезеруем шпоночный паз, выдерживая размеры  $A_{51}$ ,  $A_{52}$  и  $A_{53}$ .



030 Чистовая токарная с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку в трёхкулачковом патроне;

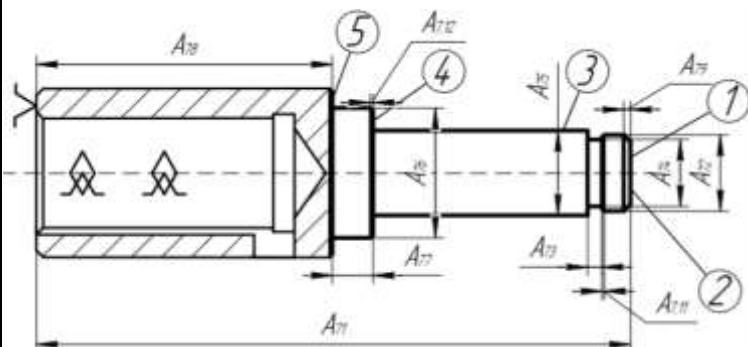
1. Подрезать торец 1, выдержав размер  $A_{61}$ ;  
 2. Точить цилиндр 2, выдержав размер  $A_{62}$ ;  
 3. Расточить отверстие, выдержав размер  $A_{63}$ ;  
 4. Расточить отверстие, выдержав размер  $A_{64}$ ;  
 5. Точить фаски, выдерживая размеры  $A_{65}$  и  $A_{66}$ .



035 Чистовая токарная с ЧПУ

А. Установить и закрепить заготовку в трёхкулачковом патроне;

1. Подрезать торец 1, выдерживая размер  $A_{71}$ ;  
 2. Точить цилиндр 2, выдерживая размер  $A_{72}$ ;  
 3. Проточить канавку диаметром  $A_{73}$ , выдержав размер  $A_{74}$ ;  
 4. Точить цилиндр 3, выдерживая размеры  $A_{75}$ ;  
 5. Подрезать торец 4, выдерживая размеры  $A_{76}$ ;



6. Точить цилиндр, выдерживая размер  $A_{77}$ ;

7. Подрезать торец 5, выдерживая размеры  $A_{78}$ .

8. Точить фаски, выдерживая размеры  $A_{79}$   $A_{7.11}$   $A_{7.12}$ .

040Тонкая токарная с ЧПУ  
 А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;

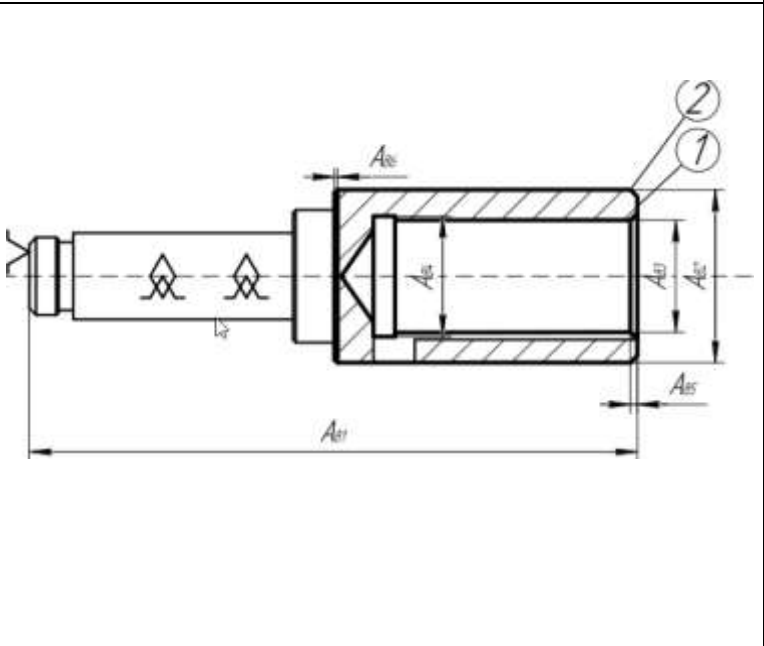
1. Подрезать торец 1, выдержав размер  $A_{81}$ ;

2. Точить цилиндр 2, выдержав размер  $A_{82}$ ;

3. Расточить отверстие, выдержав размер  $A_{83}$ ;

4. Расточить отверстие, выдержав размер  $A_{84}$ ;

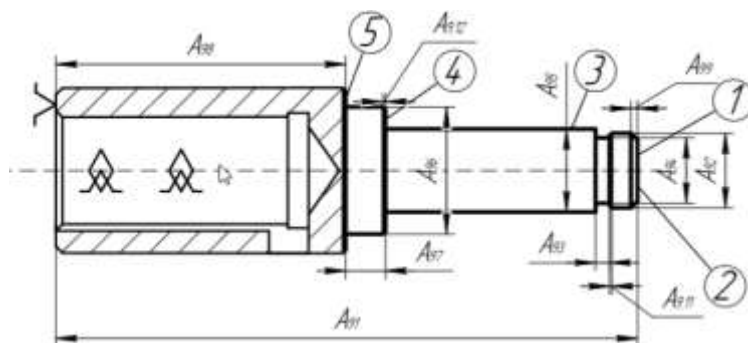
5. Точить фаски, выдерживая размеры  $A_{85}$  и  $A_{86}$ .



045 Тонкая токарная с ЧПУ  
 А. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;

1. Подрезать торец 1, выдерживая размер  $A_{91}$ ;
2. Точить цилиндр 2, выдерживая размер  $A_{92}$ ;
3. Проточить канавку диаметром  $A_{93}$ , выдержав размер  $A_{94}$ ;
4. Точить цилиндр 3, выдерживая размеры  $A_{95}$ ;
5. Подрезать торец 4, выдерживая размеры  $A_{96}$ ;
6. Точить цилиндр, выдерживая размер  $A_{97}$ ;
7. Подрезать торец III, выдерживая размеры  $A_{98}$ .

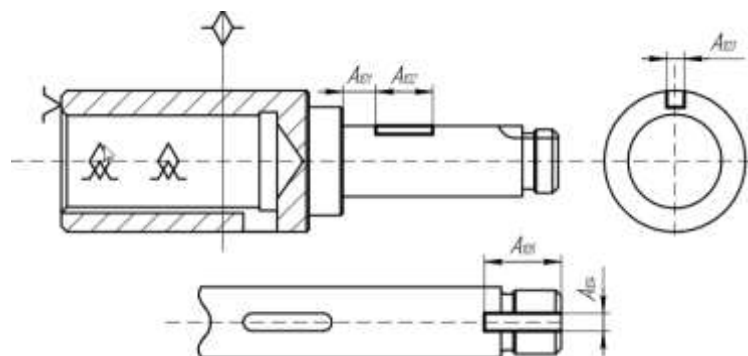
8. Точить фаски, выдерживая размеры  $A_{99}$   $A_{9.11}$   $A_{9.12}$ .

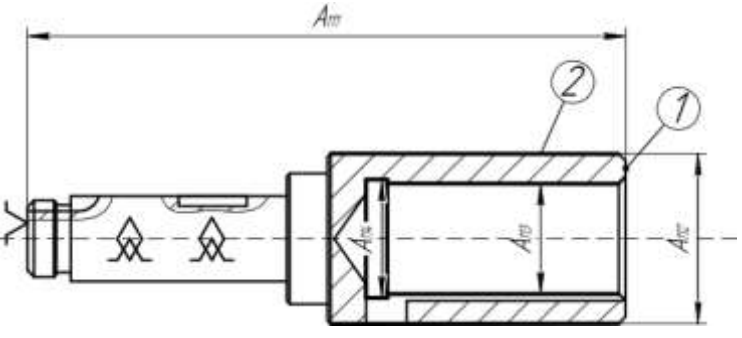
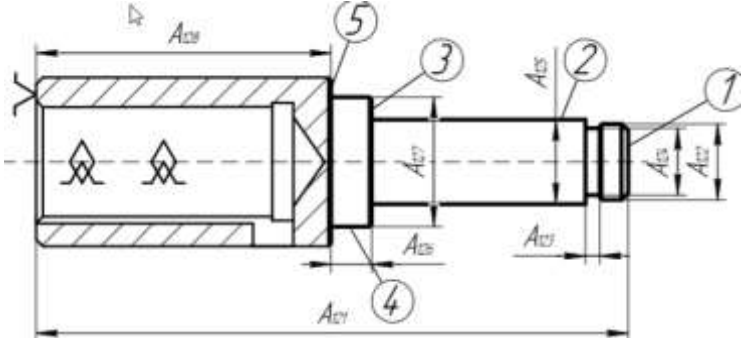


050 Фрезерная

А. Устанавливаем заготовку в призму

1. Фрезеруем паз пальчиковой фрезой, выдерживая размеры  $A_{101}$ ,  $A_{102}$  и  $A_{103}$ ;
2. Фрезеруем паз дисковой фрезой, выдерживая размеры  $A_{104}$ ,  $A_{105}$  и  $A_{106}$ ;



<p>055 Предварительно шлифовальная</p> <p>А. Установить и закрепить заготовку в трёхкулачковом патроне;</p> <p>1. Шлифовать торец 1, выдерживая размер <math>A_{111}</math>;</p> <p>2. Шлифовать цилиндр 2, выдерживая размер <math>A_{112}</math>;</p> <p>3. Шлифовать отверстие, выдерживая размер <math>A_{113}</math>;</p> <p>4. Шлифовать отверстие, выдерживая размер <math>A_{114}</math>;</p>	
<p>060 Установить и закрепить заготовку в трёхкулачковом патроне;</p> <p>1. Шлифовать торец 1, выдерживая размер <math>A_{121}</math>;</p> <p>2. Шлифовать цилиндр 2, выдерживая размер <math>A_{122}</math>;</p> <p>3. Шлифовать канавку диаметром <math>A_{123}</math>, выдерживая размер <math>A_{124}</math>;</p> <p>4. Шлифовать цилиндр 3, выдерживая размеры <math>A_{125}</math>;</p> <p>5. Шлифовать торец 4, выдерживая размеры <math>A_{126}</math>;</p> <p>6. Шлифовать цилиндр, выдерживая размер <math>A_{127}</math>;</p> <p>7. Шлифовать торец 5, выдерживая размеры <math>A_{128}</math>.</p>	
<p>065 Термическая обработка Цементация поверхности заготовки <math>h_{0,8...1,1}</math> мм. 58...63 HRC.</p>	

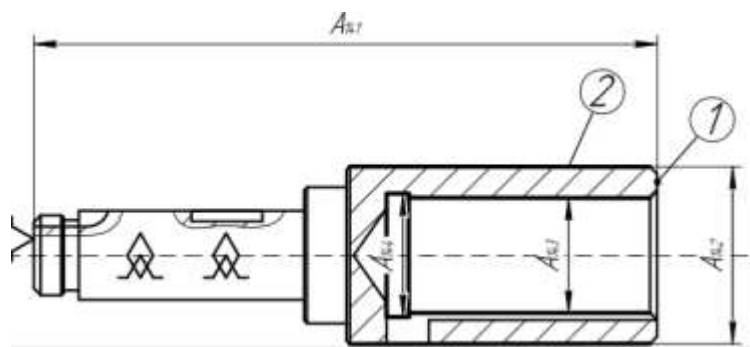
070 Чистовая шлифовальная  
А. Установить и закрепить  
заготовку в трехкулачковом  
патроне;

1. Шлифовать торец 1,  
выдерживая размер  $A_{140}$ ;

2. Шлифовать цилиндр 1,  
выдерживая размер  $A_{142}$ ;

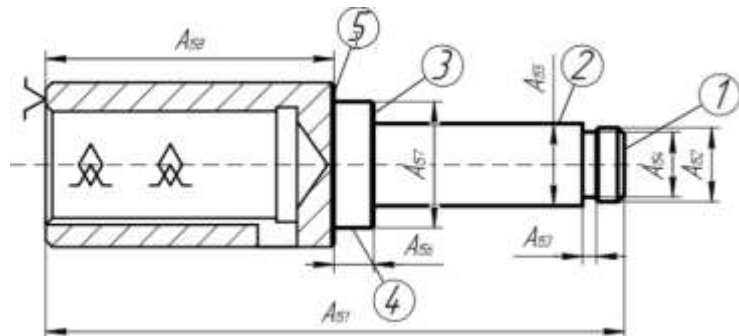
3. Шлифовать отверстие,  
выдерживая размер  $A_{143}$ ;

4. Шлифовать отверстие,  
выдерживая размер  $A_{144}$ ;



075 Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне;

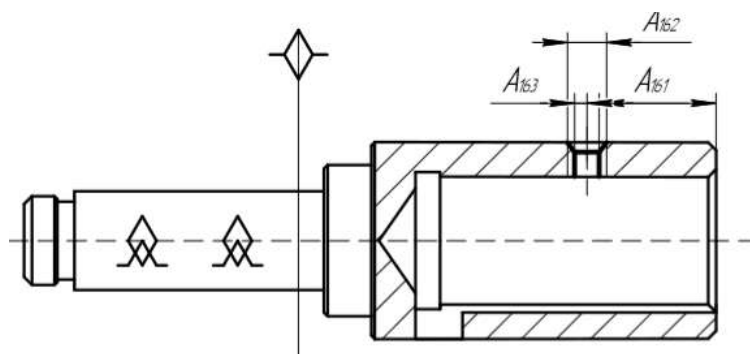
1. Шлифовать торец 1, выдерживая размер  $A_{151}$ ;
2. Шлифовать цилиндр 2, выдерживая размер  $A_{152}$ ;
3. Шлифовать канавку диаметром  $A_{153}$ , выдержав размер  $A_{154}$ ;
4. Шлифовать цилиндр 2, выдерживая размеры  $A_{155}$ ;
5. Шлифовать торец 3, выдерживая размеры  $A_{156}$ ;
6. Шлифовать цилиндр 4, выдерживая размер  $A_{157}$ ;
7. Шлифовать торец 5, выдерживая размеры  $A_{158}$ .



080 Сверлильная

А. Установить заготовку в призму;

1. Сверлить отверстие, выдерживая размеры  $A_{161}$  и  $A_{162}$ ;
2. Нарезать резьбу, выдерживая размер  $A_{163}$ .



### 3.4. Расчет припусков на обработку для размера 20 js 11 ( $\pm 0,065$ ) мм

В соответствии с заданием, необходимо рассчитать припуски на обработку и промежуточные предельные размеры для диаметрального размера 10 ( $\pm 0,032$ ).

Заготовку получаем путем отрезания от горячекатаного проката. Технологический маршрут обработки данного размера состоит из 5 технологических операций.

Так как заготовка устанавливается в самоцентрирующийся трехкулачковый патрон погрешность установки и закрепления принимаем равной нулю и не учитываем в расчетах.

Для заготовительной операции выбираем параметры  $Rz$  и  $T$  из табл.1, а для остальных операций.

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

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

Расчет общего отклонения оси от прямолинейности:

Расчет общего отклонения оси от прямолинейности:

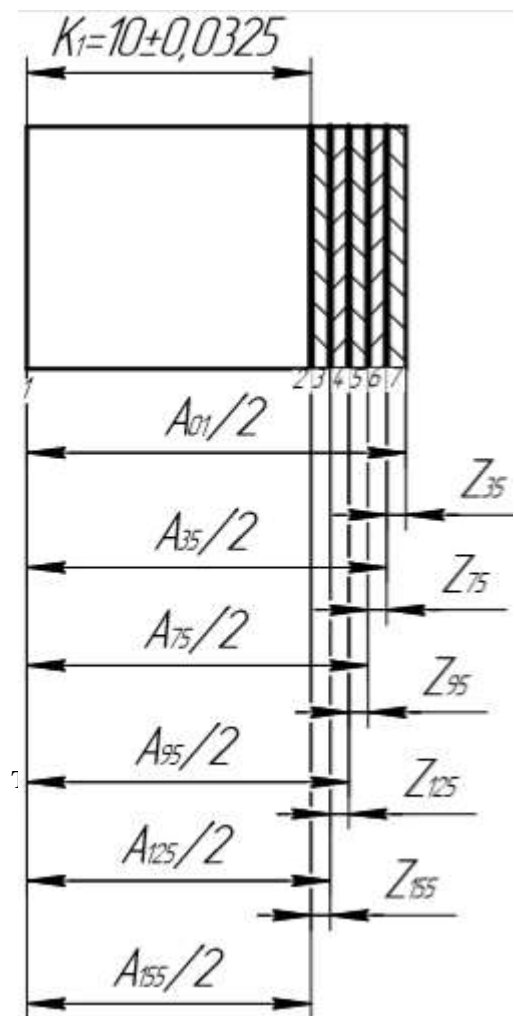
$$\Delta_{\Sigma K} = \Delta_K * l_K;$$

$\Delta_K$  – удельная кривизна [1, с. 186],  $l_K$  – размер от сечения.

$$\Delta_{\Sigma K} = 0.15 * 80 = 11,7 \text{ мкм};$$

Смещение  $\Delta_{\Sigma Ц}$  определяем как:

$$\Delta_{\Sigma Ц} = 0,25\sqrt{T^2 + 1};$$



T – предельное отклонение точности прокатки.

$$\Delta_{ц} = 0,25\sqrt{1,8^2 + 1} = 0,5 \text{ мм};$$

Используя значения, полученные выше, получаем:

$$\rho_{з\Sigma} = \sqrt{11,7^2 + 1520^2} = 500 \text{ мкм};$$

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

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

Где коэффициент уточнения  $K_y$ , выбирается согласно.

Для черного точения:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,06 * 500 = 30 \text{ мкм};$$

Для чистового точения:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,04 * 30 = 1,2 \text{ мкм};$$

Для тонкого точения:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,04 * 1,2 = 0,036 \text{ мкм};$$

Для предварительного шлифования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,03 * 0,036 = 0,00072 \text{ мкм};$$

Для чистового шлифования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,02 * 0,004 = 8,7 * 10^{-5} \text{ мкм};$$

Для тонкого шлифования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,02 * 8,7 * 10^{-5} = 1,8 * 10^{-6} \text{ мкм};$$

Полученные данные заносим в таблицу.



Номер а		Маршрут обработки	Обозначение припуска $Z_i$	Элементы припуска				Расчетный припуск			Допуск на припуск	Обозначение технологического	Квалитет допуска $A_i$	Допуск на технологический размер $A_i$ , мкм	Расчетные значения технологических размеров $A_i$		Расчетные значения диаметров шейки вала	
Тех. операции	Перехода			$Rz_{i-1}$ , мкм	$h_{i-1}$ , мкм	$\rho_{\Sigma i-1}$ , мкм	$\Delta_{yi}$ , мкм	$Z_{min}$ , мкм	$Z_{max}$ , мкм	$Z_{ном}$ , мкм					$T_{Z_i}$ , мкм	$A_{min}$ , мм	$A_{max}$ , мм	$D_{2min}$ , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0		Заготовка – горячекатаный прокат.	–	320	400	370	0	–	–	–	–	$\frac{A_{01}}{2}$	Класс точности В	520	10,986	11,012	21,972	22,024
15	А	Черновое точение : обточить заготовку в размер $A_{35}$ .	$Z_{35}$	63	60	3,6	0	305	655	565		$\frac{A_{35}}{2}$	14	180	10,698	10,958	21,396	21,916
35	А	Чистовое точение : обточить заготовку в размер $A_{75}$ .	$Z_{75}$	32	30	0,007	0	127	252	217		$\frac{A_{75}}{2}$	14	70	10,303	10,393	20,606	20,786
45	А	Тонкое точение : обточить заготовку в размер $A_{95}$ .	$Z_{95}$	6,3	20	0	0	62	119	97		$\frac{A_{95}}{2}$	14	43	10,141	10,176	20,282	20,352

60	А	Предварительное шлифование: шлифовать заготовку в размер А <sub>125</sub> .	Z <sub>125</sub>	6,3	12	0	0	26	59	48		$\frac{A_{125}}{2}$	12	21	10,031	10,079	20,158	20,158
75	А	Чистовое шлифование: шлифовать заготовку в размер А <sub>155</sub> .	Z <sub>155</sub>	2	3	0	0	18	31	29		$\frac{A_{155}}{2}$	11	13	9,9675	10,0325	19,935	20,065

### 3.5. Расчет параметров и технологических размеров.

Для  $Z_{155}$ :

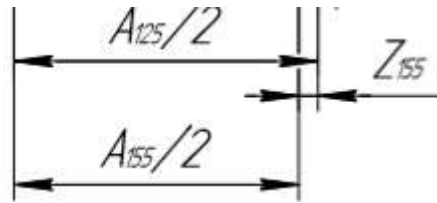


Рис. Технологическая размерная цепь для припуска  $Z_{155}$

Примем замыкающее звено  $Z_{155}$  уменьшающим, тогда и  $A_{155}/2$  звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено  $A_{125}/2$  будет увеличивающим.

Определим значение размера  $A_{125}^{min}/2$  из уравнений:

$$Z_{155} = A_{155}/2 - A_{125}/2;$$

$$Z_{155}^{min} = A_{125}^{min}/2 - A_{155}^{max}/2;$$

$$A_{125}^{min}/2 = Z_{155}^{min} + A_{155}^{max}/2;$$

$$A_{155}^{max}/2 = 10 + 0,0325 = 10,0325 \text{ мм};$$

$$A_{125}^{min}/2 = 10,031 \text{ мм};$$

Определим значение размера  $A_{125}^{max}/2$  из уравнений:

$$A_{125}^{max}/2 = A_{125}^{min}/2 + Td_{A_{125}/2};$$

$$A_{125}^{max}/2 = 10,079 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции  $Z_{155}^{max}$ :

$$Z_{155}^{max} = A_{125}^{max}/2 - A_{155}^{min}/2;$$

$$A_{155}^{min}/2 = 10 - 0,0325 = 9,9675 \text{ мм};$$

$$Z_{155}^{max} = 0,031;$$

Определим номинальный припуск для данной операции  $Z_{155}^{ном}$ :

$$Z_{155}^{\text{НОМ}} = A_{125}^{\text{НОМ}}/2 - A_{155}^{\text{НОМ}}/2;$$

$$Z_{155}^{\text{НОМ}} = 2,9_{-0,65}^{+0,65}$$

Для  $Z_{125}$ :

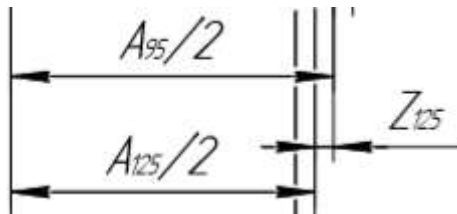


Рис. Технологическая размерная цепь для припуска  $Z_{125}$

Примем замыкающее звено  $Z_{125}$  уменьшающим, тогда и  $A_{125}/2$  звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено  $A_{95}/2$  будет увеличивающим.

Определим значение размера  $A_{95}^{\text{min}}/2$  из уравнений:

$$Z_{125} = A_{95}/2 - A_{125}/2;$$

$$Z_{125}^{\text{min}} = A_{95}^{\text{min}}/2 - A_{125}^{\text{max}}/2;$$

$$A_{125}^{\text{min}}/2 = Z_{125}^{\text{min}} + A_{125}^{\text{max}}/2;$$

$$A_{125}^{\text{max}}/2 = 10,079 \text{ мм};$$

$$A_{95}^{\text{min}}/2 = 10,141 \text{ мм};$$

Определим значение размера  $A_{95}^{\text{max}}/2$  из уравнений:

$$A_{95}^{\text{max}}/2 = A_{95}^{\text{min}}/2 + Td_{A_{95}}/2;$$

$$A_{95}^{\text{max}}/2 = 10,176 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции  $Z_{134}^{\text{max}}$ :

$$Z_{125}^{\text{max}} = A_{195}^{\text{max}}/2 - A_{125}^{\text{min}}/2;$$

$$Z_{125}^{max} = 0,059 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции  $Z_{125}^{HOM}$ :

$$Z_{125}^{HOM} = A_{95}^{HOM} / 2 - A_{125}^{HOM} / 2;$$

$$Z_{125}^{HOM} = 0,048_{-0,5}^{+0,9};$$

Для  $Z_{95}$ :

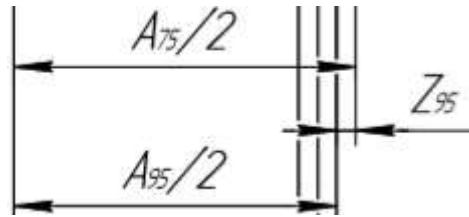


Рис. Технологическая размерная цепь для припуска  $Z_{95}$

Примем замыкающее звено  $Z_{95}$  уменьшающим, тогда и  $A_{95}/2$  звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено  $A_{75}/2$  будет увеличивающим.

Определим значение размера  $A_{75}^{min} / 2$  из уравнений:

$$Z_{95} = A_{75} / 2 - A_{95} / 2;$$

$$Z_{95}^{min} = A_{75}^{min} / 2 - A_{95}^{max} / 2;$$

$$A_{75}^{min} / 2 = Z_{95}^{min} + A_{95}^{max} / 2;$$

$$A_{95}^{max} / 2 = 10,176 \text{ мм};$$

$$A_{75}^{min} / 2 = 10,303 \text{ мм};$$

Определим значение размера  $A_{75}^{max} / 2$  из уравнений:

$$A_{75}^{max} / 2 = A_{75}^{min} / 2 + Td_{A_{75} / 2};$$

$$A_{75}^{max} / 2 = 10,393 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции  $Z_{95}^{max}$ :

$$Z_{95}^{max} = A_{75}^{max} / 2 - A_{95}^{min} / 2;$$

$$Z_{95}^{max} = 0,119 \text{ мм};$$

Определим номинальный припуск для данной операции  $Z_{95}^{НОМ}$ :

$$Z_{95}^{НОМ} = A_{75}^{НОМ} / 2 - A_{95}^{НОМ} / 2;$$

$$Z_{95}^{НОМ} = 0,097_{-0,71}^{+0,43}$$

Для  $Z_{75}$ :

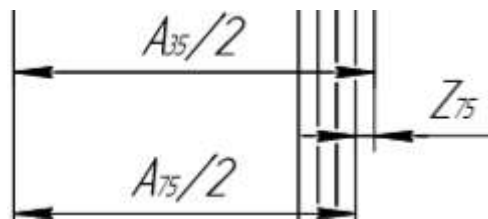


Рис. Технологическая размерная цепь для припуска  $Z_{75}$

Примем замыкающее звено  $Z_{75}$  уменьшающим, тогда и  $A_{75}/2$  звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено  $A_{35}/2$  будет увеличивающим.

Определим значение размера  $A_{35}^{min} / 2$  из уравнений:

$$Z_{75} = A_{35}/2 - A_{75}/2;$$

$$Z_{75}^{min} = A_{35}^{min} / 2 - A_{75}^{max} / 2;$$

$$A_{35}^{min} / 2 = Z_{75}^{min} + A_{75}^{max} / 2;$$

$$A_{75}^{max} / 2 = 10,393 \text{ мм};$$

$$A_{35}^{min} / 2 = 10,698 \text{ мм};$$

Определим значение размера  $A_{35}^{max} / 2$  из уравнений:

$$A_{35}^{max} / 2 = A_{57}^{min} / 2 + Td_{A_{35}/2};$$

$$A_{35}^{max} / 2 = 10,958 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции  $Z_{75}^{max}$ :

$$Z_{75}^{max} = A_{35}^{max} / 2 - A_{75}^{min} / 2;$$

$$Z_{75}^{max} = 0,252 \text{ мм}$$

Определим номинальный припуск для данной операции  $Z_{75}^{НОМ}$ :

$$Z_{75}^{НОМ} = A_{35}^{НОМ} / 2 - A_{55}^{НОМ} / 2;$$

$$Z_{35}^{НОМ} = 0,565_{-0,09}^{+0,18}$$

Для  $Z_{35}$ :

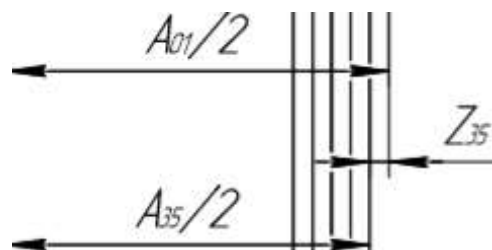


Рис. Технологическая размерная цепь для припуска  $Z_{35}$

Примем замыкающее звено  $Z_{35}$  уменьшающим, тогда и  $A_{35}/2$  звено размерной цепи будет уменьшающим, а звено  $A_{01}/2$  будет увеличивающим.

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

$$Z_{35} = A_{01}/2 - A_{35}/2;$$

$$Z_{35}^{min} = A_{01}^{min} / 2 - A_{35}^{max} / 2;$$

$$A_{01}^{min} / 2 = Z_{35}^{min} + A_{35}^{max} / 2;$$

$$A_{35}^{max} / 2 = 10,958 \text{ мм}$$

$$A_{01}^{min} / 2 = 10,986 \text{ мм};$$

Определим значение размера  $A_{02}^{max}/2$  из уравнений:

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

$$A_{01}^{max} / 2 = 11,012 \text{ мм};$$

Определим максимальный припуск для данной операции  $Z_{35}^{max}$ :

$$Z_{35}^{max} = A_{01}^{max} / 2 - A_{27}^{min} / 2;$$

$$Z_{35}^{max} = 0,065 \text{ мм}$$

Определим номинальный припуск для данной операции  $Z_{27}^{НОМ}$ :

$$Z_{35}^{НОМ} = A_{01}^{НОМ} / 2 - A_{35}^{НОМ} / 2;$$

$$Z_{35}^{НОМ} = 2,9_{-0,65}^{+0,65}$$

Выбираем заготовку диаметром 45 мм.

### 3.6. Расчет режимов обработки.

Расчет режимов обработки произведем для 3 операций, при условии снятия максимального припуска.

#### Растачивание канавок

Точить канавки шириной 4 диаметром  $\varnothing 42$  до  $\varnothing 16$ . Точим за несколько проходов.

Инструмент – резец токарный отрезной с твердосплавной пластинкой Т15К6.

Параметры:  $\varphi = 90^\circ$   $\lambda = 0^\circ$   $\gamma = 10^\circ$  [8, с119]

Скорость резания:

$$V_{рез} = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \quad [8, \text{с } 265]$$

Глубина резания  $t=1$  мм, подача  $S=0,3$  мм/об.

Стойкость инструмента  $T=60$  мин.

Коэффициенты и показатели степени по таб. 17 [8, с 269]:

$C_v=420$ ,  $m=0.2$ ,  $x=0.15$ ,  $y=0.20$ .



$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \quad [8, \text{с } 282]$$

где  $K_n=1.0$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента, по табл. 6 [8, с263]

$K_n=1$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности, по табл. 5 [8, с263]

$$K_m = K_\Gamma \cdot \left( \frac{750}{\sigma_v} \right)^{n_v} \quad \text{– коэффициент, учитывающий материал заготовки, по табл. 2 [8, с263]}$$

$n_v=1, K_\Gamma=1,0$  таб. 2 [8, с262] ;  $\sigma_B = 980$  МПа

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^1 = 0,8$$

$$K_v = 0,8 \cdot 1 \cdot 1,0 = 0,8$$

Скорость резания:

$$V_{рез} = \frac{420 \cdot 0,8}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} = 189,8 \text{ м / мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{заг}} = \frac{1000 \cdot 189,8}{3,14 \cdot 63} = 959,5 \text{ об / мин}$$

Сила резания:

$$P_{xyz} = 10 \cdot C_v \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad [8, \text{с271}]$$

Значение коэффициентов и показателей степени по табл. 32 [8, с281]

$C_M=0,09$ ;  $q=1$ ;  $x=0,9$ ;  $y=0,8$ ;

$C_P=67$ ;  $x=1,2$ ;  $y=0,65$ ;

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{qp} \cdot K_{rp} \cdot K_{\lambda p} \quad [8, \text{с271}]$$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_s}{750} \right)^{n_v} = 1,3 \quad \text{– коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала}$$

по табл. 9 [8, с264]

$K_{qp} = 0,89$  коэффициенты, учитывающие геометрические параметры режущей части инструментов

$$K_p = 1,3 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2$$

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 189,8^{-0,15} \cdot 1,2 = 662,4 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{552 \cdot 189,8}{1020 \cdot 60} = 2,05 \text{ кВт} \quad [8, \text{ с}271]$$

Требуемая мощность привода станка:

$$N_{mp} = \frac{N_{рез}}{\eta} = \frac{2,05}{0,85} = 1,9 \text{ кВт}$$

## Токарная чистовая

Точить поверхность  $\varnothing 21,396$  до  $\varnothing 20,6$ . Точим за несколько проходов.

Инструмент – токарный проходной упорный резец с твердосплавной пластинкой Т15К6.

Параметры:  $\varphi = 90^\circ$   $\lambda = 0^\circ$   $\gamma = 10^\circ$   $r = 0,5 \text{ мм}$  [8, с119 ]

Скорость резания.

$$V_{рез} = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \quad [8, \text{ с} 265]$$

Глубина резания  $t=0,5$  мм, подача  $S=0,25$  мм/об.

Стойкость инструмента  $T=30$  мин.

Коэффициенты и показатели степени по таб. 17 [8, с 269] :

$C_v=420$ ,  $m=0,2$ ,  $x=0,15$ ,  $y=0,20$ .

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \quad [8, \text{с } 282]$$

где  $K_{и}=1.0$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента, по табл. 6 [8, с263]

$K_{п}=1$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности, по табл. 5 [8, с263]

$$K_{mv} = K_{Г} \cdot \left( \frac{750}{\sigma_v} \right)^{n_v} \quad \text{– коэффициент, учитывающий материал заготовки, по табл. 2 [8, с263]}$$

$n = 1$ ,  $K_{Г} = 1,0$  таб. 2 [8, с262] ;  $\sigma_B = 980$  МПа

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^1 = 0,8$$

$$K_v = 0,8 \cdot 1 \cdot 1,0 = 0,8$$

Скорость резания:

$$V_{рез} = \frac{420 \cdot 0,8}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} = 216,4 \text{ м / мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{заг}} = \frac{1000 \cdot 216,4}{3,14 \cdot 66} = 1044,2 \text{ об / мин}$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad [8, \text{с271}]$$

Коэффициенты и показатели степени по табл.22 [8, с271]

$C_p=300$ ;  $x=1$ ;  $y=0,5$ ;  $n=-0,15$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{qp} \cdot K_{rp} \cdot K_{lp} \quad [8, \text{с271}]$$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_6}{750} \right)^{n_v} = 1,3 \quad \text{– коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала}$$

по табл. 9 [8, с264]

$K_{\varphi\rho} = 0,89$  коэф-ы, учитывающие геометрические параметры режущей части инструментов

$K_{\gamma\rho} = 1$  по табл. 23[8, с275]

$K_{\lambda\rho} = 1$

$K_p = 1,3 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2$

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 216,4^{-0,15} \cdot 1,2 = 283,5H$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{283,5 \cdot 216,4}{1020 \cdot 60} = 1кВт \quad [8, с271]$$

Требуемая мощность привода станка:

$$N_{mp} = \frac{N_{рез}}{\eta} = \frac{1}{0,85} = 1,05кВт$$

## Точить фаску

Инструмент – резец фасочный двусторонний 2136-0709 ГОСТ 18875-73

Геометрия твердосплавной пластины:

Радиус при вершине –  $r = 1.2$  мм;

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

Главный угол в плане –  $\varphi = 45$  градусов;

Угол наклона режущей кромки  $\lambda = 6$  градусов;

Главный передний угол  $\gamma = 6$  градусов.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V K_V}{T^{m_t} x_{SY}} \quad [3, с 265]$$

Глубина  $t = 1.5$  мм, подача на оборот  $S = 0.05$  мм/об

Стойкость инструмента  $T=20$  мин.

Коэффициенты и показатели степени по таб. 17 [3, с 269] :

$$C_v=340, m=0.2, x=0.15, y=0.2.$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 * \left( \frac{750}{850} \right)^{0.75} = 0.9$$

$$K_V = K_{MV} K_{ПV} K_{иV} = 1.67 * 0.9 * 1 = 1.5$$

Скорость резания:

$$V = \frac{340 * 0.9}{20^{0.2} 1.5^{0.15} 0.05^{0.2}} = 228 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi d_{\text{заг}}} = \frac{1000 * 288}{\pi * 53} = 1050 \text{ об/мин}$$

Сила резания:

$$P_Z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 * 300 * 1.5^1 * 0.05^{0.75} * 288^{-0.15} * 1.13 = 210 \text{ Н}$$

Коэффициенты и показатели степени по табл.22 [3, с271]

$$C_p = 300; x = 1; y = 0.75; n = -0.15$$

$$K_p = K_{\text{мр}} K_{\varphi\text{р}} K_{\gamma\text{р}} K_{\lambda\text{р}} = 1.13 * 1 * 1.15 * 1 = 1.3 \text{ [3, с271]}$$

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z * V}{1020 * 60} = \frac{210 * 228}{1020 * 60} = 0,71 \text{ кВт [3, с 271]}$$

Требуемая мощность привода станка:

$$N = \frac{N_{\text{рез}}}{\eta} = \frac{0.71}{0.85} = 0,83 \text{ кВт}$$

Учитывая диаметр обрабатываемой заготовки и требуемую мощность выбираем станок 16Б16Ф3.

### 3.7. Выбор оборудования.

Учитывая диаметр обрабатываемой заготовки и требуемую мощность по табл. 9 [2.стр.16] выбираем станок с ЧПУ модели 16Б16Ф3.

### Технические характеристики станка 16Б16Ф3

Станки 16Б16Ф3 применяются для выполнения финишных операций токарной обработки, а также для нарезания метрической, дюймовой, модульной и питчевой резьб. Изделие устанавливается в центрах, патроне или цангах.

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной	320
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом	160
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	710
Шаг нарезаемой резьбы: метрической	0,2-10
Частота вращения шпинделя, об/мин	12,5 – 2500
Число скоростей шпинделя	22
Наибольшее перемещение суппорта продольное	900
Наибольшее перемещение суппорта поперечное	250
Подача суппорта продольная, мм/мин	6-200
Подача суппорта поперечная, мм/мин	3-600
Скорость быстрого перемещения суппорта продольного, мм/мин	20
Скорость быстрого перемещения суппорта поперечного, мм/мин	2000
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	4

### 3.8. Нормирование технологических переходов, операций.

Техническое нормирование устанавливает технически обоснованную норму расхода производственных ресурсов - рабочего времени, энергии, сырья, материалов, инструментов и т.п. Основы технологического нормирования устанавливает ГОСТ 3.1109-82.

Норма времени- регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

В машиностроении за единицу объема работ, на который устанавливается норма времени, принимают операцию.

Нормирование будем вести для сверлильной операции. Нормирование будет заключаться в определении штучного времени. Расчет норм времени осуществляется на основании РТК (см графическую часть курсового проекта).

### 3.8.1 Расчет нормы основного времени.

Основное или технологическое время, это время, в течение которого производится снятие стружки, т. е. происходит изменение формы, размеров и внешнего вида детали. Если этот процесс совершается только станком без непосредственного участия рабочего, то это время будет машинно-автоматическим; если же процесс снятия стружки совершается станком при непосредственном управлении инструментом или перемещении детали рукой рабочего, то это время будет машинно-ручным. В основное время входит время, затрачиваемое на врезание и перебег (подход и выход) режущего инструмента, на обратные ходы (у строгальных, долбежных и других станков), на проход инструмента при пробных стружках; поэтому при подсчете основного времени расчетная длина обработки принимается с учетом всех этих приемов. Основное время считается по формуле:

$$T_{\text{осн}} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{n_i S_i} \cdot i;$$

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

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

$n_i$ - рабочая частота вращения шпинделя, об/мин;

$i$  – число проходов  $i$ -го инструмента.

#### 1.Подрезка торца

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

где  $l$  - длина обработки

$i$ -число проходов.

$$l = l_{\text{под}} + l_{\text{рез}} = 16 + 10 = 26 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{16}{0,25 \cdot 1000} \cdot 1 = 0,104 \text{ мин}$$

2. Точить поверхность

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

$$l = l_{\text{под}} + l_{\text{рез}} + l_{\text{отв}} = 3 + (15 + 30 + 7) + 2 = 52 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{52}{0,25 \cdot 1000} \cdot 2 = 0,308 \text{ мин}$$

3. Проточить канавки

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

$$l = l_{\text{рез}} + l_{\text{под}} = 4 + 1,5 = 5,5 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{5,5}{0,3 \cdot 1000} \cdot 1 = 0,018 \text{ мин}$$

4. Точить фаски



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

$$l = l_{рез} + l_{под} = 1 + 2 = 3 \text{ мм}$$

$$T_o = 3 \cdot \frac{3}{0.1 \cdot 315} \cdot 3 = 0,85 \text{ мин}$$

### 3.8.2 Расчет нормы вспомогательного времени.

Во вспомогательное время входит:

- время управления станком: пуск, останов, перемена скорости, подачи и т. п.;
- время на перемещение инструмента;
- время на установку; закрепление и снятие приспособления, инструмента и детали во время работы;
- время на приемы измерения детали: взять инструмент, установить, измерить, отложить инструмент и т. п.

Определение времени, требующегося на холостые ходы и смену инструмента:

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

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

$L_{xxi}$  – путь пройденный  $i$ -м инструментом на холостом ходу, мм (согласно РТК);

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

$i$ -число холостых ходов  $i$ -го инструмента;

$T_{см.ин.}$ - время смены инструмента, мин;

$T_{см.ин.} = 0,05$  мин.

$$T_B = t_{ycm} + t_{изм} + T_{xx} ;$$

$$T_B = 0.17 + 0.58 + 5.972 = 6,722 \text{ мин.}$$

Время на поворот резцедержателя  $t = 0,04 \cdot 5 = 0,2 \text{ мин}$

$$T_a = T_{осн} + T_g + T_{np} = 1,06 + 0,639 + 0,65 = 2,349 \text{ мин,}$$

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

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

$$k_{тв} = 1, k = 5\%.$$

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

### **3.8.3. Расчет нормы времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности рабочего.**

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

время на наладку и регулировку станка в процессе работы;

время на смену затупившегося инструмента;

время на правку инструмента оселком (резца) или алмазом (шлифовального круга) в процессе работы;

время на удаление стружки в процессе работы.

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

время на раскладку инструмента в начале смены и уборку его по окончании смены;

- время на чистку и смазку станка;
- время на осмотр и опробование станка.

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

$$T_{обсл} = T_{от} = 4 - 6\% T_o,$$

$$T_{обсл} = T_{от} = 0.240 \text{ МИН.}$$

### 3.8.4. Определение нормы подготовительно-заключительного времени.

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

По карте 50 [с.300, 9] примем  $t_{п-з}=6$  мин.

#### 1.7.6 Определение нормы штучного времени.

Норма времени, которое дается на обработку детали или каких-то поверхностей детали на данной технологической операции называется нормой штучного времени и складывается из:

- основного (машинного) или технологического времени;
- вспомогательного времени;
- времени обслуживания рабочего места;
- времени перерывов на отдых и физиологические потребности.

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отдых},$$

$$T_{шт} = 0,78 + 6,522 + 0.240 + 0.240 = 7,482 \text{ МИН.}$$

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{N},$$

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{N} = 7,482 + \frac{6}{10} = 8,082 \text{ МИН.}$$

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

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проделанной работы был спроектирован технологический процесс (не в полном объеме) изготовления рабочего шпинделя в условиях мелкосерийного производства. Данное курсовое проектирование учит пользоваться справочной литературой, ГОСТами, таблицами и нормами. Была рационально выбрана заготовка для рабочего шпинделя, составлен технологический маршрут обработки, рассчитаны припуски на механическую обработку для линейного размера, выбрано необходимое оборудование, в соответствии с режимами резания, для операции 035, выполнено нормирование технологических переходов. Следовательно, были приобретены необходимые технологические навыки и знания.

Данный единичный технологический процесс разрабатывался в учебных целях, для приобретения навыков и умений в применении знаний по данной дисциплине и другим общетехническим дисциплинам путем самостоятельного решения конкретных технологических задач при проектировании технологического процесса.

#### 4. РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Н41	Василишиной Ксении Алексеевне

Школа	Новых производственных технологий	Отделение школы(НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Показатели оценки качества разработки.</li> <li>2. Показатели оценки коммерческого потенциала разработки.</li> <li>3. Сильные и слабые стороны, возможности и угрозы проекта.</li> </ol>	<p>-Надежность, простота эксплуатации, возможность автоматизации измерений и т.д.;</p> <p>-Конкурентоспособность, цена, срок выхода на рынок, перспективность рынка, послепродажное обслуживание, и т.д.</p>
--	--

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

1. Оценка качества разработки и ее перспективности на рынке с помощью технологии <i>QuaD</i> .	-Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации;
2. Расчет бюджета научно-технического исследования.	-Материальные затраты проекта, основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы, контрагентные расходы, накладные расходы, отчисления во внебюджетные фонды

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.04.2018г.
--	--------------

##### Задание выдал консультант:

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

##### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Василишина К.А.		

## **Введение**

Разработка данного проекта актуальна для производства точных и качественных деталей, которые в будущем будут долго служить газо-нефтепроводам и различным трубным системам. Благодаря установке сканирования деталей, мы точно можем выявить все недостатки заготовки и выбрать более подходящий участок обработки, чтобы изготовить более прочную и точную деталь.

Целью данного раздела является оценка конкурентоспособности и востребованности проекта на рынке, планирования и расчет бюджета проекта, так как именно эти параметры определяют перспективность разработки.

В сегодняшнем производстве самые главные черты и особенности-экономичность, практичность, надежность и качество.

Для оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения разработанного проекта выполним раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». В данном разделе рассмотрим несколько задач:

- Составление графика проекта с целью планирования и распределение обязанностей сотрудников;
- Расчёт бюджета проекта;
- Оценка коммерческого потенциала и оценка качества разработки с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;

#### 4.1. Технология QuaD.

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет из себя гибкий инструмент измерения характеристик, которые описывают качество новой разработки, а также ее перспективности на рынке, что позволяет принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений. Такая технология может использоваться при проведении различных маркетинговых исследований, которые существенным образом снижет их трудоемкость и повышает точность и достоверность результатов.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации. В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по балльной системе, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 11.

Таблица 11. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
Удобство в эксплуатации	0,1	85	100	0,85	0,1105
Уровень шума	0,1	87	100	0,87	0,1131
Точность изготовления детали	0,15	90	100	0,78	0,078
Ремонтопригодность	0,08	88	100	0,88	0,0704
Надежность	0,1	72	100	0,72	0,0504
Производительность	0,15	80	100	0,8	0,096
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
Перспективность рынка	0,05	87	100	0,87	0,0348
Цена	0,05	66	100	0,66	0,0198
Послепродажное обслуживание	0,07	69	100	0,69	0,0345

Срок выхода на рынок	0,07	67	100	0,67	0,0345
<b>Итого</b>	<b>1</b>	-	-	-	<b>0,795</b>

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \sum P_i \cdot 100,$$

где  $P_{\text{ср}}$  – средневзвешенное значение показателей качества и перспективности научной разработки;  $P_i$  – средневзвешенное значение показателя. Значение  $P_{\text{ср}}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования.

$$P_{\text{ср}} = \sum P_i \cdot 100 = 0,795 \cdot 100 = 79,5 \approx 80.$$

По результатам оценки качества и перспективности разработка имеет оценку перспективно ( $P_{\text{ср}} = 79,5$ ) и выгодной для инвестиций. Основные слабые стороны были выявлены при оценке коммерческого потенциала разработки. Основной проблемой являются имеющиеся на рынке конкуренция, цена и сроки выхода на рынок. Данные недостатки устранимы с помощью выпуска более привлекательного продукта, а также наладка производства (налаженные поставки комплектующих и оборудования, проектирование без простоев и т.д.).



## 4.2. Разработка графика проведения научного исследования

Для наглядной демонстрации разработки проекта рассмотрим временные показатели проведения научного исследования.

В данной таблице мы распределим трудоемкость работы. Оценим, кто и сколько потратил времени, проделав определенную работу.

*Временные показатели проведения научного исследования*

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $p_i$	Длительность работ в календарных днях $k_i$
	$t_{min}$ , чел-дни	$t_{max}$ , чел-дни	$t_{ожг}$ , чел-дни			
Выбор темы ВКР	1	2	1	Руководитель	1	1
Составление ТЗ	2	7	4	Руководитель	4	4
Изучение литературы	10	30	28	Инженер (дипломник)	28	36
Патентный поиск	10	30	6	Инженер (дипломник)	6	8
Выбор напр. исслед.	10	20	4	Руководитель	4	4
Подбор комплектующих установки	10	40	10	Инженер (дипломник)	10	12
Проектирование модели установки	10	30	30	Инженер (дипломник)	30	36
Разработка технологического процесса изготовления детали	10	40	40	Инженер (дипломник)	40	42
Разработка раздела "Финансовый менеджмент"	5	10	5	Инженер (дипломник)	5	5

Разработка раздела "Социальная ответственность"	5	10	5	Инженер (дипломник)	5	5
Проверка работы руководителем	5	15	10	Руководитель	10	12
Составление ПЗ и презентации	5	10	5	Инженер (дипломник)	5	5

Распределив работу для каждого работника проекта, мы видим, что загруженность работы у всех была разной. Больше всех загруженностью была у инженера(дипломника) и составила в общем 129 рабочих дней, а у руководителя проекта составило 21 дней.

На основе предыдущей таблицы строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта, с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

*Календарный план-график проведения НИОКР по теме*

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр		март			апрель			май		июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Выбор темы ВКР	Руководитель	1	■													
2	Составление ТЗ	Руководитель	4	■													
3	Изучение литературы	Инженер (дипломник)	36		■	■	■										
4	Патентный поиск	Инженер (дипломник)	8				■	■									
5	Выбор напр. исслед.	Руков., инж.	4				■	■									

6	Подбор комплектующих установки	Инженер (дипломник)	12																
7	Проектирование модели установки	Инженер (дипломник)	36																
8	Разработка технологического процесса изготовления детали	Инженер (дипломник)	42																
9	Разработка раздела "Финансовый менеджмент"	Инженер (дипломник)	5																
10	Разработка раздела "Социальная ответственность"	Инженер (дипломник)	5																
11	Проверка работы руководителем	Руководитель	12																
12	Составление ПЗ и презентации	Инженер (дипломник)	5																

В ходе планирования графика мы видим, как планировался проект. Сколько времени отводилось на каждый вид работы, кто выполнял данную работу, т.е. можем увидеть, в какой части научного исследования был ответственный за проведенную работу.

Общая продолжительность проекта составила 129 дней, в том числе 21 дней работы руководителя и 130 дней инженера работника.

### 4.3. Разработка графика проведения научного исследования.

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

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

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

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

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

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

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

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

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

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 8).

#### **4.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).**

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

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

В качестве затрат на оборудование нам нужен компьютер, который у нас уже имеется с нужным программным обеспечением:

Solidworks, NIWIN, Visio, Amesim, Microsoft Word.

Поэтому расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ нам не понадобится.

Также нам не понадобится расчет материальных затрат, так как результатом проекта является комплекс технической документации, изготовления изделия в проекте не планируется.

### Расчет основной заработной платы

Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудо-емкость, чел.-дн.	Зарботная плата, приходящаяся на один чел.-дн., руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.
1.	Инженер (УВП, 1 кв. уровень)	129	532	68572
2.	Доцент, к.н.	21	1683	35347
Итого:103919				

### Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Порядок расчета
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	103919	Таблица 4
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9780	
Отчисления на социальные нужды	8900	
Накладные расходы	30578	
Бюджет затрат НИИ	153177	

В ходе выполнения проекта мы выявили и рассчитали все необходимые расходы. С помощью этих данных мы можем с точностью определить сколько средств нам потребуется для реализации данного проекта и увидим, в какой сфере нам потребуется больше всего затрат и сколько.

## **Заключение**

В ходе проделанной работы выявили все плюсы и минусы реализации данного проекта. Рассмотрели и составили расчеты и планы о проделанной работе. Рассчитали сколько часов потребуется для выполнения данной проекта. Нагрузка руководителя проекта составила 21 календарный дней, а инженера(дипломника) составила 129 календарных дней.

В итоге общее количество дней работ составило около 130 дней.

При планировании бюджета нашего проекта отразили все виды расходов, связанных с его выполнением. Общая сумма всех затрат проекта составила 153177 тыс.рублей.

## **5. РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**



# ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Школа	<b>Инженерная школа новых производственных технологий</b>
Направление подготовки (специальность)	<b>15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»</b>
Уровень образования	<b>Бакалавриат</b>
Отделение школы(НОЦ)	<b>Материаловедение</b>
Период выполнения	(осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Н41	Василишина Ксения Алексеевна

Тема работы:

Привод линейного перемещения поворотного стола установки рентгеновского сканирования	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	№2241/с от 30.03.2018 г.

Форма представления работы:

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

**ЗАДАНИЕ**

## Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, эле – критической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду</li> <li>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p><u>Рабочее место</u> – зоны, под открытым небом. Естественная вентиляция воздуха. Освещение: Естественный и искусственный источники. Рабочее оборудование – ПЭВМ.</p> <p><u>Вредные факторы:</u> повышенный уровень шума, повышенный уровень вибрации.</p> <p><u>Опасные факторы:</u> Электрический ток, электромагнитное излучение, радиоактивное излучение подвижные части производственного оборудования.</p> <p><u>Негативное влияние на окружающую среду:</u> бытовые радиоактивные отходы.</p> <p><u>Чрезвычайные ситуации:</u> пожар, глобальные катастрофы.</p>
--	--

<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ГОСТ 12.2.062-81;</li> <li>– ГОСТ 12.1.012-90;</li> <li>– ГОСТ 12.4.026-2001;</li> <li>– ГОСТ 12.1.003-83;</li> <li>– ГОСТ 12.2.003-91;</li> <li>– ГОСТ 12.2.062-81;</li> <li>– ГОСТ 22.0.02-94;</li> <li>– СанПиН 2.6.1.2573-2010;</li> <li>– НРБ-99/2009</li> <li>– ОСПОРБ 99/2010</li> <li>– СанПиН 2.6.1.3164-14</li> <li>–</li> </ul>
---	---

## Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке

<p>1. Анализ выявленных <b>вредных</b> факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико – химическая природа фактора, его связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– Приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– Предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вредные факторы возникают из-за долгой работы за ПЭВМ.</li> <li>– (СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03: При нахождении на рабочем месте в процессе работы на ПЭВМ, уровень шума не должен превышать 50дБА)</li> <li>– Негативные электромагнитное и ионизирующее излучения отрицательно сказываются на нервной и иммунной систему человеческого организма.</li> <li>– (СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03: Напряженность электрического поля при частотах от 5Гц до 2кГц не должна превышать 25В/м, а при частотах от 2кГц до 400кГц не должна превышать 2,5В/м)</li> <li>– Средства защиты: Увеличение перерывов, уменьшение мощности БП и сокращение времени работы.</li> </ul>
<p>2. Анализ выявленных <b>опасных</b> факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты)</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <u>Механические опасности:</u> Источник травмирования: подвижные части производственного оборудования. Защита: защитное ограждение, датчики и кнопки экстренной остановки.</li> <li>– <u>Термические опасности</u> отсутствуют.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <u>Электробезопасность:</u> Источники опасности: Повышенная напряженность электрического поля; Защита: повышение уровня электроизоляции.</li> <li>– <u>Пожаровзрывобезопасность:</u> Возможный пожар вследствие КЗ или попадания воспламеняющихся материалов в рабочую зону.</li> </ul>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p><u>Возможная ЧС: Пожар.</u> <u>Превентивные меры:</u> Повышение уровня электроизоляции, повышение уровня радиоактивной изоляции, устройство оповещения при пожаре, датчики дыма <u>Меры по повышению устойчивости объекта к пожару:</u> соблюдение техники безопасности. <u>Действия и меры по ликвидации пожара:</u> соблюдение техники безопасности, вызов пожарных.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Правовые нормы труда должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.2/2.4 1340-03 и ГОСТ 12.1.003-83</p>
<b>Перечень расчётного и графического материала</b>	

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н41	Василишина Ксения Алексеевна		

## **Введение**

В процессе работы был спроектирован привод линейного перемещения поворотного стола установки рентгеновского сканирования необходимые расчеты с помощью специального программного обеспечения. Для управления данной установкой, наладки оборудования, установки его в рабочую зону, непосредственной эксплуатации, а также наблюдение за правильностью работы установки, необходимо участие человека.

В процессе продолжительной активной работы за ПЭВМ и в зоне рентгеновского излучения оказывается негативное воздействие на организм человека, это влечет за собой ряд вредных и опасных факторов. Так же в процессе работы установка может оказывать на организм человека крайне негативное воздействие, в случаях, когда обладатель данного оборудования будет протягивать свои части тела в подвижные части установки.

При несоблюдении правил безопасности и халатном отношении к оборудованию, возможно поражение током человека, а также возникновение пожара и другие чрезвычайные ситуации. Причину возникновения данных ситуаций можно решить путем соблюдения правил безопасности и правил пользования данного оборудования.

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

### **5.1. Анализ выявленных вредных факторов производственной среды.**

При проектировании модульной конструкции гибридной установки получения электрической энергии, важное значение сфокусировано на том, чтобы физические, химические и биологические факторы были минимизированы и не оказывали вредного воздействия на людей. Оптимальными условиями труда принято считать условия, при которых человек сохраняет свое здоровье, а также позволяет пользоваться данным оборудованием продолжительное время, без потери качества продукции.

## **5.2. Радиоактивное излучение оборудования.**

Источником радиации данной установки может являться сканер с рентгеновским излучением. Для снижения и предотвращения уровня радиации на установке предусмотрен защитный корпус источника излучателя, приемник излучения и поглощения, а также защитные стены для помещения.

Радиоактивное излучение на привод линейного перемещения и поворотного стола влияет на сам материал, который при увеличении радиоактивности изменяются его механические свойства – текучесть, прочность и ползучесть.

При использовании в работе данного оборудования, в дальнейшей нужно серьезно задуматься о его утилизации, так как находясь в зоне излучения, материал поглощает некоторое количество радиации.

При утилизации оборудования, которое получило излучение в небольших количествах, применяют прессовку материала( чтобы уменьшить объем), а далее их хранения достаточно использовать специальные герметичные контейнеры. После того как опасность исчезнет, их можно будет утилизировать обычным способом.

Так же стоит отметить, что радиация, создаваемая установкой сканирования может оказывать воздействие на человека, в случае, когда человек будет находиться в зоне установки сканирования. Чтобы избежать данной ситуации не стоит касаться источника излучения, находящегося в рабочем состоянии и не рабочем состоянии.

В настоящее время предусмотрены нормы излучения по СанПиН 2.6.1.2573-2010.

При работе ускорителя имеют место также и другие физические и химические факторы опасности:

тепловыделение от оборудования и коммуникаций;

озон и окислы азота, образующиеся в результате радиолиза воздуха под действием ионизирующего излучения ускорителя;

шум, создаваемый аппаратурой ускорителей;

токсические вещества, выделяющиеся при облучении различных веществ;

высокое напряжение;

постоянные электрические и магнитные поля;

открытые движущиеся элементы оборудования, машин и механизмов.

Радиационные объекты с ускорителями электронов, энергия которых не превышает 10 МэВ, или с медицинскими ускорителями электронов, энергия которых не превышает 25 МэВ, следует относить к IV категории потенциальной радиационной опасности, а с ускорителями электронов большей энергии - к III категории.

В нашем случае установка относится к I группе радиационной опасности.

**I группа** - ускорители с максимальной энергией ускоренных электронов не более 10 МэВ. При такой энергии электронов фотоядерные реакции возможны лишь с отдельными изотопами, и наведенная активность окружающей среды практически не представляет опасности для здоровья людей.

В целях безопасности предусмотрены защитные костюмы для рабочих, защитный корпус установки, особенно у источника излучения, а также защитный слой (обшивка) помещения.

### **5.3. Электромагнитное излучение оборудования.**

Все устройства и оборудования, которые используются людьми отдают электромагнитное излучение. Электромагнитное излучение при определённых уровнях может оказывать отрицательное воздействие на организм человека, животных и других живых существ, а также неблагоприятно влиять на работу электрических приборов.

Проектируемая установка, как и любой электроприбор во время работы создает электромагнитное поле. Излучение от нашей установки не больше чем от кондиционера или дрели.

В настоящее время предусмотрены нормы излучения по СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96.

Защита от действия электромагнитного излучения

- Экранирование (активное и пассивное; источника электромагнитного излучения или же объекта защиты; комплексное экранирование).
- Удаление источников из ближней зоны; из рабочей зоны.
- Конструктивное совершенствование оборудования с целью снижения используемых уровней ЭМИ, общей потребляемой и излучаемой мощности оборудования.
- Ограничение времени пребывания людей в зоне действия ЭМИ.

## **5.4. Анализ выявленных опасных факторов производственной среды.**

### **5.4.1. Подвижные части оборудования.**

Подвижные части оборудования представляют собой опасность, для людей, которые так или иначе взаимодействуют с оборудованием. Халатное отношение с оборудованием и неправильное использование техники безопасности, может повлечь серьезные ушибы и травмы. Оборудование такого типа должно иметь защиту от внезапного или случайного включения.

Как сказано ранее, подвижные части оборудования представляют собой опасность, в случае, когда человек будет находиться в состоянии прямого контакта с оборудованием. Поэтому для того, чтобы обезопасить себя от данной ситуации не стоит касаться установки, находящейся в рабочем состоянии.

Данное оборудование должно обеспечивать безопасность людей, которые работают при монтаже (демонтаже), вводе в эксплуатацию и эксплуатации как в случае автономного использования, так и в составе технологических комплексов при соблюдении требований (условий, правил), предусмотренных эксплуатационной документацией.

Требования к безопасности оборудования регламентированы в ГОСТ 12.2.003-91.

Безопасность конструкции оборудования обеспечивается:

- 1) выбором принципов действия и конструктивных решений, источников энергии и характеристик энергоносителей, параметров рабочих процессов, системы управления и ее элементов;
- 2) минимизацией потребляемой и накапливаемой энергии при функционировании оборудования;
- 3) выбором комплектующих изделий и материалов для изготовления конструкций, а также применяемых при эксплуатации;
- 4) выбором технологических процессов изготовления;
- 5) применением встроенных в конструкцию средств защиты работающих, а также средств информации, предупреждающих о возникновении опасных (в том числе пожаровзрывоопасных) ситуаций;

- Оградить рабочую зону защитными оградами, исключающими возможность проникновения человека в рабочую зону;

Для обеспечения защиты людей от получения травм установлен защитный кожух. Кожух представляет собой каркас с перфорированными листами, которые ограничивают доступ человека к оборудованию, обеспечивают циркуляцию воздуха и доступ света.

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

#### **5.4.2 Опасность получения удара током.**

Большее количество устройств и оборудования, которые используются людьми находится под напряжением 220В, относится к опасным факторам проектируемой среды.

Во время штатного режима работы оборудования, вероятность быть пораженным электрическим током очень мала, однако нельзя исключать возможные чрезвычайные ситуации. Это ситуации, когда происходят случайные электрические соединения частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Ситуации, когда возможно поражение человека электрическим током:

- При возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания;
- При прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- При однофазном (однополюсном) прикосновении незаземленного от земли человека к незаземленным токоведущим частям электроустановки, находящихся под напряжением;
- При прикосновении к нетокведущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции.

Мероприятия, обеспечивающие электробезопасность:

- Произвести изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- Произвести установку защитного заземления;
- Наличие общего рубильника;
- Производить своевременный осмотр технического оборудования, изоляции;



- Использовать плавкие предохранители и автоматические выключатели для защиты от КЗ.

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. В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу человеку и окружающей среде, а именно: свинец, никель, цинк, ртуть, щелочи и пр. Для недопущения попадания вредных веществ в окружающую среду необходимы специальные методы утилизации компьютеров и их компонентов.

Применяются такие методы как:

- Сепарация металлических компонентов от неметаллических.
- Переработка путем переплавки металлических компонентов, их дальнейшее использование.
- Специализированная переработка и утилизация неметаллических компонентов.

Для увеличения надежности защиты от поражения электрически током предусмотрено использование средств защиты в сочетании друг с другом.

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

### **5.4.3 Защита в чрезвычайных ситуациях.**

Данная установка оснащена электрической проводкой, которая находится под напряжением 220В. Проводка питает вычислительную технику. Поэтому нельзя исключать ситуации, когда возможно возгорание оборудования. Наиболее вероятная ЧС - пожар, возгорание. При неправильной эксплуатации оборудования и коротком

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

Также данная установка имеет источник радиоактивного излучения, которое требует особое внимание.

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

Для увеличения уровня безопасности установка оснащена:

- датчик, реагирующий на возгорание, вызванное КЗ, неправильной экспликацией оборудования.
- быстродействующие коммутационные аппараты с функцией ограничения тока короткого замыкания.

Для исключения возможности возникновения пожара, рекомендуется проводить пожарно-профилактические мероприятия:

- Организационные мероприятия:
  1. Размещение инструкций по предотвращению и борьбе с пожаром.
- Эксплуатационные мероприятия:
  1. Соблюдение техники безопасности при работе оборудования;
  2. Соблюдение норм эксплуатации оборудования;
  3. Обеспечение свободного прохода;
  4. Содержание оборудования в исправном состоянии.

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

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Соблюдение рабочего режима, правил ведения работ и т.д.

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

- Исключающими вылет рабочих элементов из рабочей зоны;
- Исключающими взаимодействие человека с движущимися узлами оборудования за пределами рабочей зоны.
- Исключающими расположение не закрытых защитными оградами движущихся элементов оборудования за пределами рабочей зоны.
- Защитные устройства не должны ограничивать возможности установки.
- Оборудование должно быть оснащено кнопками экстренной остановки.

Список ГОСТ:

- ГОСТ 12.2.062-81;
- ГОСТ 12.1.012-90;
- ГОСТ 12.4.026-2001;
- ГОСТ 12.1.003-83;
- ГОСТ 12.2.003-91;
- ГОСТ 12.2.062-81;
- ГОСТ 22.0.02-94;
- СанПиН 2.6.1.2573-2010;
- НРБ-99/2009
- ОСПОРБ 99/2010
- СанПиН 2.6.1.3164-14

### **Вывод:**

В ходе проделанной работы была рассмотрена различная документацию по соблюдению безопасности, а именно: как рабочего персонала, так и окружающей среды. Выбрали меры безопасности и рассмотрели методики, по которым нужно следовать в случаях чрезвычайных ситуаций на производстве.

**Заключение:**

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы спроектирован привод линейного перемещения для поворотного стола.

Проведен обзор приводов линейных перемещений. Разработаны принципиальная схема и чертеж общего вида. Подобраны комплектующие, необходимые для работы

установки. Проведен статический анализ основания. Разработан технологический процесс изготовления детали типа «Шпиндель рабочий», произведен расчет припусков и режимов резания. Проведена экономическая оценка качества и перспективности разработки с помощью технологии QuaD, разработка является перспективной и выгодной для инвестиций. Проведен расчет научно-технического исследования, выявлены расходы для реализации данного проекта.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены все необходимые требования для соблюдения техники безопасности.

### **Список использованной литературы**

1. Методика расчетов приводов компании HIWIN. Профильные рельсовые направляющие. Шарико-винтовые передачи. Линейные модули.
2. Техническая документация к поворотным столам фирмы Demeller.

3. Проектирование зубчато-ременных передач: Учебно-метод. Пособие для студентов машиностроительной специальности/А.Г.Баханович.- Мн.:БНТУ.2004.-39с.
4. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х томах. /под редакцией Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К.: Москва «Машиностроение» 1986 г.
5. Должиков В.П.: Разработка технических процессов механообработки в мелкосерийном производстве. /учебное пособие; Издательство ТПУ, Томск 2003 г.
6. Авраменко, В.Е. Технология машиностроения. Расчет припусков и межпереходных размеров: Учеб. пособие / В.Е. Авраменко, Ю.Ю. Терсков. Красноярск: ПИ СФУ, 2007. – 88 с. 5.
7. Скворцов, В.Ф. Основы размерного анализа конструкций изделий: Учеб. пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 80 с.
8. Радкевич Я.М. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении. ОАО «Высшая школа» 2007.
9. Центральное бюро нормативов по труду при НИ институте труда государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам.: Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места, подготовительно-заключительного времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках./справочник; Москва, 1984г.
- 10.[https://www.hiwin.com.ru/files/pdf/hiwin.com.ru/linear\\_guidway/ln1-148.pdf](https://www.hiwin.com.ru/files/pdf/hiwin.com.ru/linear_guidway/ln1-148.pdf)
11. <http://www.servotechnica.spb.ru/calculation/ballscrew.html>
- 12.Кувалдин Е.И., Перевошиков В.Д.: Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием. /учебное пособие; Киров 2005 г
- 13.Общий каталог ТНК. «Шарико-винтовая передача». Практическая механика.
- 14.Длоугий В. В. Приводы машин. Справочник. Л.: Машиностроение, 1982 г., 383 с.
- 15.Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений: Учеб. пособие для студентов вузов машиностроительных спец.— Мн.: Выш. шк., 1986.— 238 с: ил.
- 16..Молодова Ю.И., Жавнер М.В., Шляховецкий Д.В. Расчет пере-дач винт–гайка: Метод. указания для студентов всех специальностей всех форм обучения. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2006. – 40 с.
- 17.<http://cncnc.ru/documentation/sprav-const/html/tom2/pages/chapters8/ckm2.html>

## Приложения

### Приложение 1

## Техническое задание

на выполнение опытно-конструкторских работ на тему:

«Установка рентгеновского сканирования сложнофасонных заготовок»

## Наименование и назначение оборудования

Установка рентгеновского сканирования сложнофасонных заготовок (далее Установка).

## Цель, задачи и исходные данные для проведения работы

Разрабатываемая Установка создается с целью выполнения рентгеновского сканирования заготовок высоконапорной трубопроводной арматуры.

Разрабатываемые технологии решают задачу предприятия по разработке технологии и роботизированного средства неразрушающего входного контроля качества поверхности и сплошности структуры заготовок будущего изделия, которые предприятие может использовать в своем хозяйстве, либо реализовывать данные продукты с целью извлечения прибыли от процесса интеллектуального производства высоконапорной трубопроводной арматуры.

## Основное содержание работы

Создание 3D модели Установки, с учетом особенностей проектирования и эксплуатации аналогичных установок, созданных ранее.

Проведение проектировочных и прочностных расчетов по 3D модели Установки.

Создание конструкторской документации на Установку.

## Состав Установки

Модуль установки и позиционирования объектов контроля

Система вращения объектов контроля

Устройство центрирования объектов контроля

Система линейного перемещения

Назначение модулей Установки

Модуль установки и позиционирования объектов контроля

Предназначен для осуществления фиксированной установки различных по массе и габаритам объектов контроля согласно требуемому типоразмерному ряду на планшайбе поворотного стола и придания им управляемого вращательного или возвратно-вращательного движения, а также поступательного (линейного) перемещения между источником и приемником рентгеновского излучения в диапазоне требуемых расстояния и скорости.

Составляющие, входящее в состав Установки

Модуль установки и позиционирования объектов контроля

Модуль должен представлять собой комплекс специализированных устройств по обеспечению требуемого служебного назначения, управляемых со стойки управления модулем. Модуль или его составные части должны иметь рым-болты для транспортировки подъемно-транспортными устройствами и посадочные отверстия для подъема/опускания погрузчиком по евро-стандарту.

Система вращения объектов контроля

Система должна состоять из следующих элементов:

*рама несущая;*

*стол поворотный;*

*блок управления поворотным столом;*

*магистраль электрические.*

Поворотный стол должен быть серийно выпускаемой продукцией, в конструкции которого должны быть предусмотрены элементы для его изъятия и транспортировки или сервисного обслуживания при помощи подъемно-транспортных устройств, вилочного погрузчика или человека. В конструкции стола должен быть предусмотрен тормозной механизм для его плавного торможения и надежной фиксации в определенном угловом положении.

Управление поворотным столом должно осуществляться от соответствующего блока, встраиваемого в стандартный шкаф системы управления Установкой. Блок должен представлять собой программно-управляемый привод вращательного (возвратно-вращательного) движения. Контроль требуемого положения поворотного стола должен осуществляться посредством энкодера, установленного на оси вращения поворотного стола или на валу серводвигателя. В крайнем (исходном) положении поворотного стола должен быть установлен бесконтактный конечный выключатель. Нулевая позиция



стола должна определяться при каждом включении Установки посредством вращения поворотного стола до соответствующего конечного выключателя. Все энергетические магистрали должны быть скрыты от внешнего воздействия и защищены соответствующим образом. Прокладка электромагистралей от элементов автоматики до стойки управления должна быть выполнена посредством кабель-каналов, соединенных с несущей рамой.

#### Система линейного перемещения

Система должна состоять из следующих элементов:

*рама несущая;*

*привод линейного перемещения;*

*блок управления приводом линейного перемещения;*

*магистральные линии.*

Система должна представлять собой жесткую неразборную сварную или разборную рамную конструкцию, выполненную из стандартного сортового проката. В конструкции несущей рамы должны быть предусмотрены элементы для ее транспортировки или сервисного обслуживания при помощи подъемно-транспортных устройств, вилочного погрузчика или человека. В нижней части несущей рамы должны быть предусмотрены места для ее жесткого крепления к основанию помещения. В верхней части несущей рамы на направляющих скольжения должна располагаться система вращения объектов контроля способная свободно поступательно или возвратно-поступательно перемещаться вдоль одной оси с требуемой скоростью и точностью посредством привода линейного перемещения.

Привод должен представлять собой сочетание электромеханических элементов и устройств. Движение от серводвигателя через ременную передачу и передачу винт-гайка должно передаваться на несущую раму системы вращения объектов контроля. В электромеханической цепочке должны присутствовать элементы торможения, отслеживания положения и скорости линейного перемещения стола с требуемой точностью.

Управление приводом линейного перемещения должно осуществляться от соответствующего блока, встраиваемого в стандартный шкаф системы управления Установкой. Блок должен представлять собой программно-управляемый привод поступательного (возвратно-поступательного) движения. Контроль требуемого положения системы вращения объектов контроля должен осуществляться посредством

абсолютного энкодера, установленного на оси вращения ходового винта передачи винт-гайка или на валу серводвигателя. В крайних положениях поворотного стола должны быть установлены бесконтактные конечные выключатели. Нулевая позиция стола должна находиться в зоне загрузки объекта контроля и определяться при каждом включении Установки посредством перемещения поворотного стола до соответствующего конечного выключателя. Все энергетические магистрали должны быть скрыты от внешнего воздействия и защищены соответствующим образом. Прокладка электромагистралей от элементов автоматики до стойки управления должна быть выполнена посредством кабель-каналов, соединенных с несущей рамой.

#### Технические характеристики Установки

##### Модуль установки и позиционирования объектов контроля

*максимальное время монтажа/демонтажа объекта контроля: 15 мин;*

*габаритные размеры (Д×Ш×В): не более 7000×2000×1500 мм.*

*масса: не более 15000 кг.*

##### Система вращения объектов контроля

*диаметр рабочей поверхности стола: не менее 1600 мм;*

*максимальный диаметр надстройки: не менее 9500 мм;*

*максимальная транспортная нагрузка: не менее 15000 кг;*

*максимальный момент инерции устанавливаемой массы: не более 100000 кгм<sup>2</sup>;*

*максимальная осевая нагрузка: не менее 260000 Н;*

*максимальная радиальная нагрузка: не менее 220000 Н;*

*максимальный момент опрокидывания: не менее 135000 Нм;*

*максимальный тангенциальный момент: не менее 16300 Нм;*

*максимальное осевое биение верхней части стола: не более 0,1 мм;*

*максимальное биение центрального отверстия: не более 0,1 мм;*

*вес стола без приводов: не более 1400 кг;*

*вес одного привода: не более 200 кг;*

*габаритные размеры стола без приводов:*

*длина – не более 2100 мм;*

*ширина – не более 1750 мм;*

*высота – не более 210 мм;*

*габаритные размеры одного привода:*

*длина – не более 1050 мм;*

*ширина – не более 350 мм;*

*высота – не более 300 мм;*

*габаритные размеры стола с приводами:*

*длина – не более 2110 мм;*

*ширина – не более 1830 мм;*

*высота – не более 500 мм;*

*количество крепежных отверстий стола к машинному стенду: не менее 8 шт.;*

*диаметр крепежных отверстий стола к машинному стенду: не менее 26 мм;*

*тип привода вращения стола: комбинированный мотор-редуктор Siemens 1FK7105-2AF71-1EH0;*

*расположение приводов вращения стола: зеркальное относительно вертикальной оси;*

*количество приводов вращения стола: не менее 2;*

*позиции индексирования стола: без блока индексирования;*

*измерительная система: абсолютный энкодер на двигателе;*

*направление вращения: любое;*

*монтажное положение стола: горизонтальное;*

*точность индексирования: не более  $\pm 60''$ ;*

*повторяемость: не более  $\pm 30''$ ;*

*время индексирования: не более 7 сек;*

*максимальная скорость вращения стола: не менее 6 об/мин;*

*привод: фирмы Siemens;*

*тип серводвигателя: Simotics или аналог;*

*тип контроллера управления приводом: Sinamics или аналог;*

*количество конечных выключателей: 1 шт.;*

*тип конечного выключателя: бесконтактный;*

*модель конечного выключателя: Sick IME12-02BPSZC0S или аналог.*

#### **Система линейного перемещения**

*габаритные размеры (Д×Ш×В): не более 7000×2000×1000 мм;*

*максимальная нагрузка: не более 15000 кг;*

*максимальный прогиб под максимальной нагрузкой: не более 0,3 мм;*

*длина рабочего хода: не менее 3500 мм;*

*высота от уровня пола до поверхности стола: не более 1000 мм;*

*точность позиционирования: не более ±0,5 мм;*

*скорость перемещения: не менее 10 м/мин;*

*привод: фирмы Siemens;*

*тип серводвигателя: Simotics или аналог;*

*тип контроллера управления приводом: Sinamics или аналог;*

*масса: не более 10000 кг;*

*количество конечных выключателей: 2 шт.;*

*тип конечного выключателя: бесконтактный;*

*модель конечного выключателя: Sick IME12-02BPSZC0S или аналог.*

*масса: не более 150 кг.*

#### **Требования к показателям назначения**

#### **Требования к совместимости**

По стойкости к механическим внешним воздействующим факторам (ВВФ) Установка должна соответствовать исполнению М6 по ГОСТ 30631-99 и выдерживать следующие значения ВВФ по синусоидальной вибрации:

*диапазон частот, Гц: 0,5-100;*

*максимальная амплитуда ускорения,  $ms^{-2}(g)$ : 10,0 (1);*

*степень жесткости: 10a.*

Работоспособность по основным требованиям к электромагнитной совместимости должны соответствовать ГОСТ Р 51317.6.2.

Установка должна быть устойчива к магнитному полю промышленной частоты по ГОСТ Р 50648 (степень жесткости – 3).

Исполнение по сейсмостойкости по шкале MSK-64 до 3 баллов.

На разрабатываемой Установке должны быть предусмотрены места для установки приборов КИПиА необходимых для регистрации технологических параметров, а также должно быть предусмотрено место для размещения кабельных трасс силового и измерительного оборудования.

Вся документация, предоставляемая Заказчику, должна быть выполнена на русском языке.

Требования по мобильности

Разрабатываемая Установка должна быть выполнена в стационарном исполнении, в виде модулей поставляемых потребителю в собранном виде.

Требования к электропитанию

Электропитание разрабатываемой Установки должно осуществляться от 3-фазной электросети 50 Гц 380/220 В  $\pm 5\%$  (220В (+10%, -15%), 50Гц ( $\pm 5\%$ ) в соответствии с ГОСТ 13109-88).

Потребляемая мощность Установки в рабочем режиме: не более 10 кВт/ч.

Требования надежности

Установка относится к изделиям с режимом многократного циклического применения.

Требования к безотказности:

*гарантийный срок эксплуатации со дня ввода в эксплуатацию: 12 месяцев;*

*средняя наработка на отказ: 1000 часов;*

*средний срок службы: 10 лет.*

Требования к долговечности по ГОСТ 27.002-89:

*ресурс между средними (капитальными) ремонтами: 12 месяцев;*

*срок службы до списания: 10 лет.*

Требования к сохраняемости по ГОСТ Р 51908-2002:

*срок сохраняемости в упаковке до ввода в эксплуатацию: 3 года.*

Критерии отказов и предельного состояния Установки

Отказ Установки по ГОСТ 27.002-2009 и ГОСТ 27.003-90:

*прекращение выполнения функций, заданных требованиями п.7.1 настоящего Технического задания;*

*снижение качества функционирования.*

Предельное состояние Установки:

*отказ одного или нескольких модулей (систем) Установки, восстановление или замена которых на месте эксплуатации не предусмотрена эксплуатационной документацией и должна выполняться в ремонтных органах;*

*превышение установленного уровня текущих (суммарных) затрат на техническое обслуживание и ремонты, определяющее экономическую нецелесообразность дальнейшей эксплуатации.*

Конструктивные требования

Габаритный размер одного модуля не должен превышать размеров 20 футового контейнера (длина 5935 мм, ширина 2335 мм, высота 2383 мм).

Масса одного модуля или его составной части должна быть не более 10000 кг.

Конструкция Установки должна быть выполнена с учетом эргономических требований по ГОСТ 12.2.049-80.

Наружные поверхности составных частей Установки должны быть выполнены из антикоррозионных материалов или иметь коррозионностойкое покрытие, обеспечивающее максимальную защиту от влияния окружающей среды при транспортировке, монтаже и эксплуатации в течение всего срока службы.

Поверхности составных частей Установки не должны иметь трещин, посторонних включений, а также других механических повреждений и дефектов.

Сварные швы не должны иметь посторонних включений, наплывов, непроваров и прожогов.

Метрические резьбы должны выполняться по ГОСТ 24705-81 с полями допусков по ГОСТ 16093-2004: 7H – для внутренних резьб и 8g – для наружных резьб.

Резьбы должны быть полного профиля, без вмятин, забоин, подрезов и сорванных ниток.

Не допускаются местные срывы, выкрашивания и дробления резьбы общей длиной более 10% длины нарезки, при этом на одном витке – более 0,2 его длины.

Все части Установки, вступающие в контакт с реагентами, должны быть изготовлены из коррозионностойких материалов или защищены коррозионностойкими покрытиями по ГОСТ 9.301-86.

Требования по стандартизации, унификации, совместимости и взаимозаменяемости.

Разработка Установки должна проводиться с учетом технически и экономически обоснованных требований унификации, стандартизации и взаимозаменяемости. Установка не должна содержать дефицитных и уникальных материалов и комплектующих изделий.

Разрабатываемая Установка должна иметь блочно-модульную конструкцию.

Проектируемая Установка должна состоять из модулей, разделенных по функциям. Модули должны иметь габариты, позволяющие транспортировать данные модули в автомобильном контейнере с учетом упаковки.

Способ крепления модулей должен разрабатываться с применением стандартного крепежа.

Размер модулей не должен превышать габаритов морского контейнера с учетом упаковки для транспортировки и иметь рамы модулей, позволяющих смонтировать их

относительно друг друга в «полевых условиях» с возможностью кругового обслуживания.

Конструктивное исполнение входящих в разрабатываемую Установку устройств и систем должно обеспечивать:

*удобство эксплуатации;*

*ремонтпригодность и заменимость частей, поддаваться разборке и сборке при помощи стандартных инструментов;*

*свободный доступ ко всем элементам, узлам, блокам, требующим замены или регулирования в процессе эксплуатации.*

Требования по эргономике и технической эстетике

Установка должна соответствовать общим требованиям комплекса стандартов Система "человек - машина", ГОСТ 12.2.049-80, ГОСТ 29.05.002-82, ГОСТ Р 50949-2001, ГОСТ Р 50948-2001, ГОСТ 27833-88, ГОСТ 29149-91.

Эстетическая выразительность внешнего вида должна обеспечиваться тщательностью выполнения видимых элементов конструкции.

Пространственная компоновка элементов управления должна обеспечивать удобство взаимодействия с ними оператора любой рукой.

Органы управления и контроля должны соответствовать следующим требованиям:

*ручки основных органов управления и индикаторы должны быть хорошо различимы;*

*доступ к органам управления, изменение параметров которых в процессе эксплуатации недоступно, должен быть ограничен или недоступен.*

По эргономике и технической эстетике разрабатываемая Установка должна соответствовать требованиям ГОСТ 20.39.108-85.

Требования к эксплуатации, к стойкости к внешним воздействующим факторам, удобству технического обслуживания и ремонта

Требования к стойкости к внешним воздействующим факторам

Разрабатываемая Установка должна соответствовать группе климатического исполнения У4 по ГОСТ 15150-69 [ГОСТ 15543.1-89].



Разрабатываемая Установка должна соответствовать группе механического исполнения М6 по ГОСТ 30631-99.

Исполнение по сейсмостойкости по шкале MSK-64 до 3 баллов.

Требования к эксплуатационным показателям

Разрабатываемая Установка должна соответствовать требованиям:

По эксплуатационным и дежурным режимам:

*основной: полное функционирование Установки;*

*аварийный: автоматический безопасный останов функционирования.*

Периодичность и продолжительность видов техобслуживания должны составлять:

*при использовании: через 1 месяц*

*при хранении: через 1 год.*

Установка должна обеспечивать возможность перехода к ручному управлению при ремонтных и пуско-наладочных работах.

Гарантийный срок разрабатываемой Установки должен составлять 12 месяцев.

Техническое и эксплуатационное обслуживание Установки должно быть минимальным. В течение всего срока эксплуатации возможно техническое обслуживание с заменой смазки и уплотнительных элементов.

Требования по ремонтпригодности

При разработке Установки должно быть уделено особое внимание удобству ремонта в условиях эксплуатации, возможности кругового обслуживания модулей, сборки и разборки при техническом обслуживании, доступности к отдельным составным частям при выполнении этих операций без демонтажа других составных частей.

Обслуживание и ремонт разрабатываемой Установки должны производиться без применения специальных инструментов.

Способ крепления Установки должен разрабатываться с применением стандартного крепежа.

Комплект ЗИП должен включать запасные части, необходимые для ремонта и поддержания работоспособного состояния разрабатываемой Установки в течение гарантийного срока эксплуатации.

Требования безопасности

Требования к эксплуатационной безопасности

Технические средства разрабатываемой Установки по требованиям защиты человека от поражений электрическим током должны относиться к классу 1 и должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 12.2.007-0-75.

Разрабатываемая Установка при монтаже, наладке, обслуживании и ремонте должна соответствовать общим требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.003-91 и ГОСТ 12.3.002-75.

Аппаратные стойки разрабатываемой Установки должны быть изолированы от контура заземления здания, конструкций здания и другого оборудования, установленного в нем.

Условия работы персонала разрабатываемой Установки должны соответствовать санитарным нормам по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Уровни шума и звуковой мощности в местах расположения персонала не должны превышать значений, установленных ГОСТ 12.1.003-83 и санитарными нормами.

Требования безопасности при монтаже, наладке, эксплуатации, обслуживании и ремонте разрабатываемой Установки должны быть приведены в эксплуатационной документации.

Обеспечение регулировки и технического обслуживания Установки.

Необходимо предусмотреть ограждения в опасных зонах, рационально расположить органы регулировки и при техническом обслуживании, исключить опасность для обслуживающего персонала.

В эксплуатационных документах должны быть определены требования к квалификации персонала.

При разработке (проектировании) и изготовлении Установки, а также при разработке руководства по эксплуатации должен быть указан допустимый риск при эксплуатации.

Должен быть перечислен состав средств индивидуальной защиты при работе, обслуживании и ремонте Установки. СИЗ должны быть подобраны с учетом условий работы персонала.

Наличие специального и специализированного инструмента и приспособлений.

Для осуществления безопасных регулировок, технического обслуживания и применения по назначению Установки должен использоваться стандартный инструмент и приспособления.

Освещение рабочих мест при эксплуатации Установки

Должно быть предусмотрено местное и аварийное освещение в местах настройки и регулировки Установки, а также в местах, требующих частого осмотра, настройки и технического обслуживания.

Органы управления Установкой:

*должны быть легко доступны и свободно различимы, снабжены надписями, символами;*

*размещены с учетом требуемых усилий для перемещения;*

*выполнены так, что их форма и размеры соответствуют способу захвата (пальцами, кистью) или нажатия (пальцем руки, ладонью).*

Устойчивость и крепление Установки

На рамных конструкциях каркасов должны быть предусмотрены места для крепления в стационарном размещении к полу.

Требования к подвижным частям

Движущиеся части Установки должны быть ограждены и обозначены информационными табличками.

Требования к защитным и предохранительным устройствам

Имеющиеся защитные и предохранительные устройства в Установке, используемые для защиты от опасности, вызванной движущимися деталями должны:

*иметь прочную устойчивую конструкцию;*

*быть безопасными;*

*располагаются на соответствующем расстоянии от опасной зоны;*

*не мешать осуществлять контроль производственного процесса;*

*позволять выполнять работу по наладке.*

## Требования электробезопасности

Электрооборудование Установки должно соответствовать правилам, утвержденным Госэнергонадзором «Правила устройства электроустановок (ПУЭ)».

## Требования пожаробезопасности

Установка должна соответствовать требованиям пожаробезопасности.

Требования безопасности при монтаже, наладке, эксплуатации, обслуживании и ремонте

Требования безопасности при монтаже, наладке, эксплуатации, обслуживании и ремонте разрабатываемой Установки должны быть приведены в эксплуатационной документации.

## Требования к экологической безопасности

Разрабатываемая Установка должна соответствовать требованиям федеральных законов Российской Федерации, технических регламентов Российской Федерации и Таможенного Союза в области охраны окружающей среды:

*федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 29.06.2015) «Об охране окружающей среды»;*

*федеральный закон от 23.11.1995 N 174-ФЗ (ред. от 29.06.2015) «Об экологической экспертизе» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2015);*

*федеральный закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ (ред. от 29.12.2014) «Об охране атмосферного воздуха»;*

*технический регламент Таможенного союза о безопасности машин и оборудования. Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 № 2. N 823.*

## Требования к хранению, консервации и транспортированию

Модули, входящие в состав разрабатываемой Установки должны допускать многократное транспортирование в упаковке при температуре от -50°C до +50°C и относительной влажности от 5 до 100% всеми видами наземного транспорта.

Модули, входящие в состав разрабатываемой Установки должны храниться в упакованном виде в отапливаемых и вентилируемых помещениях при температуре от +5 до +35°C и относительной влажности воздуха не выше 80 % (при температуре +25°C)

при отсутствии в этих помещениях конденсации влаги, паров химически активных веществ и источников электромагнитных полей.

Маркировка Установки и тары должна быть устойчива в течении гарантийного срока службы.

Требования по консервации не предъявляются.

Транспортная упаковка должна обеспечивать удобство проведения погрузочно-разгрузочных работ.

Требования по хранению и транспортированию Установки должны быть приведены в эксплуатационной документации.

Требования маркировке

Установка должна иметь маркировку, содержащую:

*наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;*

*наименование и условное обозначение;*

*номинальная мощность, кВт;*

*степень защиты по ГОСТ 14254-96;*

*масса, кг;*

*заводской номер;*

*год выпуска.*

Маркировка должна выполняться на нерабочих поверхностях Установки способами, обеспечивающими четкость надписи и ее сохранность на весь период хранения и монтажа.

Монтажные и сборочные риски должны быть обведены яркой несмываемой краской.

Транспортная маркировка каждого модуля Установки должна содержать:

*обозначение сборочной единицы;*

*места строповки;*

*центр тяжести;*

*базовые поверхности для выверки;*

*стрелку, указывающую направление вращения (движения);*

*массу блока или сборной единицы, кг.*

Требования к материалам и комплектующим изделия

При проектировании Установки должны быть применены материалы, обеспечивающие их работоспособность под воздействием рентгеновского излучения. Материалы подбираются с учетом нормального функционирования в течении всего срока службы.

Комплектующие изделия по возможности должны быть отечественного производства.

Покупные комплектующие изделия (ПКИ) до монтажа их в изделие должны быть подвергнуты входному контролю на соответствие требованиям их ТУ.

Требования к метрологическому обеспечению

Испытательное оборудование и методики измерений должны быть аттестованы, средства измерений поверены.

Разрабатываемая Установка должна быть оснащена контрольно-измерительным оборудованием, обеспечивающим измерение технологических параметров для каждого модуля в соответствии с ГОСТ 8.009-84.

Содержание и требования к работам создания 3D модели

Состав предоставляемых 3D моделей

Модель сборки Установки.

Модели сборочных единиц.

Модели деталей сборочных единиц.

Электронная модель Установки должна быть создана в программном обеспечении SolidWorks.

Формат предоставляемых файлов:

*для сборок - \*.sldasm;*

*для деталей - \*.sldprt.*

Модель оборудования должна разрабатываться с соблюдением:

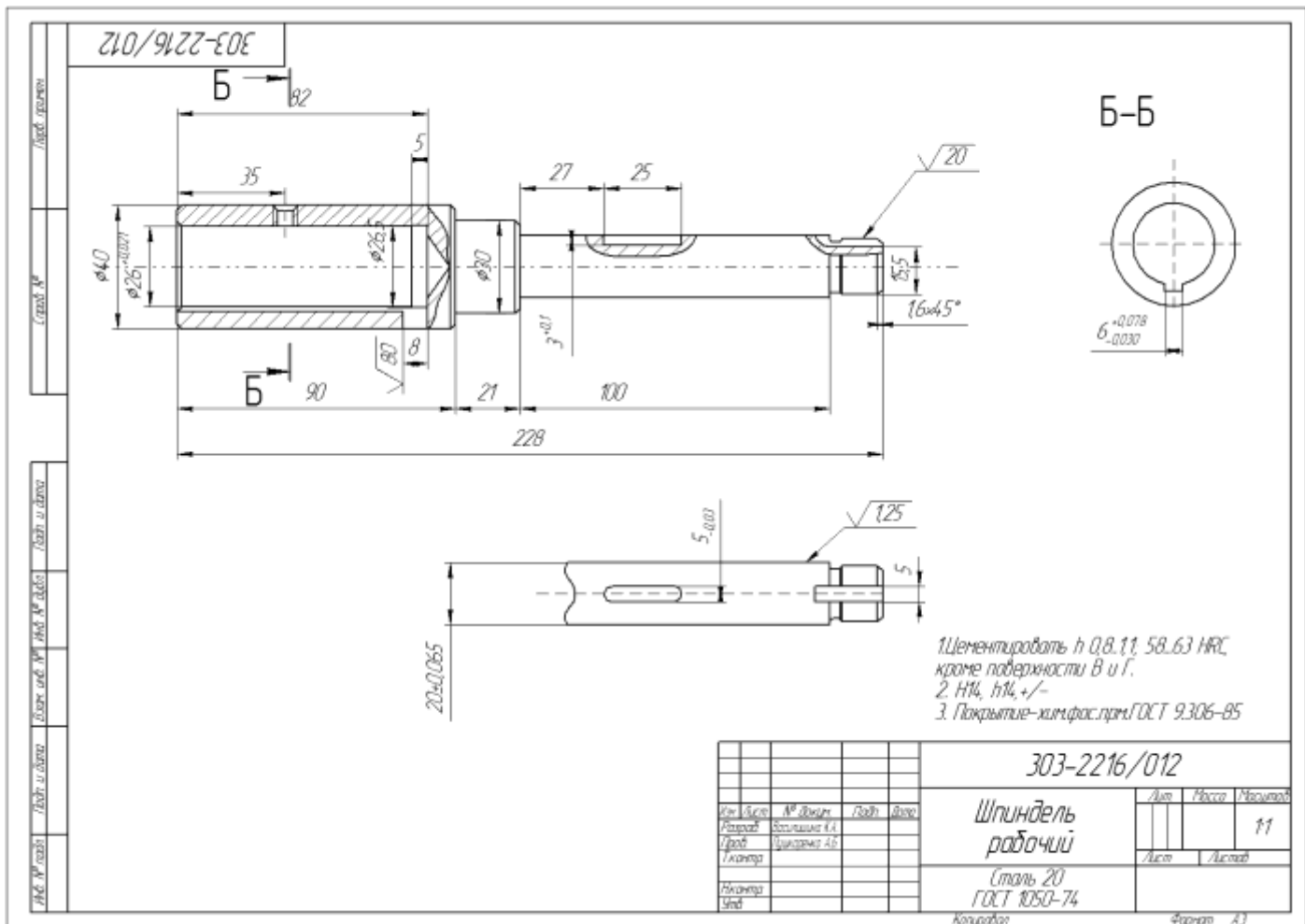
*масштаба 1:1;*

*габаритных размеров;*

*установочных размеров (размеры под крепеж – диаметры отверстий, взаимное расположение отверстий в рамах, опорах и т.д.);*

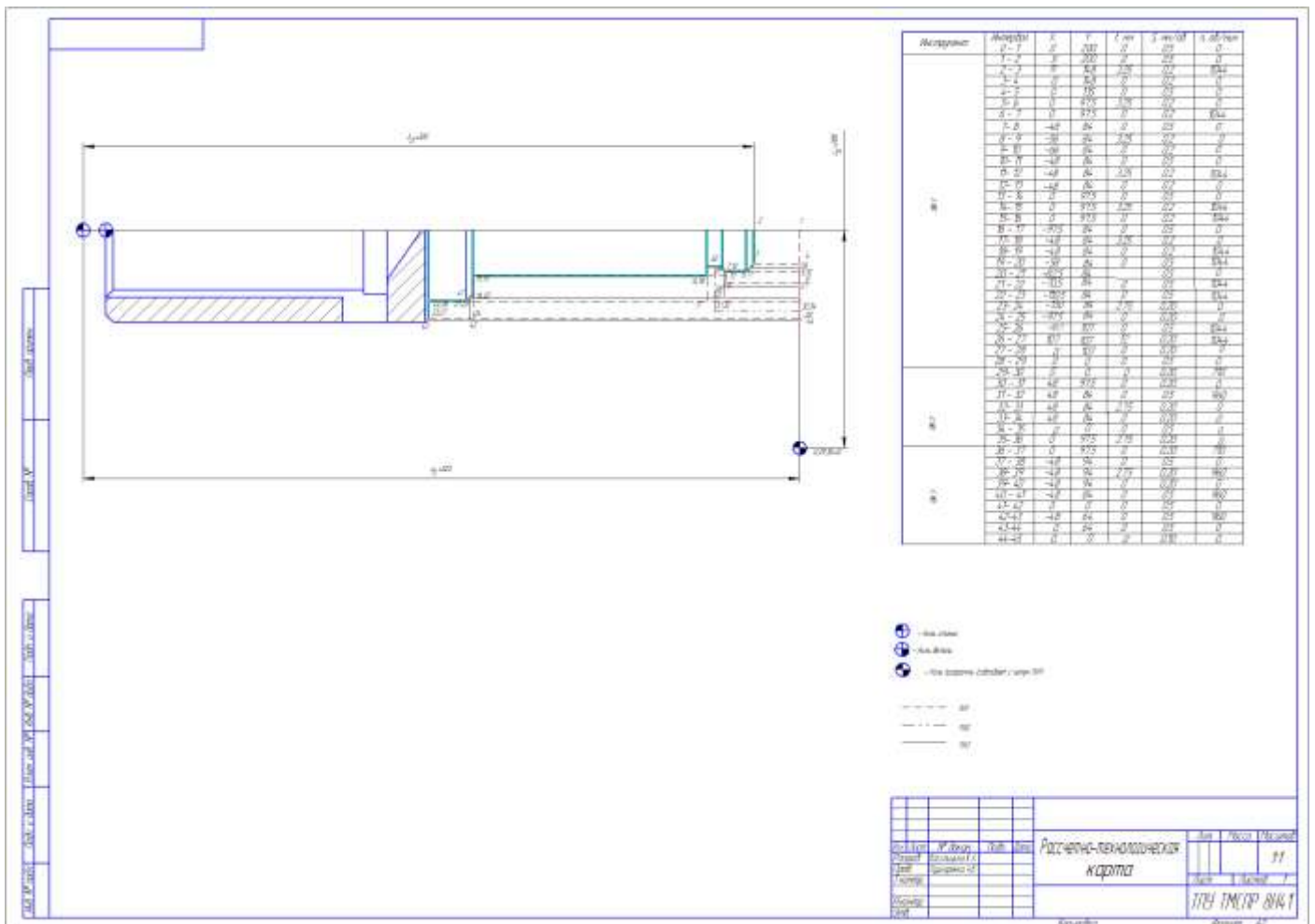
*присоединительных размеров – включать в себя патрубки присоединения трубопроводов, воздухопроводов, штуцеры КИП, бобышки, фланцы, места подключения электрических кабелей, гильзы и т.д.;*

*размеров рамных и поддерживающих конструкций.*

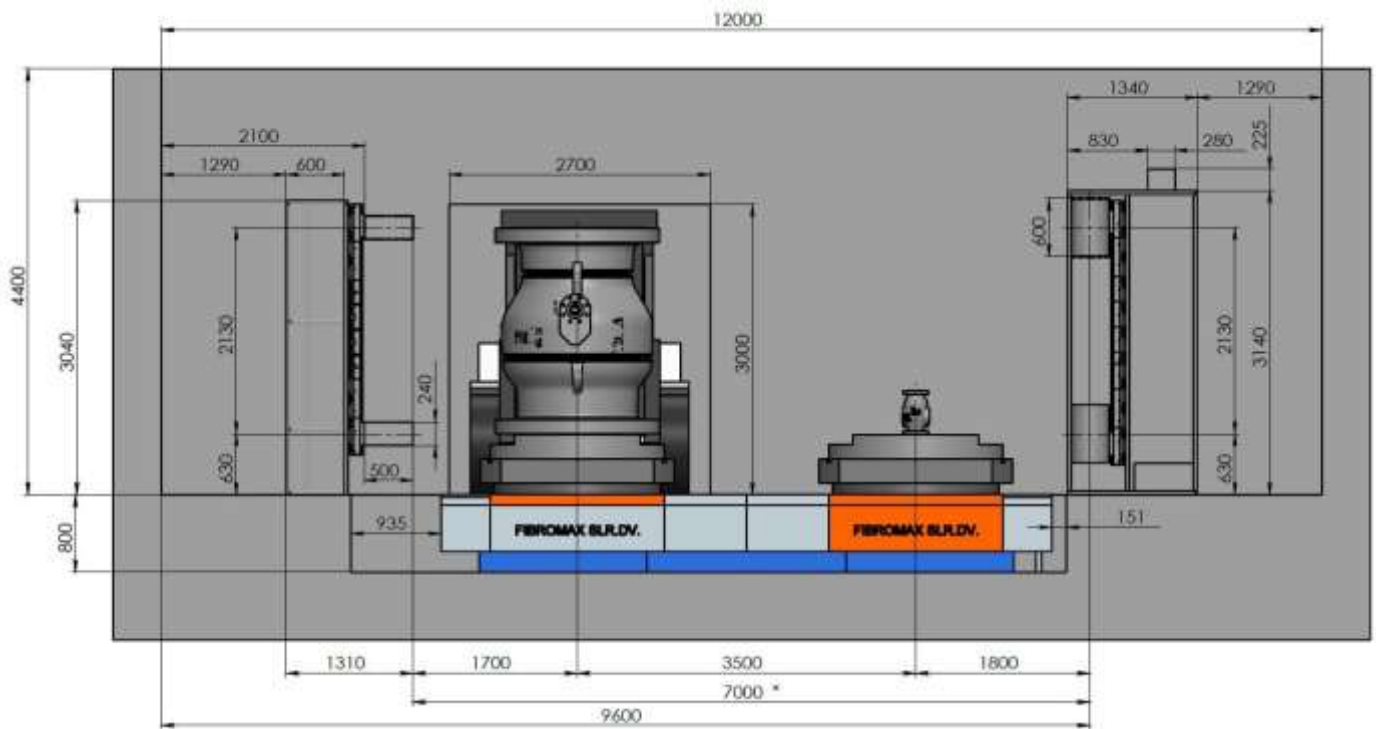


Приложения 2 –Чертеж «Шпиндель рабочий»





Приложение 3-Расчетно-технологическая карта.



Приложение 4 –План размещения комплектующих.