

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование автоматизированной линии для сборки пар колесо-подшипник

УДК 621.9.06-52:658.527:621.757

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8Б	Дмитриенко Андрей Николаевич		06.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кувшинов К.А			06.06.2022

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кащук И.В	к.т.н доцент		06.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина М.С			06.06.2022

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н.		06.06.2022

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ДОПК(У)-1	Способен разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии со стандартами и с учетом технических и эксплуатационных характеристик деталей и узлов изделий
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование

ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Е.А. Ефременков  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А8Б	Дмитриенко Андрей Николаевич

Тема работы:

Автоматизированная линия для сборки пар колесо-подшипник	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.02.2022 №34-79/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2022
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Публикации в научных журналах, специализированная литература (обзоры, статистические и технические отчеты)</li> <li>2. Требования к системе: Проектируемая система должна обеспечивать регулирование расхода воздуха, в соответствии с требованиями качества для заданного режима работы оборудования.</li> </ol>
---	---

<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>	<p>Введение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор структуры автоматической системы регулирования;</li> <li>2. Выбор структуры автоматической системы регулирования</li> <li>3. Разработка кинематической схемы;</li> <li>4. Расчеты требуемых параметров</li> <li>5. Выбор рабочих элементов</li> <li>6. Разработка чертежей и спецификации</li> <li>7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>8. Социальная ответственность;</li> </ol> <p>Заключение</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пневматическая схема</li> <li>2. Сборочный чертеж (Злиста)</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p><b>Финансовый менеджмент</b></p>	<p>Доцент ОСГН ШБИП, к.т.н., Кащук Ирина Вадимовна</p>
<p><b>Социальная ответственность</b></p>	<p>Старший преподаватель Черемискина М.С</p>
<p><b>Конструкторская часть</b></p>	<p>Старший преподаватель Кувшинов К.А</p>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>13.12.2021</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель</p>	<p>Кувшинов К.А</p>			<p>13.12.2021</p>

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>4А8Б</p>	<p>Дмитриенко Андрей Николаевич</p>		<p>13.12.2021</p>

## Реферат

Реферат Выпускная квалификационная работа состоит из: 72 стр., 1 рис., 23 табл., 20 источников литературы.

Ключевые слова: Пневмопривод , пневмоцилиндр, расход. Объектом разработки является автоматизированная линия для запрессовки пар колесо - подшипник.

Цель работы: Создание 3D модели и разработка документации для автоматизированной линии для запрессовки пар колесо- подшипник .

В процессе разработки проводились: обзор литературы по теме, расчет необходимых параметров , подбор рабочих органов, разработка необходимой документации.

В результате была разработана автоматизированная линия для запрессовки пар колесо- подшипник.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Давление , сила , расход.

Степень внедрения: результаты разработки будут использованы для эксплуатации на производстве.

Область применения: Машиностроение.

Экономическая эффективность/значимость работы: в сравнении с другими способами запрессовки подшипников в колесо данный метод является самым быстрым и эффективным

## Оглавление

Введение .....	9
1. Выбор структуры автоматической системы регулирования .....	10
2. Разработка кинематической схемы .....	12
Расчеты требуемых параметров .....	14
Расчет наибольшего натяга .....	14
Расчет усилия запрессовки .....	16
Расчет требуемой силы для перемещения подшипника в рабочую зону ....	18
3. Расчет параметров исполнительных элементов .....	20
Расчет трубопровода.....	25
Подбор пневматической аппаратуры.....	28
Для привода запрессовки, перемещения и сброса подшипника:.....	28
Для привода подготовки воздуха .....	29
Вывод по разделу .....	31
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 34	
Введение .....	34
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.. 35	
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений .....	35
2) Используя устройство для запрессовки деталей .....	35
4.1.2 SWOT-анализ .....	37
4.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	41
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	41
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....	43
4.2.3 Бюджет научно-технического исследования .....	47
4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	57
Выводы по разделу .....	61

5. Социальная ответственность .....	64
Заключение .....	76
Список использованных источников .....	77
Приложения: Графический материал	

## **Введение**

Основная задача выпускной квалификационной работы по теме «Автоматизированная линия для сборки пар колесо-подшипник» состоит в разработке технологической документации на изготовление и конструирование оборудования для автоматической запрессовки подшипников в колеса, для достижения минимального уровня трудозатрат рабочей силы и экономической эффективности.

Актуальность данной работы заключается в освобождении человеческого ресурса от монотонной работы. для рабочего процесса используются такие детали как пневмоцилиндры, дросселя, распределители, регуляторы давления и другие пневмоэлементы.

В ходе выполнения работы надо произвести анализ существующих устройств, разработать схему и чертежи, произвести прочностные и др. расчеты.

## **1. Выбор структуры автоматической системы регулирования**

### **Требования**

Данная разработка должна соответствовать требованиям:

- 1.Доступность
- 2.Простота сборки
- 3.Компактность
- 4.Надежность
- 5.Технологичность

### **Достоинства и недостатки пневмосистемы**

В настоящее время на практике применяется в основном элементный принцип для конструирования пневматических приборов и систем, при котором пневматический прибор создается не в форме специальной конструкции, а собирается из элементов универсального назначения. Идея элементного построения устройств промышленной пневмоавтоматики нашла воплощение в универсальной системе элементов промышленной пневмоавтоматики

Основные достоинства пневмопривода:

- - возможность эксплуатации без существенного ухудшения характеристик в условиях вибрации, ударных нагрузок в пожаро- и взрывоопасных условиях;
- - наличие функционально полных систем приборов и элементов позволяет создавать системы автоматики любой сложности, а использование типовых пневмоэлементов существенно снижает стоимость этих систем и сокращает время сдачи в эксплуатацию;
- - малое количество или полное отсутствие (струйные элементы) движущихся механических частей;
- - малые массы пневматических устройств;

Недостатками пневмопривода :

- - необходимость поддержания герметичности всей системы, а также необходимость очистки воздуха от пыли, масла и воды;
- - низкая точность и недостаточная надежность (особенно у элементов непрерывного действия), являющихся, например, следствием малой стабильности технических характеристик элементов;
- - низкое быстродействие и достаточно большой расход энергии.

Перечисленные достоинства и недостатки пневмоэлементов обуславливают специфическую сферу их применения. Они дополняют и расширяют возможности электромеханических или электронных систем.

### **Вывод**

В качестве основных элементов с помощью которых будет работать данная система была выбрана пневмосистема, так как она отвечает требуемым параметрам. Имеет малый вес , возможность работы при вибрации и ударных нагрузках.

## 2. Разработка кинематической схемы

В данном разделе была проанализирована пневматическая аппаратура и составлена пневматическая схема Рис. 1

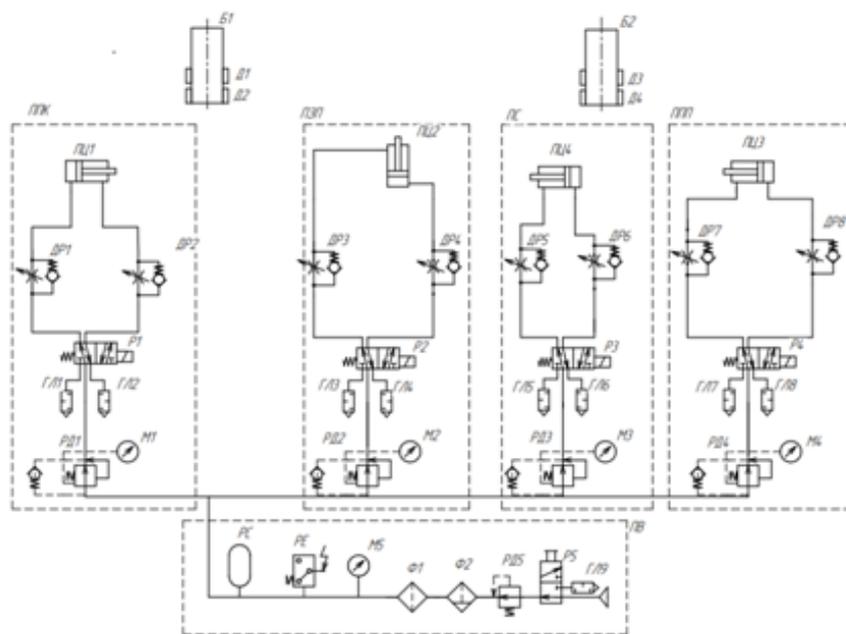


Рис. 1(Пневматическая схема)

Принцип работы Пневматической схемы Рис.1: В блоке подготовки воздуха - ПВ происходит подготовка воздуха. Блок состоит из РС - ресивера предназначенный для выравнивания давления в системе, РЕ - реле давления предназначенного для сигнализации о падении давления в системе, манометра и регулятора давления для настройки общего давления в системе, фильтров для очистки воздуха для очистки твердых и жидких примесей и распределителя с ручным управлением, для включения или выключения системы. Из блока подготовки воздух поступает на 1 из 4 приводов. Привод ППК служит для перемещения колес в рабочую зону поступающие из бункера 1 оснащенный датчиками Д1 предназначенный для контроля наличия колес в бункере и Д2 сигнализирующем о том, что бункер пуст. Привод ППК – Привод перемещения колес состоит из пневмоцилиндра, двух дросселей ДР2 и ДР1 с обратными клапанами предназначенных для регулировки скорости воздуха, распределителя Р1 позволяющим блоку работать в двух направлениях, двух глушителей ГЛ1 и ГЛ2 для уменьшения шума в системе, манометра и

регулятора давления на входе для настройки необходимых усилий . Остальные 3 блока устроены аналогично блоку ППК. Блок ПЗП – привод запрессовки подшипников служит для запрессовки подшипников в колеса, блок ПС – привод сброса служит для сброса готового изделия , привод ППП – привод перемещения подшипников служит для толкания подшипников в рабочую зону.

ДР - дросель М-манометр РД- регулятор давления Р- распределитель  
ГЛ- глушитель ПЦ- Пневмоцилиндр Б- бункерный накопитель Д- датчик РС – ресивер РЕ- реле Ф- фильтр

## Расчеты требуемых параметров

### Расчет наибольшего натяга

Шариковый радиально упорный подшипник 306 ГОСТ 8338-75  $d_0 = 30$

мм

$D = 72$  мм  $B = 19$  мм

1. Величина наименьшего необходимого давления на поверхности контакта колеса и подшипника

$$P_{\min} = \frac{2 \cdot M_{\text{кр}}}{f \cdot \pi \cdot d \cdot l} = \frac{2 \cdot 164}{3.14 \cdot 72^2 \cdot 0.012 \cdot 0.14} = 11.5 \text{ МПа} \quad (1)$$

Где  $M_{\text{кр}}$  – максимальный крутящий момент, Нм

$\pi \cdot d \cdot l$  – фактическая площадь контакта сопрягаемых деталей, мм<sup>2</sup>

$f$  - коэффициент трения

2. Наименьший расчетный натяг

$$N_{\min} = P_{\min} \cdot d \cdot \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \quad (2)$$

Где  $C_1$  и  $C_2$  - коэффициент Лямэ;

$E_1$  и  $E_2$  - модуль упругости, в Па

Для стали  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па

$$C_1 = \frac{d_H^2 + d_1^2}{d_2^2 - d_1^2} - \mu_1 \quad (3)$$

$$C_2 = \frac{d_2^2 + d_H^2}{d_2^2 - d_H^2} + \mu_2 \quad (4)$$

$$C_1 = \frac{72^2 + 0^2}{72^2 - 0^2} - 0.3 = 0.7$$

$$C_2 = \frac{100^2 + 72^2}{100^2 - 72^2} + 0.3 = 3.45$$

$$N_{\min} = 11.5 \cdot 10^6 \cdot 0.072 \cdot \frac{0.7}{2 \cdot 10^{11}} + \frac{3.45}{2 \cdot 10^{11}} = 0.0001 \text{ МКМ}$$

### 3.Расчитываем допустимое давление

-Для подшипника

$$P_{\text{доп}} = 0.58 \cdot \sigma_T \cdot [1 - (\frac{d}{d_2})^2] = 0.58 \cdot 313 \cdot [1 - (\frac{50}{72})^2] = 94.4 \text{ МПа} \quad (5)$$

Где  $\sigma_T$  – предел текучести

$$\sigma_T = 313 \text{ МПа}$$

- Для колеса

$$P_{\text{доп}} = 0.58 \cdot \sigma_T \cdot [1 - (\frac{d}{d_2})^2] = 0.58 \cdot 313 \cdot [1 - (\frac{0}{72})^2] = 181.5 \text{ МПа}$$

Из двух полученных значений выбираем меньшее и приводим его к значению максимально допустимого давления.  $P_{\text{max}} = 94.4 \text{ МПа}$

### 4.Наибольший натяг

$$N_{\text{max}} = P_{\text{max}} \cdot d \cdot \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \quad (6)$$

$$N_{\text{max}} = 94.4 \cdot 10^6 \cdot 0.072 \cdot \frac{0.7}{2 \cdot 10^{11}} + \frac{3.45}{2 \cdot 10^{11}} = 0.008 \text{ мкм}$$

## Расчет усилия запрессовки

Шариковые радиально упорный подшипник 306 ГОСТ 8338-75  $d_0 = 30$

мм

$$D = 72 \text{ мм } B = 19 \text{ мм}$$

Расчет усилия запрессовки определяется по формуле

$$F_n = f_n \cdot P_{\max} \cdot \pi \cdot d_n \cdot L, \quad (7)$$

Где  $f_n = (1.15 \dots 1.2)$

$P_{\max}$  – Давление на контактных поверхностях сопрягаемых деталей, в  
МПа

$d_n$  – Номинальный диаметр сопряжения, в мм

$L$  – Длина запрессовки

$$P_{\max} = \frac{N_{\max} \cdot \gamma_m}{d_n \left( \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}, \quad (8)$$

$C_1$  и  $C_2$  - коэффициент Лямэ;

$E_1$  и  $E_2$  - модуль упругости, в Па

Для стали  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па

$$C_1 = \frac{d_n^2 + d_1^2}{d_2^2 - d_1^2} - \mu_1, \quad (9)$$

$$C_2 = \frac{d_2^2 + d_n^2}{d_2^2 - d_n^2} + \mu_2, \quad (10)$$

Где  $d_1$  – диаметр отверстия вала, в мм

$$d_1 = 0$$

$d_2$  = наружный диаметр, мм

$\mu_1$  и  $\mu_2$  – коэффициент Пуансона

$\mu_{1,2} = 0.3$  – для стальных деталей

$N_{\max} = 0.008$  мм – максимальный натяг

$$C_1 = \frac{72^2 + 0^2}{72^2 - 0^2} - 0.3 = 0.7$$

$$C_2 = \frac{100^2 + 72^2}{100^2 - 72^2} + 0.3 = 3.45$$

$$P_{\max} = \frac{0.008 - 0.0063}{50 \left( \frac{0.7}{2 \cdot 10^{11}} + \frac{3.45}{2 \cdot 10^{11}} \right)} = 1.64 \text{ МПа}$$

$$F_n = 1.15 \cdot 1.64 \cdot 10^6 \cdot 3.14 \cdot 72 \cdot 10^{-3} \cdot 19 \cdot 10^{-3} = 5.1 \text{ кН}$$

## Расчет требуемой силы для перемещения подшипника в рабочую зону

Исходные данные :

Масса подшипника 1032910  $m = 0.2\text{кг}$

Требуемое время  $t = 5\text{с}$

Требуемый путь  $S = 1\text{м}$

Для того , что бы рассчитать требуемую силу для перемещения подшипника нам нужно составить уравнение

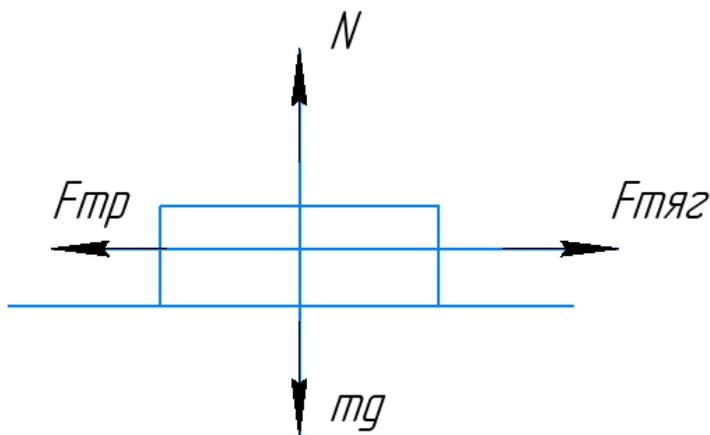


Рис 2

По 3 закону Ньютона составляем уравнение

$$ma = mg + N + Fтяг + Fтр$$

В проекции на ось OX уравнение имеет вид:

$$Fтяг = ma + Fтр$$

$a = \frac{2S}{t^2}$  где  $a$  – ускорение  $S$  – путь пройденный подшипником  $t$  – требуемое время

Коэффициент трения стали о сталь составляем  $K_{тр} = 0.15$

$$F_{\text{тяг}} = m \cdot \frac{2S}{t^2} + K_{\text{тр}} \cdot mg = 0.2 \cdot \frac{2 \cdot 0.5}{5^2} + 0.15 \cdot 0.2 \cdot 10 = 0.316 \text{ Н}$$

По такому же принципу рассчитываем требуемые усилия для перемещения колеса и усилия требуемые для сброса детали

### **Расчет усилия для перемещения колеса в рабочую зону**

Исходные данные :

Масса колеса  $m = 0.38$  кг

Требуемое время  $t = 5$  с

Требуемый путь  $S = 1$  м

$K_{\text{тр}} = 0.2$

$$F_{\text{тяг}} = m \cdot \frac{2S}{t^2} + K_{\text{тр}} \cdot mg = 0.38 \cdot \frac{2 \cdot 0.5}{5^2} + 0.2 \cdot 0.38 \cdot 10 = 0.415 \text{ Н}$$

### **Расчет усилий для сброса детали**

Исходные данные :

Масса колеса с запрессованным подшипником  $m = 0.58$  кг

Требуемое время  $t = 5$  с

Требуемый путь  $S = 1$  м

$K_{\text{тр}} = 0.2$

$$F_{\text{тяг}} = m \cdot \frac{2S}{t^2} + K_{\text{тр}} \cdot mg = 0.58 \cdot \frac{2 \cdot 0.5}{5^2} + 0.58 \cdot 0.2 \cdot 10 = 1.178 \text{ Н}$$

### 3. Расчет параметров исполнительных элементов

При линейных перемещениях заданы усилия  $F$  и скорость  $V$ . Расчет сводится к выбору пневмоцилиндров, которые должны обеспечивать заданное условие.

Из всех заданных значений  $F$  максимальное значение  $F_{max}$  для должного привода. Определяется площадь  $S$  поршня по следующей зависимости

$$S = \frac{F_{max}}{0.8 \cdot P} \quad (11)$$

Где 0.8 - коэффициент, учитывающий потери на трение и утечки в пневмоцилиндре;

$P$  – давление, воздействующее на поршень.

Давление  $P$  выбирается из ряда номинальных давлений, используемых в гидроприводах технологического оборудования

По площади поршня  $S$  определяются его диаметр  $D$ .

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} \quad (12)$$

Рассчитывается потребный расход  $Q_1$

$$Q_1 = \pi D^2 / 4 \cdot V_{max} \quad (13)$$

По данным расчета выбираем пневмоцилиндр.

## Привод перемещения подшипника

$$F1 = 0.316 P = 0.6 \text{ МПа}$$

$$V1 = 1.6 \text{ см/с}$$

$$S = 0.316 / (0.8 * 0.6 * 10^6) = 0.66 * \text{мм}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.66}{\pi}} = 0.92 \text{ мм}$$

$$D = 12 \text{ мм}$$

$$Q1 = \frac{1.6 \cdot \pi \cdot 12^2}{4} = 0.11 \text{ л/мин}$$

Выбираем Цилиндр пневматический короткоходный Серия ADN

Конструкция: Компактный с противоположными направляющими

Материал: Корпус - анодированный алюминий; Шток - нержавеющая сталь; уплотнения – NBR

Рабочая температура: 0°C - 80°C

Крепления: Отверстия в корпусе , подвеска, лапы

Рабочее давление: 1 - 10 бар

Ход(мин. – макс.): Серия QPR :  $\varnothing 12 = 1 - 50 \text{ мм}$

Диаметр:  $\varnothing 12 \text{ мм}$

Кодировка:

ADN	2	012	A	050
-----	---	-----	---	-----

## 2. Привод перемещения колеса

$$F1 = 0.415 \text{ P} = 0.6 \text{ МПа}$$

$$V1=1.6 \text{ см/с}$$

$$S = 0.415 / (0.8 \cdot 0.6 \cdot 10^6) = 0.52 \text{ мм}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.52}{\pi}} = 0.82 \text{ мм}$$

$$D = 12 \text{ мм}$$

$$Q1 = \frac{1.6 \cdot \pi \cdot 12^2}{4} = 0.11 \text{ л/мин}$$

Выбираем Цилиндр пневматический короткоходный Серия ADN

Конструкция: Компактный с противоположными направляющими

Материал: Корпус -анодированный алюминий; Шток- нержавеющая сталь; уплотнения – NBR

Рабочая температура: 0°C - 80°C

Крепления: Отверстия в корпусе , подвеска, лапы

Рабочее давление: 1 -10 бар

Ход(мин. – макс.): Серия QPR : $\varnothing 12 = 1- 80 \text{ мм}$

Диаметр:  $\varnothing 12 \text{ мм}$

Кодировка:

ADN	2	012	A	050
-----	---	-----	---	-----

### 3. Привод сброса

$$F1 = 1.178 \text{ P} = 0.6 \text{ МПа}$$

$$V1 = 1.6 \text{ см/с}$$

$$S = 1.178 / (0.8 \cdot 0.6 \cdot 10^6) = 1.5 \text{ мм}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.5}{\pi}} = 1.4 \text{ мм}$$

$$D = 12 \text{ мм}$$

$$Q1 = \frac{1.6 \cdot \pi \cdot 12^2}{4} = 0.11 \text{ л/мин}$$

Выбираем Цилиндр пневматический короткоходный Серия ADN

Конструкция: Компактный с противоположными направляющими

Материал: Корпус - анодированный алюминий; Шток - нержавеющая сталь; уплотнения – NBR

Рабочая температура: 0°C - 80°C

Крепления: Отверстия в корпусе , подвеска, лапы

Рабочее давление: 1 - 10 бар

Ход(мин. – макс.): Серия QPR :  $\varnothing 12 = 1 - 80 \text{ мм}$

Диаметр:  $\varnothing 12 \text{ мм}$

Кодировка:

ADN	2	012	A	050
-----	---	-----	---	-----

#### 4. Привод запрессовки подшипника

$$F1 = 5.1 \text{ кН} \quad P = 0.6 \text{ МПа}$$

$$V1 = 1.6 \text{ см/с}$$

$$S = 5100 / (0.8 \cdot 0.6 \cdot 10^6) = 6375 \text{ мм}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 6375}{\pi}} = 90 \text{ мм}$$

$$D = 100 \text{ мм}$$

$$Q1 = \frac{1.6 \cdot \pi \cdot 90^2}{4} = 6 \text{ л/мин}$$

Выбираем Цилиндр пневматический короткоходный Серия ADN

Конструкция: Компактный с противоповоротными направляющими

Материал: Корпус - анодированный алюминий; Шток - нержавеющая сталь; уплотнения – NBR

Рабочая температура: 0°C - 80°C

Крепления: Отверстия в корпусе, подвеска, лапы

Рабочее давление: 1 - 10 бар

Ход(мин. – макс.): Серия QPR :  $\varnothing 100 = 1 - 100 \text{ мм}$

Диаметр:  $\varnothing 100 \text{ мм}$

Кодировка:

ADN	2	100	A	050
-----	---	-----	---	-----

## Расчет трубопровода

При выборе диаметра трубопровода необходимо учитывать рекомендацию СЭВ РС 3644-72, регламентирующую скорость  $V_m$  потоков рабочей жидкости в трубопроводах в зависимости от их назначения и номинального давления  $P_{ном}$ :

Для напорной магистрали:

Скорости всех приводов  $V_m = 1.6$  м/с

Для сливной магистрали :  $V_m = 2$  м/с для всех приводов

Внутренний диаметр  $d$  (мм) трубопровода, через который проходит расход воздуха  $Q$  (л/мин):

$$d_{вн} = \sqrt[5]{\frac{1.6 \cdot 10^3 \cdot V^{1.85} \cdot L}{10^{10} \cdot \Delta P \cdot P}} \quad (14)$$

где

$d_{вн}$  - внутренний диаметр трубопровода [м],  
 $V$  - объемный расход сжатого воздуха [ $m^3/c$ ],  
 $L$  - длина трубопровода с поправками на фитинги [м],  
 $\Delta P$  - допустимое падение давления [бар],  
 $P$  - верхнее давление компрессора [бар].

Для напорной магистрали :

Для привода перемещения подшипника

$$Q = 0.0000018 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$P = 0.6 \text{ МПа}$$

$$d_{вн} = \sqrt[5]{\frac{1.6 \cdot 10^3 \cdot V^{1.85} \cdot L}{10^{10} \cdot \Delta P \cdot P}} = \sqrt[5]{\frac{1.6 \cdot 10^3 \cdot 1.6^{1.85} \cdot 2}{10^{10} \cdot 1.6}} = 0.000262 \text{ м} = 0.2 \text{ мм}$$

Для привода перемещения колеса

$$Q = 0.0000018 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$P = 0.6 \text{ МПа}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt[5]{\frac{1.6 \cdot 10^3 \cdot \nu^{1.85} \cdot L}{10^{10} \cdot \Delta P \cdot P}} = \sqrt[5]{\frac{1.6 \cdot 10^3 \cdot 1.6^{1.85} \cdot 2}{10^{10} \cdot 1.6}} = 0.000262 \text{ м} = 0.2 \text{ мм}$$

Для привода сброса

$$Q = 0.0000018 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$P = 0.6 \text{ МПа}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt[5]{\frac{1.6 \cdot 10^3 \cdot \nu^{1.85} \cdot L}{10^{10} \cdot \Delta P \cdot P}} = \sqrt[5]{\frac{1.6 \cdot 10^3 \cdot 1.6^{1.85} \cdot 2}{10^{10} \cdot 1.6}} = 0.000262 \text{ м} = 0.2 \text{ мм}$$

Для привода запрессовки подшипника

$$Q = 0.0001 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$P = 0.6 \text{ МПа}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt[5]{\frac{1.6 \cdot 10^3 \cdot \nu^{1.85} \cdot L}{10^{10} \cdot \Delta P \cdot P}} = \sqrt[5]{\frac{1.6 \cdot 10^3 \cdot 1.6^{1.85} \cdot 2}{10^{10} \cdot 1.6}} = 0.00116 \text{ м} = 1.16 \text{ мм}$$

Выбираем диаметр труб по стандарту DIN2440

Для привода привода перемещения подшипника:

Номинальный диаметр = 4 мм

Внешний диаметр = 4 мм

Внутренний диаметр = 2.9 мм

Площадь внутреннего сечения = 0.3 см<sup>2</sup>

Толщина стенки = 1.1 мм

Для привода привода перемещения колеса :

Номинальный диаметр = 4 мм

Внешний диаметр = 4 мм

Внутренний диаметр = 2.9 мм

Площадь внутреннего сечения = 0.3 см<sup>2</sup>

Толщина стенки = 1.1 мм

Для привода привода сброса :

Номинальный диаметр = 4 мм

Внешний диаметр = 4 мм

Внутренний диаметр = 2.9 мм

Площадь внутреннего сечения = 0.3 см<sup>2</sup>

Толщина стенки = 1.1 мм

Для привода запрессовки подшипника:

Номинальный диаметр = 4 мм

Внешний диаметр = 4 мм

Внутренний диаметр = 2.9 мм

Площадь внутреннего сечения = 0.3 см<sup>2</sup>

Толщина стенки = 1.1 мм

## Подбор пневматической аппаратуры

Для привода запрессовки, перемещения и сброса подшипника:  
Дроссель

Выбираем дроссель GRLZ-M5-B

Функция: Дроссель с обратным клапаном

Конструктивное исполнение: L-образный

Пневматическое присоединение: M5

Пневматический канал 1: M5

Регулировочный элемент: Стандартно

Регулятор давления:

Выбираем регулятор давления LRB-1/4-D-7-O-K4-MINI

Серия D

Функция: Комбинация регуляторов давления

Типоразмер: MINI – Монтажный шаг 40мм

Пневматическое присоединение: Внутренняя резьба G1/4

Регулятор давления: 4-ех позиционный регулятор

Диапазон регулирования давления 0.5...7 бар

Распределитель:

Распределитель VUVG-L10-M52-T-M5-U-1K8L

Типоразмер: 10 Размер 10

Пневматическое присоединение: M5

Функция распределителя: M52 5/2 распределитель, моностабильный

Электрическое подключение К8 Кабель 2.5м

**Для привода подготовки воздуха**

Датчик давления:

Датчик давления SPAN-P10R-M5F-PN-PN-L1

Диапазон измерения давления: 0...10 бар

Давление на входе: Относительное давление

Пневматическое присоединение: M5

Тип резьбы: Внутренняя

Электрический вход 1: PN PNP или NPN

Электрический вход 2: PN PNP или NPN

Электрическое подключение: L1 Разъем, исполнение L1

Ресивер сжатого воздуха:

Ресивер сжатого воздуха RVZS-0.75

Объем: 0.75л

Блок подготовки воздуха:

Фильтр-регулятор LFR-M5-D-7-O-5M-MICRO-H

Типоразмер: MICRO - монтажный шаг 25мм

Пневматическое присоединение: M5

Диапазон измерения давления: 0.5...7 бар

Степень фильтрации: 5мкм

Распределитель:

Распределитель VNEF-PTC-B32-G14

Тип воздействия: Кнопка без фиксации

Функция распределителя: 3/2 распределитель, с фиксацией

Пневматическое присоединение: 1/4

### **Вывод по разделу**

В данном разделе были рассчитаны усилия запрессовки и величина расхода. По данным параметрам была подобрана вся необходимая пневмоаппаратура, такие элементы как пневмоцилиндр, дроссель, регуляторы давления. Разработана 3D модель и вся необходимая документация.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4А8Б	Дмитриенко Андрей Николаевич

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение Школа</b>	<b>ОМШ ИШНПТ</b>
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>Направление</b>	15.03.01 Машиностроение

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.
<b>Перечень графического материала</b>	
1. Оценка конкурентоспособности ИП 2. Матрица SWOT 3. Диаграмма Ганта 4. Бюджет НИ 5. Основные показатели эффективности НИ	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	28.02.2022
---	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н  доцент		28.02.22

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8Б	Дмитриенко Андрей Николаевич		28.02.22

## **4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **Введение**

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель данной ВКР – разработка автоматической линии сборки колесо - подшипник основанная на работе группы пневмоцилиндров и других элементов пневматической системы.

## 4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

### 4.1.1 Анализ конкурентных технических решений

В ходе исследования были рассмотрены две конкурирующие разработки о покрытиях различного состава:

- 1) Сборка пар колесо – подшипник в ручную
- 2) Используя устройство для запрессовки деталей

Детальный анализ необходим, т.к. каждый тип покрытия имеет свои достоинства и недостатки. В таблице 4.1 показано сравнение разработок конкурентов и разработки данного НИ с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 4.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Актуальность исследования	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2. Трещиностойкость	0,14	5	2	3	0,7	0,28	0,42
3. Ударопрочность	0,18	4	3	3	0,72	0,54	0,54
4. Стабильность соединения с подложкой	0,14	4	4	3	0,56	0,56	0,42
5. Простота изготовления	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
6. Эффективность работы	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
7. Безопасность	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Цена сырья	0,12	4	5	3	0,48	0,6	0,36
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	4	3	4	0,24	0,18	0,24
3. Финансирование научной разработки конкурентных товаров и разработок	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
Итого	1	43	38	37	4,32	3,6	3,47

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где  $K$  – конкурентоспособность проекта;  $B_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_i$  – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

#### 4.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
С1. Автономность	Сл1. Постоянное наблюдение за бункерами
С2. Повышенная производительность	Сл2. Возможность запрессовки до 7 качества
С3. Дешевизна	Сл3. Высокие требования к точности оборудования
С4. Экологичность технологии.	Сл4. Повешенный уровень шума
	Сл5. Вероятность получения брака.
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.	У1. Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.
В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.	
В3. Внедрение технологии в отрасль машиностроения	
В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 4.3–4.6.

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	+	-	-
	B3	-	+	-	+	-
	B4	+	+	-	-	-

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	+	+	+
	B2	-	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-	-

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

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

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	-	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</b></p> <p>С1. Автономность</p> <p>С2. Повышенная производительность</p> <p>С3. Дешевизна</p> <p>С4. Экологичность технологии</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</b></p> <p>Сл1. Постоянное наблюдение за бункерами</p> <p>Сл2. Возможность запрессовки до 7 квалитета</p> <p>Сл3. Высокие требования к точности оборудования</p> <p>Сл4. Повешенный уровень шума</p> <p>Сл5. Вероятность получения брака.</p>
<p><b>Возможности</b></p> <p>В1. Использование оборудования ИНШПТ ТПУ и ИФПМ СО РАН.</p> <p>В2. Появление потенциального спроса на новые разработки.</p> <p>В3. Внедрение технологии в отрасль машиностроения В4. Внедрение на мировой рынок,</p>	<p><b>Направления развития</b></p> <p>В2С2С3. Повышенная производительность и автономность позволяет расширить спрос, использование новейшей информации и технологий соответствует потенциальному спросу на новые разработки.</p> <p>В3С2С4. Дешевизна и экологичность технологии являются хорошим основанием для внедрения технологии в аэрокосмической области.</p>	<p><b>Сдерживающие факторы</b></p> <p>В1Сл3Сл4Сл5. Использование новейшего оборудования для удовлетворения требований исследований, также может уменьшить экспериментальную ошибку и предотвратить появление брака.</p>

экспорт за рубеж.		
<b>Угрозы</b> У1.Появление зарубежных аналогов и более ранний их выход на рынок.	<b>Угрозы развития</b> У1С2. Наши продукты обладают лучшими механическими свойствами и являются более привлекательными на мировом рынке.	<b>Уязвимости:</b> У1Сл4Сл5. Введение систем совершенствования производственных процессов для снижения погрешности и неопределенности.

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения НИР	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные	5	Создание кинематической схемы	Инженер, научный руководитель

исследования	6	Создание 3D модели	Инженер
	7	Создание чертежа и конструирование	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

#### 4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (4.1)$$

где  $t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{min}i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{max}i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой  $i$ -ой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4.3)$$

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

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

$k_{кал}$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (4.4)$$

где  $T_{кал}$  – общее количество календарных дней в году;  $T_{вых}$  – общее количество выходных дней в году;  $T_{пр}$  – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Длительность работ в рабочих	Длительность работ в календарных днях
	$t_{min}$ , чел-дни	$t_{max}$ , чел-дни	$t_{ожг}$ , чел-дни		

	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	$T_{pi}$	$T_{ki}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения ВКР	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Обзор научной литературы	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Планирование эксперимента	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Проведение эксперимента	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Обработка полученных данных	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Оценка правильности полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
<b>Итого:</b>	7	59	15	84	10,2	69	68,5	102

*Примечание:* Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	$T_{ki}$ кал. дн.	Продолжительность работ														
				февр			март			апр			май					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4	■														
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4	■														
3	Обзор научной литературы	Исп2	11		■													
4	Выбор методов исследования	Исп2	6			■												
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7			■												
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9				■											
7	Проведение эксперимента	Исп2	25					■	■	■								
8	Обработка полученных данных	Исп2	18								■	■	■					
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5										■	■				
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13												■	■	■	

Примечание:



– Исп. 1 (научный руководитель),



– Исп. 2 (инженер)

### **4.2.3 Бюджет научно-технического исследования**

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

#### 4.2.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при создании автоматической линии колесо - подшипники.

Таблица 4.11 – Затраты на создание автоматической линии колесо - подшипник

Наименование материалов	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Пневмоцилиндры	4	2000	8000
Распределители	5	1000	5000
Клапаны давления	5	1200	6000
Дроссели	8	600	4800
Ресивер	1	3000	3000
Реле давления	1	800	800
<b>Итого:</b>			27600

Цены приняты на основании прайс-листа поставщика материалов: <https://www.festo.com>

#### 4.2.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (4.5)$$

где  $n$  – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (4.6)$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;  $m$  – время использования, мес.

Таблица 4.12 – Затраты на оборудование

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ПЭВМ – lenovo. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 1 – Затраты на оборудование

	Наименование оборудования	кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
	ПЭВМ		3	30	30
	<b>Итого</b>		30 тыс. руб.		

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где  $n$  – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m,$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;

$m$  – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 30000}{12} \cdot 3 = 2475 \text{ руб.}$$

### 4.2.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата  $Z_{осн}$  одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{он} \cdot T_p, \quad (4.7)$$

где  $Z_{он}$  – среднедневная заработная плата, руб.;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3 \text{ руб.}, \quad (4.8)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня –  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней –  $M = 10,3$  месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.} \quad (4.9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_m = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.} \quad (4.10)$$

– для инженера:

$$Z_m = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}, \quad (4.11)$$

где  $Z_{\text{мс}}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;  $k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равен 0,3;  $k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;  $k_p$  – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 4.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52/14	104/14
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48/5	24/10
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 4.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{мс}, руб$	$k_{пр}$	$k_{\delta}$	$k_p$	$Z_m, руб$	$Z_{дн}, руб$	$T_p, раб.дн.$	$Z_{осн}, руб$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	13,5	28988,6
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	68,5	119402,4
Итого:								148391

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 28988,6 = 4348,3 \text{ руб.} \quad (4.12)$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 119402,4 = 17910,4 \text{ руб.}, \quad (4.13)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

#### 4.2.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (28988,6 + 4348,3) = 10001,1 \text{ руб.} \quad (4.14)$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (119402,4 + 17910,4) = 41193,8 \text{ руб.}, \quad (4.15)$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

#### 4.2.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 4. 15 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Сырье, материалы	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
27600	6117,5	148391	22258,7	51194,9	254365.5

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.16):

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр}, \quad (4.16)$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ «Создание автоматической линии сборки подшипник – колесо» по форме, приведенной в таблице 4.16. В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 4.16 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий	Исп.2	Исп.3	

		Проект			
1	Материальные затраты НИР	27600	4626,3	15945	Пункт 4.2.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	6117,5	22959,8	43453	Пункт 4.2.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	148391	148391	148391	Пункт 4.2.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	22258,7	22258,7	22258,7	Пункт 4.2.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	51194,9	51194,9	51194,9	Пункт 4.2.3.4
6	Накладные расходы	49776,6	49776,6	49776,6	Пункт 4.2.3.5
Бюджет затрат НИР		298659,7	299177,3	331019,2	Сумма ст. 1- 6

### 4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

**Интегральный показатель финансовой эффективности** научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов данной НИР рассмотрены:

- 1) Просветляющие покрытия на основе CVD алмаза для германиевой ИК-оптики;
- 2) Композиционные материалы на основе ZrC-BN, структура и свойства.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.17)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{\text{pi}}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 298659,7$  руб,  $\Phi_{\text{исп.1}} = 299177,3$  руб,  $\Phi_{\text{исп.2}} = 331019,2$  руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{298659,7}{331019,2} = 0,90;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{299177,3}{331019,2} = 0,91;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{331019,2}{331019,2} = 1.$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

**Интегральный показатель ресурсоэффективности** вариантов выполнения НИР ( $I_{pi}$ ) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 4.17).

Таблица 4.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании установки	0,15	4	4	4
2. Стабильность работы	0,2	4	4	5
3. Технические характеристики	0,2	5	3	4
4. Механические свойства	0,3	5	4	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	4	5
ИТОГО	1	4,65	3,8	4,05

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,65;$$

$$I_{p2} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,3 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 3,80;$$

$$I_{p3} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 4,05.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}} \quad (20)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,65}{0,90} = 5,18, \quad I_{исп.2} = \frac{3,8}{0,91} = 4,18, \quad I_{исп.3} = \frac{4,05}{1} = 4,05.$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 4.18).

Таблица 4.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,90	0,91	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	3,8	4,05

3	Интегральный показатель эффективности	5,18	4,18	4,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,81	0,78

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

### **Выводы по разделу**

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 298659,7 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,90, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65, по сравнению с 3,8 и 4,05;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,18, по сравнению с 4,18 и 4,05, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b> 4А8Б		<b>ФИО</b> Дмитриенко Андрей Николаевич	
<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа новых производственных технологий</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>ОМШ</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Бакалавриат</b>	<b>Направление/специальность</b>	<b>15.03.01 Машиностроение</b>

Тема ВКР:

**Автоматизированная линия для сборки пар колесо-подшипник**

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации</li> </ul>	<p>Объект исследования: Методика сборки пар колесо-подшипник          Область применения: машиностроительная, станкостроительная область          Рабочая зона: <u>производственное помещение при эксплуатации</u>          Размеры помещения 20м<sup>2</sup>          Количество и наименование оборудования рабочей зоны          Пневмоцилиндры 3шт, бункерные накопители 2шт, пневмосистема          Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: Сборка пар колесо-подшипник</p>
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 29.12.2020);</li> <li>- ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ Рабочее место при выполнении работ сидя</li> <li>- ГОСТ 22269-76 Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места</li> </ul>
<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> </ul>	<p>Вредные производственные факторы:          -Повышенный уровень шума          -Повышенный уровень вибрации          - Недостаточная или повышенная освещенность          - Отклонение показателей микроклимата на рабочем месте          - Электрический ток</p> <p>Опасные производственные факторы:          -Движущиеся машины и механизмы</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:          -проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров.</p> <p>-устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике;</p> <p>-использование средств индивидуальной защиты:</p>

	Защитные костюмы , перчатки
<b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b>	Литосфера: - Загрязнение мелкой стружкой Гидросфера : -Использование смазочных жидкостей -Захоронения отработанных материалов ; Атмосфера: -Загрязнение газами.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b>	Возможные ЧС :Пожар, обрушение зданий, авария коммунальных систем; Наиболее типичная ЧС : Пожар
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
	28.02.2022

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина Мария Сергеевна	-		28.02.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А8Б	Дмитриенко Андрей Николаевич		28.02.2022

## 5. Социальная ответственность

### Введение

Выпускная квалификационная работа по теме «Автоматизированная линия для сборки пар колесо-подшипник» выполняется в рамках выпускной квалификационной работы. Основная задача данной работы состоит в разработке технологической документации на изготовление и конструирование оборудования для автоматической запрессовки подшипников в колеса, для достижения минимального уровня трудозатрат рабочей силы и экономической эффективности. Актуальность данной работы заключается в освобождении человеческого ресурса от монотонной работы. Работа будет производиться в помещении размером 20м<sup>2</sup>, для рабочего процесса используются такие детали как пневмоцилиндры, дросселя, распределители, регуляторы давления и другие пневмоэлементы. Будет произведен анализ существующих устройств, разработана схема и чертежи, произведены прочностные и др. расчеты..

В ходе данной работы необходимо обеспечить безопасность действия рабочих органов, для окружающего персонала работающего на предприятии. Главной целью данного раздела является создание оптимальных норм труда, сохранение или улучшение их производительности, а так же работоспособности в процессе деятельности.

1.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности оператора

В данном подразделе рассматриваются специальные (характерные для планируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства. Указываются особенности трудового законодательства применительно к конкретным условиям проекта.

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации отношения, между работодателем и работником (или его представителем в лице профсоюза) регламентируются с целью установления государственных

гарантий трудовых прав и свобод граждан, создание благоприятных условий труда, защита прав и интересов работников и работодателей.

Перечислим особенности трудового законодательства:

1) продолжительность рабочего времени для работников в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет - не более 35 часов в неделю, согласно ст. 92 ТК РФ;

2) в целях обеспечения прав и свобод человека и гражданина работодатель и его представители при обработке персональных данных работника обязаны соблюдать общие требования, указанные в ст. 86 ТК РФ;

3) оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере, согласно ст. 147 ТК РФ;

4) работникам, условия труда которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 2,3 или 4 степени либо опасным условиям труда предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск. Его минимальная продолжительность составляет 7 календарных дней, согласно ст. 117 ТК РФ.

## 1.2 Производственная безопасность

Рассмотрим основные вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть в химической лаборатории при разработке силикатной эмали, а также меры по обеспечению безопасности от них.

Согласно вредные и опасные факторы по природе их влияния на человеческий организм делятся на: физическую, химическую, биологическую природу. Рассмотрим основные факторы:

ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

Классификация опасных и вредных производственных факторов, обладающих свойствами физического воздействия на организм человека:

Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами физического воздействия на организм работающего человека, подразделяют на следующие типичные группы: а) опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести:

1) невесомость, то есть отсутствие нормального значения силы тяжести, меняющее динамику и кинематику движения, а также характер механической работы внутренних органов человеческого организма;

2) перегрузка, то есть присутствие дополнительных к силе тяжести инерционных массовых сил, меняющее динамику и кинематику движения, а также характер механической работы внутренних органов человеческого организма;

3) действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего;

4) действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего, стоящего на опорной поверхности, на эту же опорную поверхность;

Классификация опасных и вредных производственных факторов, обладающих свойствами химического воздействия на организм человека:

1) Опасные и вредные производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека, называемые для краткости химическими веществами, представляют из себя физические объекты (или их составные компоненты) живой и неживой природы, находящиеся в определенном физическом состоянии и обладающие такими химическими свойствами, которые при взаимодействии с организмом человека в рамках биохимических процессов его функционирования приводят к повреждению целостности тканей организма и (или) нарушению его нормального функционирования.

2) Химические вещества могут находиться в твердом, пастообразном, порошкообразном, жидком, парообразном, газообразном, аэрозольном состояниях, в том числе наноразмеров.

3) Степень опасности химических веществ связана с путями их попадания в организм человека, которые подразделяют на следующие группы проникновения: - через органы дыхания (ингаляционный путь);

- через желудочно-кишечный тракт (пероральный путь);
- через кожные покровы и слизистые оболочки (кожный путь);
- через открытые раны;
- при проникающих ранениях;
- при внутримышечных, подкожных, внутривенных инъекциях.

4) По характеру результирующего химического воздействия на организм человека химические вещества подразделяют:

- на токсические (ядовитые);
- раздражающие;
- сенсибилизирующие;
- канцерогенные;
- мутагенные;
- влияющие на репродуктивную функцию.

5) По составу химические вещества подразделяют: - на индивидуальные вещества; - смеси.

Классификация опасных и вредных производственных факторов, обладающих свойствами биологического воздействия на организм человека:

1) Опасные и вредные производственные факторы биологической природы действия на организм работающего связаны с такими биологическими объектами, как:

- патогенные и условно-патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие);
- продукты жизнедеятельности патогенных и условно-патогенных микроорганизмов.

2) Для целей идентификации опасностей и оценки риска биологические объекты, обладающие биологическим воздействием на организм работающего, подразделяют:

- на микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в бактериальных препаратах;
- патогенные микроорганизмы
- возбудители особо опасных инфекционных заболеваний;
- патогенные и условно-патогенные микроорганизмы
- возбудители иных (помимо особо опасных) инфекционных заболеваний;
- условно-патогенные микроорганизмы
- возбудители неинфекционных заболеваний (аллергозов и т.п.)

### 1.3 Разбор опасных и вредных производственных факторов

Рассмотрим вредные факторы, которые возникают при проектировании и эксплуатации «Автоматизированной линии для сборки пар колесо-подшипник» представленной таблице 1.

1.В процессе функционирования производства источниками шума могут являться любые механизмы и машины, внутрицеховой и внутризаводской транспорт, система вентиляции и т.п. Шум создает значительную нагрузку на нервную систему человека, оказывая на него психологическое воздействие. Чем дольше эти гормоны присутствуют в кровеносной системе, тем выше вероятность, что они приведут к опасным для жизни физиологическим проблемам .

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные

сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушение здоровья у сверхчувствительных лиц

Для измерения характеристик шума обычно используют частотные анализаторы, шумомеры, коррелометры. Уровень шума обычно измеряют в децибелах (дБ). Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 дБ

2. Данный фактор может возникнуть из-за неправильной организации освещения в производственных помещениях, в том числе в рабочих зонах и на рабочих местах. Влияние света на организм человека велико. Плохое освещение является причиной быстрой утомляемости, головных болей, дискомфорта и быстрой потерей работоспособности.

Для предотвращения недостаточной или избыточной освещенности необходимо использовать современные источники света, а также необходимо произвести расчеты освещенности для нахождения оптимальных параметров освещенности производственных помещений.

3. Источниками возникновения вибрации будет работа пневмоцилиндров

Воздействие вибрации может привести к палестезии, а так же к изменениям в нервной системе и опорно-двигательном аппарате. При долгой работе под воздействием вибраций может развиваться профессиональная болезнь.

Все параметры вибрации с их размерностью и допустимыми нормами отображены в СН 2.2.4/2.1.8.566-96. 61

В качестве средств индивидуальной защиты от вибраций рекомендуется использовать защитные перчатки, прокладки, рукавицы, защитная обувь, вкладыши и подметки.

4. Источниками опасности являются пневмотическое оборудование, в частности работа пневмоцилиндров, а также внутрицеховой и внутризаводской транспорт.

Основной величиной, характеризующей опасность подвижных частей, является скорость их перемещения. Согласно ГОСТ 12.2.009-80 опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности. В соответствии с «ГОСТ 12.2.003- 91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

Одним из важных условий безопасного труда является недоступность подвижных частей оборудования, для рабочего, в ходе технологического процесса. При работе на токарных, фрезерных станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват волос или элементов одежды вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма, и даже смертельный исход.

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного вращающимися частями станков:

Для того, чтобы избежать захвата различных петель, ремней, шнурков, волос и т.д. перед работой на станке следует надеть спецодежду, а так же постараться заправить все свисающие части одежды.

2. Мероприятия по снижению уровня воздействия опасных факторов на исследователя

1. Мероприятия по борьбе с шумом подразделяются на организационно-технические, архитектурно-планировочные и лечебнопрофилактические, а именно:

– устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике;

- применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных);
- устройство «плавающих» полов;
- группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами;
- использование средств индивидуальной защиты;
- введение регламентированных дополнительных перерывов;
- проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются в том случае, если другими способами обеспечить допустимый уровень шума на рабочем месте не удастся. СИЗ включают в себя противошумные вкладыши (беруши), наушники, шлемы и каски, специальные костюмы. Наиболее эффективный способ защиты от шума – использование специальных наушников. Они полностью закрывают ухо и имеют оголовье, что обеспечивает надежное крепление СИЗ. Также наушники могут быть встроены в головной убор. Шумы блокирует специальная прослойка из звукопоглощающего материала. Такое средство индивидуальной защиты снижает воздействие шумов на 20-30 дБ. Наушники легки, комфортны в использовании, особенно при высоких частотах.

2. Норма освещенности устанавливается согласно СП 52.13330.2016. Для предотвращения недостаточной или избыточной освещенности необходимо провести расчеты, для нахождения оптимальных параметров освещенности рабочих зон и рабочих мест, а также необходимо использовать современные комбинированные источники света – естественное и искусственное.

3. Комплекс профилактических мероприятий, снижающих уровни вибрации оборудования, сокращающих время контакта с ним и ограничивающим влияние неблагоприятных сопутствующих факторов

производственной сферы включает гигиеническое нормирование, организационно-технические и лечебно-профилактические меры

Основным документом, регламентирующим параметры производственных вибраций, являются СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарноэпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах». Также имеется ряд государственных стандартов, которые регламентируют гигиенические параметры вибрации машин и оборудования.

Технические меры защиты предусматривают способы снижения колебаний, исходящих от источника промышленного оборудования путем их установления на отдельные фундаменты и использования виброгасителей. Также применяются различные способы виброизоляции оборудования и средства индивидуальной защиты работников СИЗ. К ним относятся платформы, плиты, сидения, гасящие колебания, а также рукоятки, рукавицы и специализированная обувь.

Основными методами и средствами защиты от вибрации являются

- Устранение непосредственного контакта с вибрирующим оборудованием путем применения дистанционного управления, промышленных роботов, автоматизации;

- Уменьшение интенсивности вибрации непосредственно в источнике

- Применение вибродемпфирования, динамического виброгашения, активной и пассивной виброизоляции;

- Рациональная организация режима труда и отдыха;

- Создание комплексных бригад с взаимозаменяемостью профессий; –

Использование средств индивидуальной защиты;

4. Мероприятия по устранению травматизма, вызванного движущимися механизмами и машин

- замена опасного производственного оборудования безопасным, в конструкции которого заложены основы, исключающие травмирование рабочего.

- применение ограждения движущихся частей машин и механизмов.
- автоматизация операции загрузки и выгрузки обрабатываемых деталей на станках.

- применение различных предохранительных приспособлений. К ним относятся, например, конечные выключатели, ограничивающие перемещение суппорта станка, кабины лифта и др., ослабленные звенья в механических системах, срабатывающие при возникновении опасного крутящего момента, плавкие предохранители или автоматические выключатели в цепи питания электроприводов, разрывные мембраны в системах сосудов, работающих под давлением, и др.

- устройство пультов управления и органов управления производственными машинами, исключающее ошибочные операции, а также внедрение дистанционного управления и автоматическое регулирование производственных процессов.

- широкое применение блокировок, исключающих неправильные операции при переключениях в электрических цепях, при управлении производственными машинами и агрегатами.

- комплексная механизация и автоматизация производственных процессов.

- периодические испытания производственного оборудования, подъемно-транспортных машин, электрооборудования повышенными нагрузками, повышенными напряжениями и др.

- применение индивидуальных защитных средств и предохранительных приспособлений.

### 3. Экологическая безопасность

В процессе разработке технологического процесса не исключается попадание в атмосферу, гидросферу и литосферу вредных веществ. Это может проявляться в выделении в атмосферу вредных паров, а также сливе вредных веществ в канализацию, захоронении или сжигании с последующим отравлением гидросферы и литосферы. Однако в целях снижения вредного

воздействия данного источника загрязнения на окружающую среду необходимо рационально использовать материалы, электроэнергию и по возможности заменить вредные технологические процессы на более экологичные. Так, на участке механической обработки в процессе работы образуются такие вещества как пыль, и аэрозоли. Для их удаления применяют вытяжную вентиляцию, для снижения выбросов этих веществ в атмосферу применяют фильтры.

#### 4.Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным ситуациям техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием

Поэтому следует в качестве профилактических мероприятий на участке использовать: правильную эксплуатацию машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;

- соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве 85 оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;

- запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;

- своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.

- применение автоматических средств обнаружения пожаров;

- повышение огнестойкости зданий и сооружений путём облицовки или оштукатуривания металлических конструкций;

- в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации;

- обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации. Система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему

пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения стоит использовать система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м<sup>2</sup> площади, ящики с песком 1-ин на 500м<sup>2</sup> площади). Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма (дымовые люки и т. п.)

Заключение:

В данном разделе были изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. Были рассмотрены безопасность в ЧС, экологическая безопасность и производственная безопасность, способы их предотвращения или уменьшения вреда для человека.

Категорию помещения по электробезопасности согласно ПУЭ соответствует I категории

Группа персонала по электробезопасности согласно Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок соответствует I группе

Категорию тяжести труда по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" соответствует допустимому

Данная разработка относится к категории отходов I класса опасности (с проектной мощностью 0,1 тонны в час и более)

Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» соответствует категории Г (умеренная пожароопасность)

## **Заключение**

В рамках выпускной квалификационной работы была разработана техническая документация на создание автоматической системы для запрессовки пар колесо-подшипник. В процессе выполнения работы были произведены все необходимые расчеты, разработана кинематическая схема, чертежи и спецификация. Данная работа содержит всю необходимую информацию для создания и сборки проекта

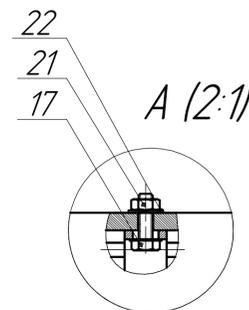
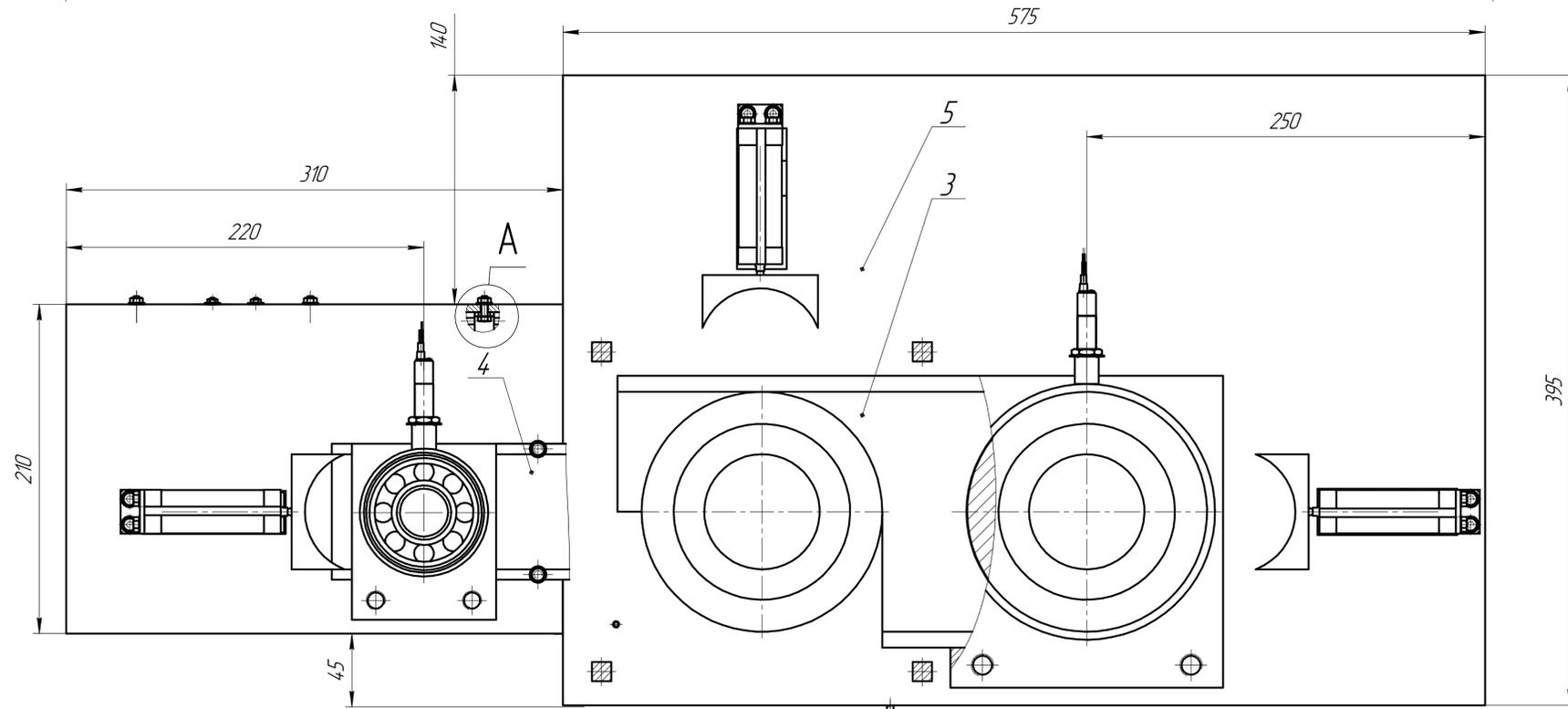
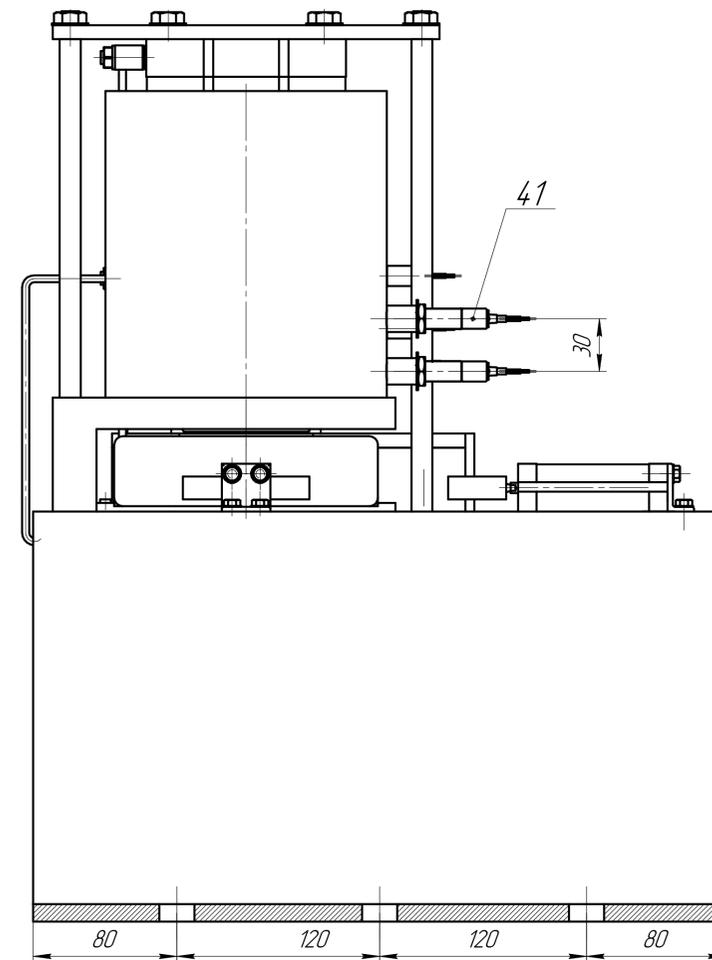
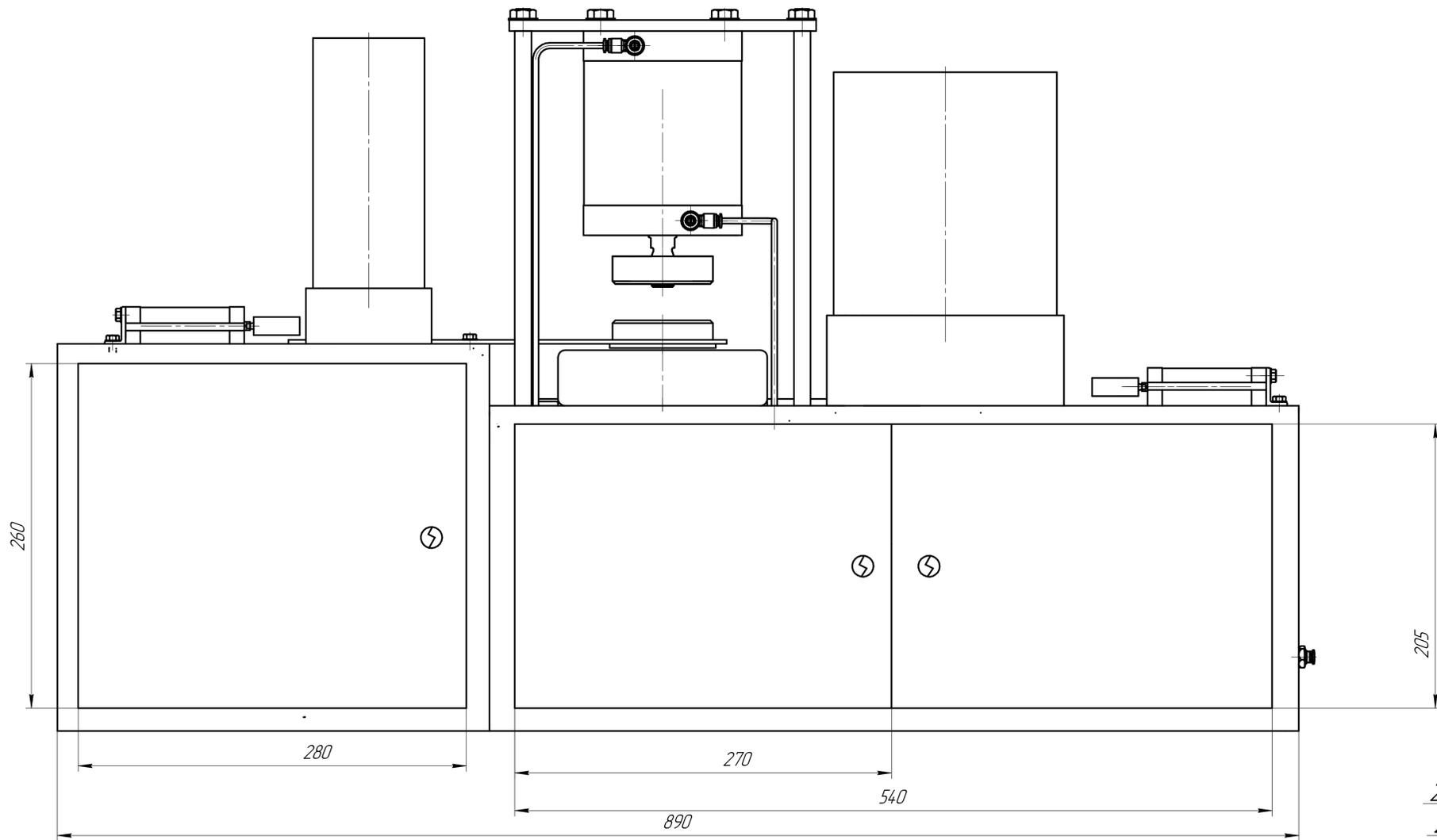
### Список использованных источников

1. Расчет и выбор посадок с натягом: методические указания к лабораторно-практической работе по дисциплине «Взаимозаменяемость и технические измерения» / А.И. Аристов [и др.]. – М.: МАДИ, 2017. – 28 с
2. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов: Учеб. Для техн. Вузов – 5-ое изд., перераб. И доп. - М.: Высш.шк., 1989. – 624 с.: ил.
3. «Ремонт и монтаж химического оборудования : Учебное пособие для вузов . – Химия , 1981. – 369с., ил.]
4. Гидравлика и гидропневмопривод. Учебник / Под ред. Стесина С.П.. - М.: Academia, 2018. - 240 с.
5. Лепешкин, А.В. Гидравлика и гидропневмопривод. Гидравлические машины и гидропневмопривод: Учебник / А.В. Лепешкин, А.А. Шейпак, А.А. Михайлин. - М.: Инфра-М, 2019. - 352 с.
6. Шейпак, А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Ч. 2 Гидравлические машины и гидропневмопривод / А.А. Шейпак. - М.: МГИУ, 2008. - 352 с.
7. Шейпак, А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Ч. 1 Основы механики жидкости и газа / А.А. Шейпак. - М.: МГИУ, 2007. - 264 с.
8. Зубарев, Ю.М. Динамические процессы в технологии машиностроения. Основы конструирования машин: Учебное пособие / Ю.М. Зубарев. - СПб.: Лань, 2018. - 212 с.
9. Лебедев, Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / Л.В. Лебедев, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе.. - Ст. Оскол: ТНТ, 2012. - 424 с.
10. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические средства измерения: Метод. указания к курсовой работе для студентов всех форм обучения: Горький, 1989, ч. 1. 24 с.

11. Кайнова, В.Н., нормирование точности изделий машиностроения: Учеб. пособие/ В.Н. Кайнова, Г.И. Лебедев, С.Ф. Магницкая, и др./ Под ред. В.Н. Кайновой; НГТУ. Н. Новгород, 2003. 182 с.
12. Мягков, В.Д., допуски и посадки: Справ. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский / Под ред. В.Д. Мягкова. - 6-е изд. - М.: Машиностроение, 1983, Т.2.
13. Шрубченко, И.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / И.В. Шрубченко, А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. - М.: Инфра-М, 2017. - 224 с.
14. Стесин, С.П. Гидравлика и гидропневмопривод: Учебник / С.П. Стесин. - М.: Академия, 2014. - 304 с.
15. Лебедев, Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / Л.В. Лебедев, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе.. - Ст. Оскол: ТНТ, 2012. - 424 с.
16. Бондин, В.И. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / В.И. Бондин, Ю.Г. Семехин. - М.: Инфра-М, 2018. - 40 с.
17. Вишняков, Я.Д. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / Я.Д. Вишняков. - М.: Academia, 2018. - 192 с.
18. Афоничкин, А. И. Финансовый менеджмент в 2 ч. Часть 1. Методология : учебник и практикум для вузов / А. И. Афоничкин, Л. И. Журова, Д. Г. Михаленко ; под редакцией А. И. Афоничкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 217 с.
19. Афоничкин, А. И. Финансовый менеджмент в 2 ч. Часть 2. Финансовая политика предприятия : учебник и практикум для вузов / А. И. Афоничкин, Л. И. Журова, Д. Г. Михаленко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 297 с.

20. Зубарев, Ю.М. Динамические процессы в технологии машиностроения. Основы конструирования машин: Учебное пособие / Ю.М. Зубарев. - СПб.: Лань, 2018. - 212 с.

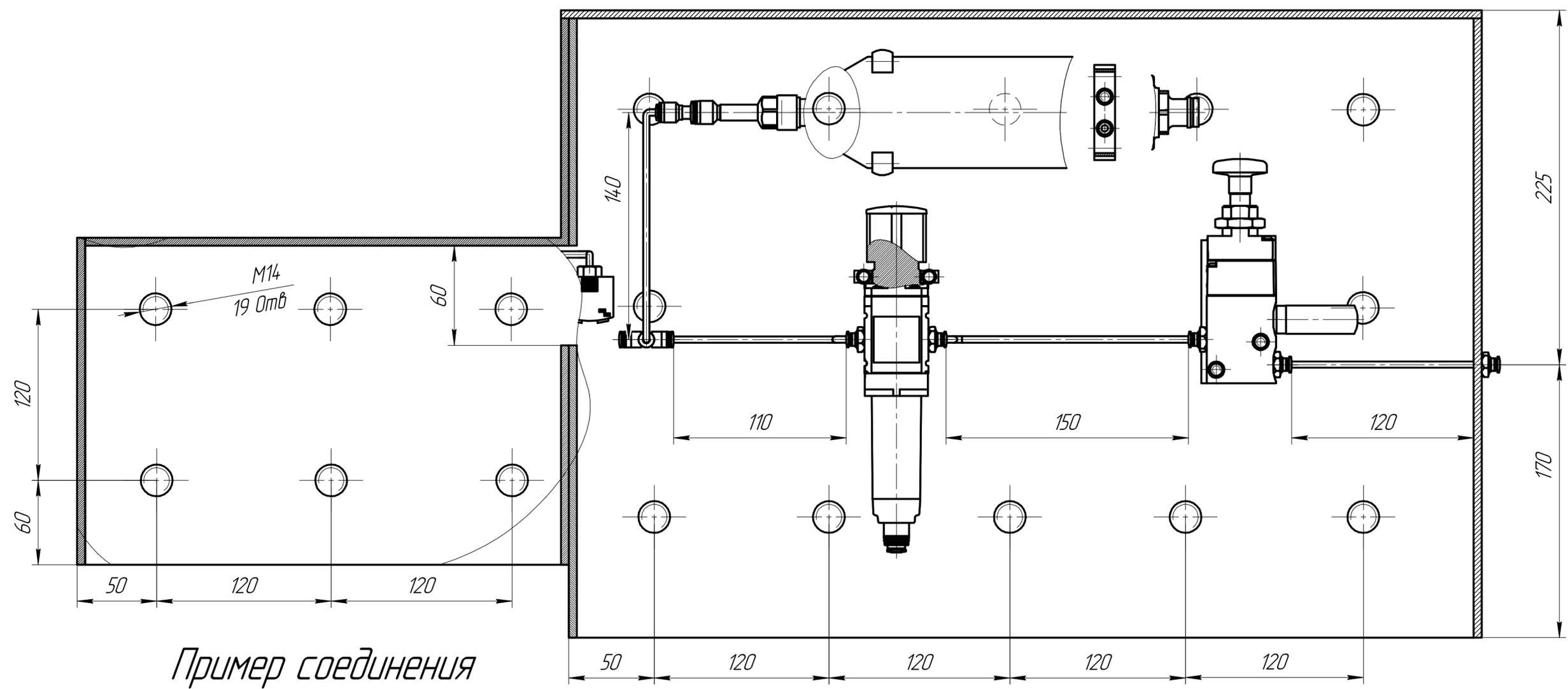




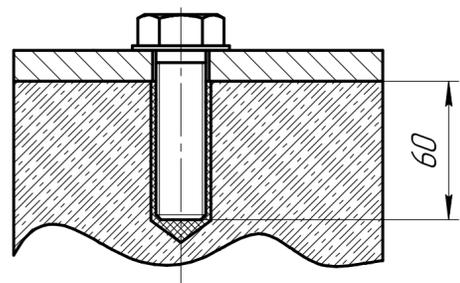
**Технические характеристики:**  
 1. Рабочее давление  $P = 1...6$  Бар  
 2. Масса линии  $m = 53$  кг  
 3. Максимальные усилия запресовки  $F = 5.1$  кН  
 4. Производительность 60 пар в час  
**Технические требования:**  
 1. Произвести опрессовку опрессовку согласно пневмосхеме под давление 0.6 МПа в течении 10 мин.  
 2. Перед эксплуатацией движущиеся органы пневмоцилиндров смазать смазкой Total Ceran XM 220

				ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.00 СБ			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автоматическая линия запресовки пар колеса-подшипник	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Импринено А.Н						1:2
Проб.	Кибиннов К.А				Лист 1	Листов 3	
Т.контр.					ГПУ ИШНПТ		
Н.контр.				Группа 4А8Б			
Утв.				Копировал			Формат А1

ИШНПТ-37 120 Чеховский завод «ИШНПТ-37» г. Чехов, Московская область  
 Не для коммерческого использования



Пример соединения



КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "ИСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.  
 Инв. № подл. Подп. и дата. Инв. № дробл. Подп. и дата.  
 Не для коммерческого использования



КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A0			ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.00 СБ	Сборочный чертеж		
		A4			ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.00 ПЗ	Пояснительная записка		
						<u>Детали</u>		
Справ. №				1	ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.01	Бункер	1	
				2	ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.02	Бункер	1	
				3	ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.03	Платформа	1	
				4	ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.04	Платформа	1	
				5	ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.05	Короб	1	
				6	ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.06	Опора	4	
				7	ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.07	Уголок	3	
				8	ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.08	Стакан	1	
				9	ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.09	Стакан	1	
				10	ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.10	Насадка на шток	3	
				11	ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.11	Насадка на шток	1	
				12	ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.12	Монтажная плита	1	
						<u>Стандартные изделия</u>		
				13		Болт М5х30 ГОСТ 11738-84	24	
				14		Болт М10 х50 ГОСТ 11738-84	8	
				15		Болт М12х40 ГОСТ 11738-84	2	
				16		Болт М14х50 ГОСТ 11738-84	21	
				17		Болт М4 х20 ГОСТ 11738-84	6	
			18		Гайка М10-6Н.5(S18)ГОСТ5915-70	4		
					<b>ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.00 ПЗ</b>			
Изм.		Лист	№ докум.		Подп.	Дата		
Разраб.		Дмитриенко А.Н.						
Пров.		Кувшинов К.А.						
Н.контр.								
Утв.								
Инв. № подл.				Лит.		Лист	Листов	
				У		1	2	
Автоматизированная линия сборки пар колеса-подшипник						ТПУ ИШНПТ Группа 4А8Б		

КОМПАС-3D v20 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		19		Гайка М16-6Н.5 (S18) ГОСТ 5915-70	1	
		20		Гайка М5-6Н.5 (S18) ГОСТ 5915-70	24	
		21		Гайка М4-6Н.5(S18)/ГОСТ5915-70	8	
		22		Шайба 4Л ГОСТ 6402-70	6	
		23		Шайба 5Л ГОСТ 6402-70	24	
		24		Шайба 10Л ГОСТ 6402-70	8	
		25		Шайба 12Л ГОСТ 6402-70	2	
		26		Шайба 14Л ГОСТ 6402-70	21	
		27		Шпилька М4-6дх50 ГОСТ22042-76	2	
				<u>Покупные изделия</u>		
		28		Компактный цилиндр ADN-32-50-A-P-A	3	
		29		Компактный цилиндр ADN-100-150-A-P-A	1	
		30		Распределитель VUVG-L10-M52-MT-M5-U-1K8L	4	
		31		Дроссель GRLZ-M5-B	8	
		32		Регулятор давления LRB-1/4-D-0-K4-MINI	1	
		33		Цанговый штупцер QSMT-4	2	
		34		Цанговый штупцер QS-1/4-4	8	
		35		Цанговый штупцер NPQP-L-R14-Q4-FD-P10	6	
		36		Манометр	4	
		37		Ресивер CRVZS-0.75	1	
		38		Датчик давления SPAN-P10R-M5F-PN-PN-L1	1	
		39		Фильтр-регулятор LFR-M5-D-7-5M-MICRO-H	1	
		40		Шланг PUN-4X0,75-SI	1	
		41		Тензодатчик с металлическим сильфоном SHBxR	4	
		42		Распределитель VHEF-PTC-B32-G14	1	
		43		Глушитель UC-1/4	1	

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ.ВШУ-330.00.00.00 ПЗ	Лист
						2