

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

Институт Юргинский технологический  
 Направление подготовки Агроинженерия  
 ООП Агроинженерия

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка конструкции борторасширителя шин в условиях Юргинского ГПАТП
УДК: 629.3.027.52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10Б70	Петрова С.Ф.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Григорьева Е.Г.			

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Полицинская Е.В.	К. пед. наук доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. директора ЮТИ	Солодский С.А.	К. т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Агроинженерия	Проскоков А.В.	К.т.н., доцент		

Рецензент

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор СТО «Штурм»	Рудьман В.Н.			

Юрга – 2022 г.

## 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
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
ОПК(У)-2	Способностью к использованию основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК(У)-3	Способностью разрабатывать и использовать графическую техническую документацию
ОПК(У)-4	Способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена
ОПК(У)-5	Способностью обоснованно выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали
ОПК(У)-6	Способностью проводить и оценивать результаты измерений
ОПК(У)-7	Способностью организовывать контроль качества и управление технологическими процессами
ОПК(У)-8	Способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы
ОПК(У)-9	Готовностью к использованию технических средств автоматизации и систем автоматизации технологических процессов
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-4	Способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования
ПК(У)-5	Готовностью к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов
ПК(У)-6	Способностью использовать информационные технологии при проектировании машин и организации их работы
ПК(У)-7	Готовностью к участию в проектировании новой техники и технологии
ПК(У)-8	Готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок
ПК(У)-9	Способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования
ПК(У)-10	Способностью использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами
ПК(У)-11	Способностью использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции

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

Институт Юргинский технологический  
 Направление подготовки Агроинженерия  
 ООП Агроинженерия

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Проскоков А.В.  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-10Б70	Петровой Светлане Фанисовне

Тема работы:

Разработка конструкции борторасширителя шин в условиях Юргинского ГПАТП	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	01.02.2022г. №32-3/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <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. Производственно-технические данные предприятия.</li> <li>2. Схема генерального плана</li> <li>3. Планировка главного производственного корпуса.</li> <li>4. Отчет по преддипломной практике.</li> </ol>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (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).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитический обзор по теме ВКР. Технологический расчет ремонтной мастерской предприятия.</li> <li>3. Технологический расчет и подбор оборудования участка.</li> <li>4. Конструкторская часть.</li> <li>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение проекта.</li> <li>6. Социальная ответственность.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ хозяйственной деятельности</li> <li>2. Обзор конструкций</li> <li>3. Борторасширитель. Общий вид.</li> <li>4. Схема работы борторасширителя.</li> <li>5. Рама. Сборочный чертеж.</li> <li>6. Исполнительный механизм. Сборочный чертеж.</li> <li>7. Детализовка рамы и исполнительного механизма.</li> <li>8. Экономическая оценка проектных решений</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Полицинская Е.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Солодский С.А</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p>Реферат</p>	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Григорьева Е.Г.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10Б70	Петрова С.Ф.		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10Б70	Петровой С.Ф.

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Направление</b>	35.03.06 « Агроинженерия»
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>ООП</b>	Агроинженерия

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	- <i>перечень и характеристика основных фондов и оборотных средств, необходимых для реализации инженерных решений</i> - <i>расчет потребности в рабочей силе</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- <i>нормы использования необходимых материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов</i>

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

- <i>обоснование расчета эффективности предлагаемых инженерных решений</i>
- <i>оценка экономического эффекта от реализации предлагаемых инженерных решений</i>
- <i>определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой и экономической эффективности исследования</i>
- <i>обоснование расчета эффективности предлагаемых инженерных решений</i>
5. <i>Сравнительные технико-экономические показатели эффективности организации предприятия</i>

**Перечень графического материала**

1. *Таблица технико-экономических показателей.*

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	25.04.2022
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Полицинская Е.В.	К.пед.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-10Б70	Петрова С.Ф.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-10Б70	Петровой С.Ф.

<b>Институт</b>	<b>ЮТИ ТПУ</b>	<b>Направление</b>	35.03.06 « Агроинженерия»
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>ООП</b>	Агроинженерия

**Тема ВКР**

Разработка конструкции борторасширителя шин в условиях Юргинского ГПАТП

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

<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования ( вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны ( рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p>Объект исследования ОАО « ПАТП №1»</p> <p>Область применения автомобильное хозяйство</p> <p>Рабочая зона: производственное помещение</p> <p>Количество и наименование оборудования Полный комплект стандартного оборудования для проведения технического осмотра и технического обслуживания.</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне ТО и диагностике</p>
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	
<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её 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>	<p>Необходимые требования безопасности при работе на участке.</p>
<p><i>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники,</li> </ul>	<p>Приоритетным вопросом считать расчет освещения.</p>

<p>средства защиты);</p> <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>	
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Основные факторы, загрязняющие окружающую среду при проведении ремонтных работ на предприятии И.</p>
<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>Безопасность при возникновении ЧС</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>Контроль за выполнением требований безопасности</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. директора ЮТИ	Солодский С.А.	К. т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10Б70	Петрова С.Ф.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 72 с., 9 рисунков, 24 таблицы, 13 источников, 8 листов графического материала.

Ключевые слова: агрегатный участок, совершенствование работ, хозяйственная деятельность, производственный корпус.

Цель: рациональная организация системы ТО и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта с разработкой конструкции борорасширителя в условиях Юргинского ГПАТП.

Пояснительная записка отражает результаты работы по технологическому расчету зоны технического обслуживания и ремонта в условиях Юргинского ГПАТП.

Приведен обзор условий сервисных работ с точки зрения охраны труда, рассмотрены требования эргономики к объекту проектирования. Выполнен расчет экономической эффективности организации технического обслуживания и текущего ремонта.

## ABSTRACT

The final qualifying work contains 72 pages, 9 figures, 24 tables, 24 sources, 8 sheets of graphic material.

Key words: aggregate plot, improvement of works, economic activities, production building.

Purpose: rational organization of the system of maintenance and repair of the rolling stock of road transport with the development of the design of the boron expander in the conditions of the Yurginsky GPATP.

The explanatory note reflects the results of the work on the technological calculation of the maintenance and repair area in the conditions of the Yurga GPATP.

An overview of the conditions of service work from the point of view of labor protection is given, the ergonomic requirements for the design object are considered. The calculation of the economic efficiency of the organization of maintenance and current repairs is carried out.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	12
1 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	13
1.1 НАИМЕНОВАНИЕ И ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ	13
1.2 ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА	13
1.2.1 РЕЛЬЕФ И ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ	13
1.3 СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОПАРКА	13
1.4 ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ	15
1.5 ХАРАКТЕРИСТИКА РЕМОНТНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ	16
1.5.1 ОРГАНИЗАЦИЯ ТО И РЕМОНТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА АВТОТРАНСПОРТА	17
1.6 ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА	21
2 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА	24
2.1 НАЗНАЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН	24
2.2 РАСЧЕТ ГОДОВОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПО ТО	24
2.2.1 РАСЧЕТ НОРМАТИВОВ	25
2.2.2 ВЫБОР И КОРРЕКТИРОВАНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТО	26
2.2.3 ВЫБОР И КОРРЕКТИРОВАНИЕ МЕЖРЕМОНТНОГО ПРОБЕГА	26
2.2.4 РАСЧЕТ ТРУДОЕМКОСТИ ТО И ТР НА 1000 КМ ПРОБЕГА АВТОМОБИЛЯ	27
2.2.5 РАСЧЕТ «КОЭФФИЦИЕНТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ АВТОМОБИЛЯ	27
2.2.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И ГОДОВОГО ПРОБЕГА	28
2.2.7 «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ОБСЛУЖИВАНИЙ И КАПИТАЛЬНЫХ РЕМОНТОВ ПО АВТОТРАНСПОРТНОМУ ПРЕДПРИЯТИЮ ЗА ГОД	29
2.2.8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ «РАБОТ ПО ТО И ТР ЗА ГОД	30
2.2.9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ	31
2.2.10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ПОСТОВЫХ РАБОТ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА	31
2.2.11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ РАБОТ ПО УЧАСТКУ	32

2.2.12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОЙ ТРУДОЕМКОСТИ РАБОТ ТО ПРИ ПОТОЧНОМ МЕТОДЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ	33
2.3. РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ	33
2.3.1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ НЕОБХОДИМОЕ (ЯВОЧНОЕ) ЧИСЛО РАБОЧИХ	33
2.3.2 ШТАТНОЕ ЧИСЛО ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОЧИХ	34
2.4 РАСЧЕТ ЧИСЛА ПОСТОВ И ЛИНИЙ ДЛЯ ЗОН ТО, ТР, ДИАГНОСТИРОВАНИЯ	34
2.4.1 РАСЧЕТ ЧИСЛА УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПОСТОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ	
2.5. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ТО И ТР	35
2.6 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧИХ ПО ПОСТАМ, СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ, КВАЛИФИКАЦИИ И РАБОЧИМ МЕСТАМ	36
2.7 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	37
2.8 ОПИСАНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ	43
2.9 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЁТ	44
3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	54
4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	60
4.1 ОХРАНА ТРУДА	60
4.1.1 ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ	60
4.1.2 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ И МЕСТУ ВЫПОЛНЕНИЯ	61
4.1.3 ПОЖАРНАЯ ПРОФИЛАКТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ	63
4.1.4 РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ	64
4.1.5 РАСЧЕТ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ	64
4.1.6 РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИИ	65
4.1.7 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УЧАСТКА	66
4.1.8 РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ	67
4.2 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА	67
4.3 БЕЗОПАСНОСТЬ КОНСТРУКТОРСКОЙ РАЗРАБОТКИ	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	72

## ВВЕДЕНИЕ

Значительную роль в повышении эффективности использования грузового автотранспорта играет его своевременное и высококачественное техническое обслуживание и ремонт с применением новейших методов и средств диагностики. Эта проблема в настоящее время ещё больше обострилась по мере перехода к рыночным отношениям в экономике и широким распространением новых организационных форм хозяйствования.

Автомобили являются массовым и удобным видом транспорта, обладающим высокой маневренностью, хорошей проходимостью и приспособленностью для работы в различных климатических и географических условиях. Использование автотранспорта - эффективное средство при перевозке грузов и пассажиров в основном на относительно небольшие расстояния.

Простой автомобильного подвижного состава из-за технических неисправностей вызывает большие потери в автотранспортном предприятии. Следует также отметить, что из-за несвоевременного и некачественного обслуживания автомобильного транспорта повышается уровень загрязнения окружающей среды и количество аварийных ситуаций на дорогах.

Автомобильная промышленность систематически работает над улучшением технологии производства и совершенствованием конструкции подвижного состава, обеспечением его безопасности, долговечности и ремонтпригодности.

Задача службы технической эксплуатации АТП заключается в постоянном поддержании высокой технической готовности подвижного состава, обеспечение его работоспособности в течение установленных сроков наработки и полного использования ресурса техники.

## 1 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 1.1 Наименование и географическое расположение предприятия

20.11.1967г. Юргинское автохозяйство переименовано в автотранспортное предприятие. В январе 1993 года автотранспортное предприятие переименовано в пассажирское автотранспортное предприятие. В июле 2003 года образовалось новое предприятие — Юргинское государственное пассажирское автотранспортное предприятие Кемеровской области.

Располагается Юргинское ГПАТП Кузбасса по адресу: г. Юрга, Тальская ул., д.58.

Директор – Гуренков Владимир Павлович.

Сегодня в Юргинское ГПАТП Кузбасса работает 248 человек. Предприятие обслуживает: 6 междугородних, 12 городских и 13 пригородных маршрутов.

Ежемесячно автобусы перевозят около 500 тыс. пассажиров.

### 1.2 Характеристика условий эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта

#### 1.2.1 Рельеф и дорожные условия

Рельеф территории г. Юрга однообразен, и является равнинным, с перепадами высот до 200м. За чертой города возможно появление слабохолмистого рельефа.

### 1.3 Состав и характеристика автопарка

До сегодняшнего дня автопарк постоянно и стабильно обновляется и имеет 80 единиц техники. На предприятии числятся автобусы марок: НефАЗ, Volgabus, ПАЗ, ЛиАЗ Луидор, Yutong, King Long.

Таблица 1.1 – Показатели использования автомобилей

Показатели	Годы		
	2019	2020	2021
Списочное количество автомобилей, шт.	72	74	80
Количество исправных автобусов, шт.	61	63	68
Общий пробег автомобилей, тыс. км	5339,52	5515,22	6053,6
Общий пробег на 1 автобус, тыс. км	74,16	74,53	75,67
Рабочее время в наряде, тыс. ч	503,55	507,73	520,39
Рабочее время работы на маршруте, тыс. ч	474,68	479,80	492,04
Время простоя на остановочных пунктах, тыс. ч	81,58	85,22	90,50
Общая пассажиро-местимость автобусов, тыс. чел.	11,74	12,34	13,06
Средняя загрузка автобуса, чел	25	28	29
Перевезено пассажиров, тыс. чел.	14865,4	14901,7	14978,3
Коэффициент использования пробега	0,96	0,96	0,96
Коэффициент использования автопарка	0,85	0,85	0,84
Коэффициент использования рабочего времени	0,84	0,87	0,86
Коэффициент технической готовности	0,85	0,84	0,82
Коэффициент сменяемости пассажиров	6,73	6,58	6,60
Статический коэффициент вместимости	0,33	0,33	0,33
Динамический коэффициент вместимости	0,27	0,26	0,25
Часовая производительность пасс./ч	16,34	16,32	16,23
Часовая производительность пасс.· км/ч	60,45	62,02	63,83
Техническая скорость, км/ч	22,49	22,82	23,65
Скорость сообщения, км/ч	16,27	16,35	16,79
Эксплуатационная скорость, км/ч	19,06	19,25	19,88
Интервал движения пассажирского транспорта, мин	13,66	13,5	13,47
Частота движения пассажирского транспорта, мин	4,39	4,68	4,92

Анализируя данную таблицу можно сделать выводы о том, что ежегодно происходит увеличение автопарка, вследствие этого неминуемо увеличивается суммарный пробег автобусов и количество перевезенных пассажиров.

#### 1.4 Экономические показатели предприятия

Основные экономические показатели предприятия на период 2019-2021 гг. приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Структура эксплуатационных затрат

Показатели	Годы		
	2019	2020	2021
Затраты на ГСМ, тыс. руб.	2380,1	2495,2	2754,2
Затраты на ТО и ремонт, тыс. руб.	1730,7	1842,6	1848,3
Стоимость основных фондов	1012,3	1351,1	1802,3
Выручка от реализации услуг по основному виду деятельности	77964,7	78363,0	78296,0
Выручка от реализации прочих услуг составила	8423,4	8996,4	9177,2
Получено чистой прибыли тыс. руб.	74,6	77,3	78,9
Заработная плата сотрудникам тыс. руб.			
- водители	23,0	25,1	28,2
- кондукторы	16,9	17,1	19,6
- ремонтные рабочие	16,6	17,3	20,7
- вспомогательные рабочие	13,0	14,3	14,9
- ИТР и служащие	22,6	23,9	26,1

Данные таблице говорят о следующем:

Произошло резкое увеличение стоимости основных фондов в 2021 году, связано это с закупкой нового оборудования

Затраты на ГСМ постоянно увеличиваются, в первую очередь это связано с увеличением стоимости топлива

Ежегодное стабильное увеличение чистой прибыли предприятия и заработной платы сотрудников связано с увеличением выработки автопарка.

Анализируя финансово-экономическую деятельность предприятия за 2019-21гг., можно отметить, что объемы по всем видам перевозок возросли на 20,3 тыс. часов.

Таблица 1.3 – Отработанные машино-часы

№ п/п	Виды перевозок	2020 г.	2021 г.	Разница (тыс. ч)
		мото-ч (тыс. ч)	мото-ч (тыс. ч)	
1	Городские	38,8	46,9	+8,1
2	Пригородные	17,8	24,8	+7,0
3	Междугородные	20,9	25,3	+4,4
4	Маршрутное такси	11,0	16,2	+5,2
5	Всего:	67,6	87,9	+20,3

По данной таблице можно сделать вывод: имеется тенденция увеличения отработанных мото- часов среди всех типов маршрутов. Максимальный прирост имеют перевозки, осуществленные городскими рейсовыми автобусами, минимальный прирост – перевозки проводимые маршрутными такси.

### 1.5 Характеристика ремонтно-технической базы

Юргинское ГПАТП Кузбасса располагается на земельном участке общей площадью 43429 м<sup>2</sup>. На данной территории имеются здания и сооружения необходимые для полноценного обслуживания и хранения используемой техники.

Электроснабжение предприятия осуществляется от высоковольтной ЛЭП. На территории предприятия имеется собственная трансформаторная подстанция.

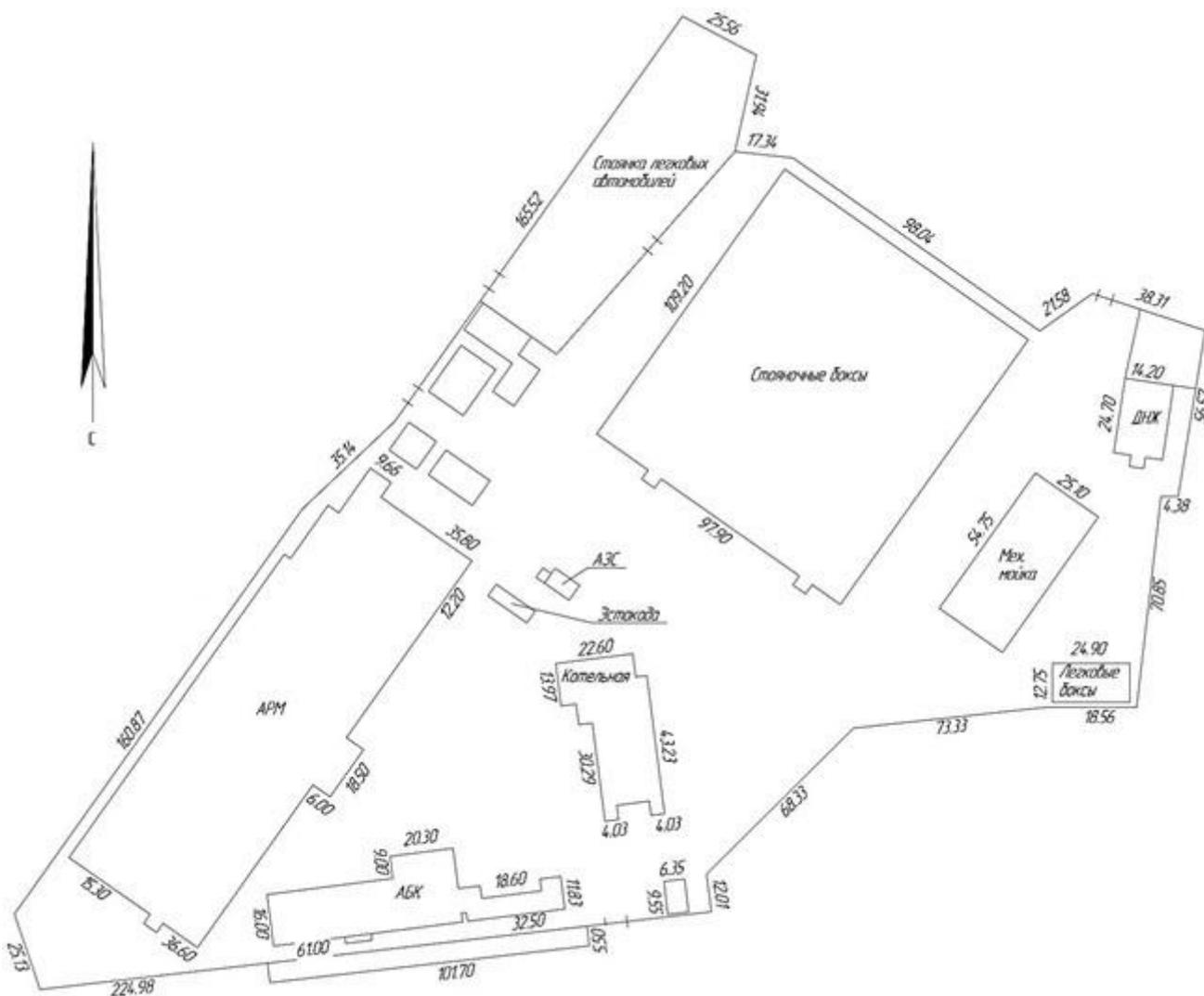
Источником водоснабжения является водопроводная сеть г. Юрги, обслуживаемая ОАО «Водоканал».

Производственные здания отапливаются от газовой котельной, находящейся на территории предприятия.

Межсменная стоянка автобусов осуществляется как на открытой асфальтированной площадке, так и в специально отведенных для этих целей крытых стояночных боксах. Для очистки техники от загрязнений имеется специальная автоматизированная трехпоточная механическая мойка. Основными рабочими органами которой, являются щетки приводимые во вращение электродвигателем через ременную передачу, на данной мойке возможно обслуживание 3 автомобилей одновременно.

Хранение и выдача ГСМ ведется на территории АЗС. Хранятся ГСМ в подземных цистернах. Дизельное топливо находится в трех цистернах общей емкостью 15 м<sup>3</sup>. Хранение бензина осуществляется в цистерне емкостью 3 м<sup>3</sup>. Заправка автомобилей топливом, выдача смазочных материалов осуществляется непосредственно на территории предприятия по специальным талонам, в которых указывается марка топлива/ масла и необходимый объем к выдаче.

Генеральный план предприятия представлен на рисунке 1.1



*Рисунок 1.1 – Генеральный план предприятия*

Авторемонтная Юргинского ГПАТП расположена на территории предприятия и представляет собой одноэтажное здание, состоящее из железобетонных плит. В АРМ проводятся текущие ремонты автобусов, все виды ТО и прочие работы.

Ремонтная мастерская предприятия разделена на 6 основных цехов:

1. Баллонный цех
2. Кузовной цех
3. Средний цех
4. Цех ТО
5. Диагностический цех
6. Моторный цех

#### 1.5.1 Организация ТО и ремонта подвижного состава автотранспорта

Ремонтная мастерская оснащена всеми основными, необходимыми участками для полноценного обслуживания транспорта.

В баллонном цехе осуществляется замена покрышек и камер, так же их ремонт. Непосредственно в цехе расположена станина, на которой осуществляется хранение небольшого количества новых покрышек и камер, для обеспечения большей производительности рабочего персонала. Старые, выработавшие свой ресурс покрышки складываются и хранятся на улице возле цеха. При накоплении определенного их количества осуществляется вывоз на переработку.

Кузовной цех. Имеется специальный, самодельный стенд, для правки деформированных, несъёмных частей кузова. Непосредственно в цехе располагается кладовая, в которой осуществляется хранение материалов необходимых для ремонта кузовов: арматура, металлические листы различной толщины, древесина, эпоксидные смолы и прочие материалы. Так же на данной территории осуществляются сварочные работы. Несмотря на то, что цех является кузовным, здесь часто проводятся прочие работы: обслуживание ведущих мостов, рессор. Имеются 2 смотровые ямы не соединенные между собой траншеей. Минусом этих двух ям можно назвать отсутствие уголков ограничивающих край ямы, в связи с этим иногда случаются происшествия связанные со сваливанием автобусов в ямы. Слесари кузовного ремонта и сварщики проводят обеденное время в специально отведенном помещении, располагающемся непосредственно в цехе.

В среднем цехе преимущественно осуществляется текущий ремонт и в небольших объемах проводится ТО. В этом цехе расположены 3 смотровые ямы, соединенные между собой траншеей. Здесь проводится обслуживание коробок передач, что является сложным и очень трудоемким процессом. Обслуживание заказов на ремонт и ТО техники прочих предприятий осуществляется в этом же цехе. Стоит упомянуть что, в среднем цехе расположена мощная компрессорная установка, которая обеспечивает сжатым воздухом через трубопроводы все участки АРМ. Здесь же расположено отделение для проведения работ связанных с пайкой. Для обслуживания автобусов здесь расположены два 4-хстоечных подъемника, и один неиспользуемый подъемник ножничного типа, осуществляется хранение выработавших свой ресурс 4-хстоечных подъемников.

Цех ТО является самым большим по общей площади. В нем располагается: комната отдыха слесарей текущего ремонта и ТО, кабинет ИТР, отделение хранения неисправных устаревших станков, мощная вентиляционная станция для забора отработанных газов (имеются разветвленная по всем цехам система трубопроводов большого диаметра для своевременной очистки воздуха), и склад отработанных смазочных материалов. Цех оснащен пятью смотровыми ямами, 3 из них соединены между собой аналогично ямам среднего цеха. Оставшиеся 2 ямы также имеют сообщение между собой, но расположены иным образом. Основное назначение цеха – проведение ТО. Однако так же имеет место проведение монтажа/ демонтажа силовых агрегатов автобусов. Связано это с

транспортированием демонтированных моторов в моторный цех. Из-за крайне неровного покрытия пола длительное транспортирование моторов на тележке связано с риском опрокидывания двигателя, так же требуется очень много физических усилий от слесарей производящих транспортировку агрегата (среднее число рабочих для данной операции составляет от двух до четырех человек). В связи с этим подъемники, на которых осуществляется демонтаж мотора, находятся в непосредственной близости от входа в моторный цех.

Диагностический цех в настоящее время не функционирует. Связано это с устареванием и выходом из строя диагностического оборудования, на закупку которых у предприятия нет средств.

Моторный цех предназначен для ремонта моторов, коробок передач и прочих агрегатов. Данный цех можно разделить на 3 отделения: токарный участок, участок ремонта моторов, и участок ремонта КПП и прочих агрегатов. Имеется устаревший стенд для обкатки отечественных двигателей. Параллельно участку обкатки находится комната для хранения деталей обслуживаемых моторов. В случае длительного ремонта двигателя все навесное оборудование транспортируется в кладовую.

Так же имеются отделения для обслуживания аккумуляторов, топливной аппаратуры, электрических систем и 2 токарных цеха.

Хранение инструментов производится в инструментальном отделении.

В кладовой производится хранение запчастей. Осуществляется полный разбор автобусов, выведенных из эксплуатации.

Анализируя данную информацию можно сделать вывод о том, что система ТО и текущего ремонта слабо организована, множество работ производится в хаотичном порядке, без строгого соблюдения установленной периодичности и требований технических регламентов.

Стоит добавить то, что на предприятии довольно широко используется метод обезличенного ремонта. Это вызывает дополнительные простои техники. Так же в некоторых случаях простои вызывает длительное ожидание новых или отремонтированных запчастей при серьезных неисправностях.

Обслуживание трансмиссии (замена дисков сцепления, выжимных подшипников, кожухов сцепления и маховика, непосредственно коробок передач, снятие установка дифференциалов) является, как упоминалось ранее, очень трудоемким процессом. С учетом того что, потребность в таких ремонтах возникает очень часто, и на это расходуется очень большое количество рабочего времени, как это упоминалось ранее, рациональным решением явилось бы усовершенствование системы обслуживания узлов трансмиссий.

Проведением ТО и ремонтов занимаются рабочие разного возраста и квалификации. Количественный и качественный состав представлен в табл. 1.4.

Таблица 1.4– Количество персонала работающего в АРМ

Профессия рабочего	Количество рабочих	Стаж, лет	Образование
1	2	3	4
Инженер	1	8	Высшее
Начальник АРМ	1	1,5	Высшее
Мастер АРМ	3	1ч3	Среднее специальное
Слесари-кузовщики	4	1ч7	Среднее специальное
Слесари ТО	6	1ч5	Среднее общее / Среднее специальное
Слесари ТР	8	0ч2	Среднее общее / Среднее специальное
Слесари-мотористы	6	20ч25	Среднее специальное
Слесари топливной аппаратуры	4	1ч5	Среднее специальное
Слесари-агрегатчики	4	20ч30	Среднее специальное
Токари	2	8ч12	Среднее специальное
Сварщики	5	5ч15	Среднее специальное
Кладовщики	2	10	Среднее специальное
Электрики	4	4ч8	Среднее специальное
Аккумуляторщики	2	2ч6	Среднее специальное
Плотники	2	1ч12	Среднее специальное
Уборщики	4	1ч3	Среднее общее
Общее количество работников АРМ, чел.	59	-	-

На основании приведенных в таблице данных, можно сделать следующие выводы:

- Основной проблемой рабочего персонала является высокая текучесть кадров среди слесарей текущего ремонта и ТО, что негативно сказывается на производительности труда и качестве выполняемых работ.

- Самый опытный и устоявшийся персонал – зарекомендовавшие себя слесари мотористы и агрегатчики, длительное время работающие на своем посту и хорошо знающие своё дело.

Проведение ЕО организовано достаточно хорошо. Осуществляется непосредственно водителями автобусов. В отличие от ежедневного обслуживания, сезонное обслуживание проводится не только водителями, но и слесарями. Стоит отметить, что практически на всех автобусах установлены всесезонные шины. Обеспечение смазочными материалами при СО осуществляется должным образом, простои техники практически отсутствуют.

## 1.6 Выводы по разделу. Цель и задачи проекта

На основании изложенных выше данных можно заключить, что АРМ Юргинского ГПАТП недостаточно оснащена необходимым оборудованием для обслуживания и ремонта. Имеющееся оборудование и инструменты давно устарели, в связи с чем, используется множество самодельных элементов оснастки и приспособлений. Разборка (сборка) узлов и агрегатов осуществляется непосредственно на территории ремонтной мастерской.

Большим недостатком АРМ можно назвать отсутствие оборудования для ремонта коленчатых валов, отсутствие современных стендов для диагностирования топливной аппаратуры и оборудования для дефектоскопии. Также можно добавить слабую оснащенность токарного участка моторного цеха, где около половины металлообрабатывающих станков находятся в неработоспособном состоянии. В моторном цехе имеется стенд для обкатки двигателей, однако он не может быть использован для обслуживания новых моделей двигателей зарубежного производства, таких как Cummins, Caterpillar, Mercedes, что существенно усложняет их обслуживание.

Вследствие отсутствия специализированного оборудования для демонтажа КПП - это является очень трудоемким и опасным процессом. При демонтаже широко применяются самодельные лебедки с изношенными тросами, непригодные для многих моделей автобусов, к тому же для их установки в автобус используются швеллеры в качестве опор, что создает дополнительную опасность для рабочих (известны случаи обрыва тросов лебедок и соскальзывание последних со швеллеров при демонтаже КПП). По этой же причине высокую трудоемкость имеет демонтаж двигателей.

Все цеха в достаточной степени оснащены сжатым воздухом, подаваемым из компрессорного участка через систему труб, что существенно облегчает ремонт. Также АРМ оборудована высокопроизводительной системой вентиляции, что позволяет в кратчайшие сроки удалять выхлопные газы из цехов.

Сварочный участок оснащен достаточно хорошо. Сварочное оборудование уже устарело физически и морально, но исправно функционирует, и по сей день. Сварщики в полной мере обеспечены всем технологическим и расходным материалом для выполнения работ.

Имеющегося оснащения участка по ремонту электрооборудования недостаточно для качественного выполнения всего объема работ по ремонту и обслуживанию. Отсутствуют приспособления облегчающих работу электрика, нет материалов для качественного восстановления электроники.

Стоит также отметить то, что во всех смотровых ямах отсутствует освещение, все светильники находятся в неработоспособном состоянии. Из-за этого слесарям постоянно приходится использовать переносные осветительные приборы, что достаточно неудобно в некоторых ситуациях и снижает производительность рабочих.

По территории АРМ проложено 2 электрические сети, с номинальным напряжением 36В и 380В. Для использования сети 380В необходим специальный допуск, в противном случае работник может быть оштрафован.

Юргинское ГПАТП находится в жилой зоне города, а так как большой автопарк создает множество вредных выбросов и сильно загрязняет окружающую среду, данные факторы существенно снижают экологические показатели предприятия. Однако в плане удобства выполнения транспортных перевозок расположение выбрано удачно, так как осуществляется быстрый доступ к обслуживаемым маршрутам.

Предприятие имеет достаточные площади для полноценного обслуживания техники, имеются даже неэксплуатируемые здания и участки.

Имеется недостаток квалифицированных рабочих в АРМ, наблюдается большая текучесть кадров.

Как неоднократно говорилось ранее, обслуживание узлов трансмиссий является одним из самых трудоемких процессов на предприятии, следовательно, это экономически дорогостоящая операция.

Ранее отмечалось, что диагностический цех в настоящее время не функционирует, в связи как с физическим и моральным устареванием оборудования, так и с утратой оборудованием работоспособности, что влечет за собой значительные экономические убытки. Связано это с тем, что при отсутствии простейших диагностических установок отслеживание состояния агрегатов и узлов становится затруднительным, даже невозможным, вследствие чего, в будущем, при ремонте деталей будет необходимо затратить большее количество ресурсов для ремонта, как экономических, так и человеческих. В некоторых случаях отсутствие своевременной диагностики может вызвать полную утрату работоспособности деталей. Помимо экономических убытков, отсутствие средств диагностики может нести опасность для жизни людей.

В связи с вышеизложенным, целью данного дипломного проекта является рациональная организация системы ТО и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта в условиях Юргинского ГПАТП.

Для реализации поставленной цели сформулированы следующие задачи дипломного проекта:

- расчет и обоснование производственной программы по ТО и ремонту, определение трудоемкости технических воздействий, расчет необходимого количества постов и зон обслуживания и ремонта, расчет и обоснование производственных площадей зон и цехов, подбор необходимого технологического оборудования и оснастки, а также технического и обслуживающего персонала требуемой квалификации.

- организация участка диагностирования для проведения технической диагностики автотранспорта с целью определения технического состояния автотранспорта, а также отдельных их узлов и агрегатов автомобилей, прогнозирования и предупреждения возникновения отказов.

Решение данных задач позволит снизить непроизводительные простои автотранспорта в ТО и ремонте, обеспечить его высокий уровень технической готовности, тем самым повышая производительность на выполнении пассажирских перевозок и снижая их себестоимость.

## 2 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

### 2.1 Назначение технического обслуживания машин

Под системой технического обслуживания и ремонта понимают совокупность взаимосвязанных материально-технических средств, нормативно-технической документации и исполнителей, необходимых для обеспечения работоспособности машин.

В процессе эксплуатации машины внешние и внутренние воздействия изменяют параметры технического состояния в направлении от номинальных к предельно-недопустимым значениям.

К внешним воздействиям относятся нагрузка на автомобиль от чрезмерного перегруза, температура и запылённость окружающего воздуха, условия использования и способ хранения машины, качество применяемых эксплуатационных материалов, правильность работы обслуживающего персонала, качество обслуживания машины и т.д.

К внутренним воздействиям относятся воздействия, связанные непосредственно с рабочими процессами внутри машины, в результате которых изнашиваются или изменяются условия контакта поверхностей сопрягаемых пар деталей, разъедается или изменяется поверхностный слой детали, разрушается, деформируется или изменяется материал детали.

Анализ операций технического обслуживания машин показывает, что они фактически содержат операции по поддержанию работоспособности неконструктивных элементов машин – это затяжки резьбовых соединений, зазоры между деталями, масла, смазки, лакокрасочные покрытия, натяжения пружин, то есть всё то, без чего из отдельных деталей нельзя собрать машину, исключение составляют только операции по замене сменных фильтрующих элементов топливных, воздушных и масляных фильтров, когда восстановить их работоспособность моечно-очистительными операциями уже не возможно.

### 2.2 Расчет годовой производственной программы по ТО

Как видно из таблицы 2.1 преобладающие марки автобусов на предприятии являются НефАЗ, ПАЗ и Volgabus. Их количество в процентном соотношении составляет 80%. Исходя из этих данных расчет ведется по основным маркам автобусов НефАЗ, ПАЗ и Volgabus.

Таблица 2.1 - Количество автобусов в процентном выражении

Наименование	Количество автобусов	
	штук	%
ПАЗ	17	21,25
НефАЗ	29	36,25
Volgabus	18	22,5
Прочие	16	20
Итого	80	100,00

Программа по техническому обслуживанию, т.е. число обслуживаний данного вида ТО за год и их трудоемкость определяется как в количественном, так и в трудовом выражении, а по текущему ремонту только в трудовом выражении.

### 2.2.1 Расчет нормативов

Нормативы периодичности ТО, пробега до капитального ремонта, трудоемкости единицы ТО и ТР на 1000 км пробега принимаем из [18, 19], и при помощи специальных коэффициентов  $K_1 - K_5$  нормативы корректируются в зависимости от: категорий условий эксплуатации  $K_1$ ; модификации подвижного состава и организации его работы  $K_2$ ; природно-климатических условий  $K_3$ ; пробега автомобиля с начала эксплуатации  $K_4$ ; уровня концентрации подвижного состава  $K_5$ .

Результирующий коэффициент корректирования при технологических расчетах определяется перемножением отдельных коэффициентов: периодичность ТО -  $K_1K_3$ ; пробег до капитального ремонта -  $K_1K_2K_3$ ; трудоемкость ТО -  $K_2K_5$ ; трудоемкость ТР -  $K_1K_2K_3K_4K_5$ ; расход запасных частей -  $K_1K_2K_3$ . Результаты расчетов сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.2 - Коэффициенты корректирования нормативов

Наименование нормативов	Корректирующие коэффициенты				
	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$
Периодичность ТО	0,8	-	0,9	-	-
Пробег до капитального ремонта	0,8	1,0	0,8	-	-
Трудоемкость единицы ТО и ТР на 1000 км пробега	1,2	1,0	1,2	$\frac{1,0}{1,3}$	$\frac{1,05}{1,15}$

Примечание: в числителе данные по автобусам ПАЗ, а в знаменателе по автобусам НефАЗ, Volgabus.

Таблица 2.3 - Результирующие коэффициенты

Наименование нормативов	Значения результирующих коэффициентов
Периодичность ТО	0,72/0,72
Пробег до капитального ремонта	0,64/0,64
Трудоемкость единицы ТО на 1000 км пробега	1,05/1,15
Трудоемкость единицы ТР на 1000 км пробега	1,50/2,15

Примечание: в числителе данные по автобусам ПАЗ, а в знаменателе по автобусам НефАЗ, Volgabus.

### 2.2.2 Выбор и корректирование периодичности ТО

Периодичность ежегодного обслуживания (ЕО) равна среднесуточному пробегу автомобиля  $l_{cc} = 210$  км. Периодичность ТО-1 и ТО-2 ( $L_1$  и  $L_2$ ) установлена для I категории условий эксплуатации (КУЭ), поэтому при эксплуатации подвижного состава в II - V КУЭ необходимо скорректировать периодичность ТО-1 и ТО-2 для этих условий ( $L_i$  – в общем выражении;  $L_1$  и  $L_2$  – конкретно для ТО-1 и ТО-2 соответственно) с помощью коэффициента  $K_1$  и  $K_3$  по общей формуле

$$L_i = L_i^{(HH)} K_1 K_3, \quad (2.1)$$

где  $L_i^{(HH)}$  - нормативная периодичность данного вида ТО, установленная для I КУЭ, ( $L_1 = 3500$  км,  $L_2 = 14000$  км).

НефАЗ, Volgabus:  $L_2 = 14000 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 10080$  км.

### 2.2.3 Выбор и корректирование межремонтного пробега

Пробег нового автомобиля до первого капитального ремонта (КР):

$$L_{кр} = L_{кр}^{(HH)} K_{кр}, \quad (2.2)$$

где  $L_{кр}$  - нормативный пробег базовой модели автомобиля для III КУЭ, тыс. км;

$K_{кр}$  - результирующий коэффициент корректирования межремонтного пробега.

$$K_{кр} = K_1 K_2 K_3 = 0,64; \quad (2.3)$$

$$K_{кр} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,64$$

НефАЗ, Volgabus:  $L_{кр} = 290000 \cdot 0,64 = 185600$  км.

Данные корректирования этих показателей сводим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 - Корректирование пробегов до ТО-1, ТО-2 и КР

Виды пробега	Обозначение	Пробег, км		
		Нормативный	Откорректированный	Принятый к расчету
Среднесуточный	$l_{cc}$	210	210	210
До ТО-1	$L_1$	3500	2520	2520
До ТО-2	$L_2$	14000	10080	10080
До КР	$L_{КРср}$	$\frac{260000}{290000}$	$\frac{166400}{185600}$	$\frac{166320}{185640}$

#### 2.2.4 Расчет трудоемкости ТО и ТР на 1000 км пробега автомобиля

Для автобуса, расчетная трудоемкость ТО и ТР на 1000 км пробега:

$$t_i^{(HH)} = t_i \cdot K_{ТО}, \quad (2.4)$$

$$t_{ТР}^{(HH)} = t_{ТР} \cdot K_{ТР}, \quad (2.5)$$

где  $t_i$  - нормативная трудоемкость единицы ТО данного вида базовой модели автобуса, чел.ч. [18];

$t_{ТР}$  - нормативная трудоемкость единицы ТР на 1000 км пробега базовой модели автобуса, чел.ч. [18];

$K_{ТО}$  - результирующий коэффициент корректирования трудоемкости ТО для автобуса;

$K_{ТР}$  - результирующий коэффициент корректирования трудоемкости ТР на 1000 км пробега для автобуса.

$$K_{ТО} = K_2 K_5; \quad (2.6)$$

$$K_{ТР} = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5; \quad (2.7)$$

Результаты сводим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Трудоемкости ТО и ТР на 1000 км пробега автомобиля

Наименование	Трудоемкости на 1000 км пробега, чел-ч			
	$t_{EO}$	$t_1$	$t_2$	$t_{ТР}$
ПАЗ	0,73	5,77	18,90	7,95
НефАЗ, Volgabus	0,92	6,90	27,60	13,97

#### 2.2.5 Расчет коэффициента технической готовности автомобиля

Коэффициент технической готовности автомобиля:

$$\alpha_m = \frac{1}{1 + l_{CP} \left( \frac{D_{OP}}{1000} + \frac{D_{KP}}{L_{KP.CP.}} \right)}, \quad (2.8)$$

где  $l_{CC}$  – среднесуточный пробег автобуса, км;

$D_{OP}$  – простой в ТО-2 и ТР, (ПАЗ  $D_{OP}=0,45$  дней на 1000 км пробега, НефАЗ и Volgabus  $D_{OP}=0,5$  дней на 1000 км пробега);

$D_{KP}$  – простой в КР, (ПАЗ  $D_{KP}=20$  дней, НефАЗ и Volgabus  $D_{KP}=15$  дней);

$L_{KP.CP.}$  – средневзвешенная величина межремонтного пробега (принимается из таблицы 2.4), км.

НефАЗ, Volgabus:

$$\alpha_m = \frac{1}{1 + 210 \left( \frac{0,5}{1000} + \frac{15}{185640} \right)} = 0,891.$$

Значения  $D_{op}$  выбираются следующим образом. При известном значении среднего фактического пробега одного автобуса с начала эксплуатации до начала планируемого периода ( $L_{\phi}$ ) его нужно сравнить с пробегом до капитального ремонта ( $L_{KP.CP.}$ ) и определить промежуточное значение:

$$X = \frac{L_{\phi}}{L_{KP.CP.}}, \quad (2.9)$$

При этом возможны три варианта:  $X \leq 0,5$ ;  $0,5 < X \leq 0,75$ ;  $X > 0,75$ . В первом случае принимается минимальное значение  $D_{OP}$ , во втором случае – среднее, а в последнем – максимальное.

Принимаем:  $X = 0,5$ .

## 2.2.6 Определение коэффициента использования автомобилей и годового пробега

Коэффициент использования автобусов определяют с учетом режима работы предприятия в году, коэффициента технической готовности подвижного состава, а также простоев автобусов по различным эксплуатационным причинам:

$$\alpha_{II} = \alpha_T K_{II} \frac{D_{P.G}}{D_{K.G}}, \quad (2.10)$$

где  $K_{II}$  – коэффициент, учитывающий снижение использования технически исправных автобусов в рабочие дни предприятия по эксплуатационным причинам ( $K_{II}=0,93 \div 0,97$ );

$D_{P.G}$  и  $D_{K.G}$  – соответственно число рабочих и календарных дней в году, ( $D_{P.G}=360$  дней,  $D_{K.G}=365$  дней).

$$\text{НефАЗ, Volgabus:} \quad \alpha_{II} = 0,891 \cdot 0,95 \cdot \frac{360}{365} = 0,834;$$

Для всех автобусов годовой пробег:

$$L_{II.G} = A_{II} l_{CC} D_{K.G} \alpha_{II} \quad (2.11)$$

где  $A_{II}$  - количество автобусов данной марки, (ПАЗ  $A_{II}=26$  шт, НефАЗ и Volgabus  $A_{II}=46$  шт).

$$\text{ПАЗ:} \quad L_{II.G} = 26 \cdot 210 \cdot 365 \cdot 0,836 = 1666064 \text{ км};$$

$$\text{НефАЗ, ЛиАЗ:} \quad L_{II.G} = 46 \cdot 210 \cdot 365 \cdot 0,834 = 2940600 \text{ км},$$

### 2.2.7 Определение числа обслуживаний и капитальных ремонтов по автотранспортному предприятию за год

Число капитальных ремонтов ( $N_{\text{ЕД.А}}$ ), а также технических обслуживаний ТО-2, ТО-1 и ЕО ( $N_{2.G}, N_{1.G}, N_{EO.G}$ ) по парку за год:

$$N_{K.P.G} = \frac{L_{II.K.G}}{L_{K.P.C.P.}}, \quad (2.12)$$

$$N_{2.G} = \frac{L_{II.K.G}}{L_2} - N_{K.P.G}, \quad (2.13)$$

$$N_{1.G} = \frac{L_{II.K.G}}{L_1} - (N_{K.P.G} - N_{2.G}), \quad (2.14)$$

$$N_{EO.G} = \frac{L_{II.K.G}}{l_{CC}}, \quad (2.15)$$

где  $L_{II.K.G}$  - общий годовой пробег подвижного состава предприятия (парка), км.

Результаты сводим в таблицу 2.6. Ежедневное обслуживание (исключая уборку и мойку) выполняется персоналом, не входящим в штаты ремонтно-обслуживающих рабочих. Поэтому в расчете производственной программы по ЕО следует учитывать только уборочно-мочные работы, осуществляемые обслуживающими рабочими.

Таблица 2.6 - Число обслуживаний и капитальных ремонтов по автотранспортному предприятию за год

Наименование	Количество обслуживаний и капитальных ремонтов, шт.			
	$N_{EO.G}$	$N_{1.G}$	$N_{2.G}$	$N_{K.P.G}$
НефАЗ, Volgabus	14002	875	275	16

Определение суточной программы по техническому обслуживанию автобусов.

Суточная программа по ТО данного вида  $N_{2.C}, N_{1.C}, N_{EO.C}$  определяется по общей формуле:

$$N_{i.C} = \frac{N_{i.G}}{D_{P.З}}, \quad (2.16)$$

где  $N_{i.G}$  - годовое число технических обслуживаний по каждому виду в отдельности;

$D_{P.З}$  - число рабочих дней в году соответствующей зоны ТО.

Результаты сводим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Число обслуживаний и капитальных ремонтов по автотранспортному предприятию за сутки

Наименование	Количество обслуживаний и капитальных ремонтов, шт.			
	$N_{EO.C}$	$N_{1.C}$	$N_{2.C}$	$N_{KP.C}$
НефАЗ, Volgabus	38,89	2,43	0,76	0,04

### 2.2.8 Определение трудоемкости работ по ТО и ТР за год

Годовая трудоемкость технического обслуживания подвижного состава ( $T_{EO}, T_1, T_2$ ) определяется по общей формуле:

$$T_i = N_{i.G} \cdot t_i, \quad (2.17)$$

где  $N_{i.G}$  - годовое число обслуживаний данного вида ( $N_{2.G}, N_{1.G}, N_{EO.G}$ );

$t_i$  - расчетная (скорректированная) трудоемкость единицы ТО данного вида ( $t_{EO}, t_1, t_2$ ), чел.ч.

НефАЗ, Volgabus:  $T_{EO} = 14002 \cdot 0,92 = 12881,84$  чел.ч.

$$T_1 = 875 \cdot 6,9 = 6037,5 \text{ чел.ч.}$$

$$T_2 = 275 \cdot 27,6 = 7590 \text{ чел.ч.}$$

Годовая трудоемкость ТО-1 и ТО-2 с сопутствующим ТР ( $T_{1(ТР)}, T_{2(ТР)}$ ) определяется из выражений:

$$T_{1(ТР)} = T_1 + T_{СП.Р(1)}, \quad (2.18)$$

$$T_{2(ТР)} = T_2 + T_{СП.Р(2)}, \quad (2.19)$$

где  $T_{СП.Р(1)}, T_{СП.Р(2)}$  - соответственно годовая трудоемкость сопутствующего ТР при проведении ТО-1 и ТО-2, чел. ч.

$$T_{СП.Р(1)} = C_{ТР} T_1, \quad (2.20)$$

$$T_{СП.Р(2)} = C_{ТР} T_2, \quad (2.21)$$

где  $C_{ТР}$  - доля сопутствующего ТР, зависящая от "возраста" автомобилей, ( $C_{ТР} = 0,15 \div 0,20$ ).

НефАЗ, Volgabus:  $T_{СП.Р(1)} = 0,17 \cdot 6037,5 = 1026,37$  чел.ч.;

$$T_{СП.Р(2)} = 0,17 \cdot 7590,0 = 1290,30 \text{ чел.ч.};$$

НефАЗ, Volgabus:  $T_{1(ТР)} = 6037,5 + 1026,37 = 7063,87$  чел.ч.;

$$T_{2(ТР)} = 7590,0 + 1290,30 = 18880,30 \text{ чел.ч.};$$

Годовая трудоемкость ТР по парку:

$$T_{ТР} = L_{ПК.Г} \cdot \frac{t_{ТР}}{1000}, \quad (2.22)$$

где  $L_{ПК.Г}$  - годовой пробег парка автомобилей, км;

$t_{TP}$  - расчетная трудоемкость ТР на 1000 км, чел. ч..

НефАЗ, Volgabus: 
$$T_{TP} = 2940600 \frac{14}{1000} = 41168,4 \text{ чел.ч.}$$

Годовая трудоемкость ТР за вычетом трудоемкости работ сопутствующего ремонта, выполняемого в зонах ТО-1 и ТО-2

$$T'_{TP} = T_{TP} - (T_{СП.Р(1)} + T_{СП.Р(2)}), \quad (2.23)$$

НефАЗ, Volgabus: 
$$T'_{TP} = 41168,4 - (1026,37 + 1290,30) = 38851,73 \text{ чел.ч.}$$

### 2.2.9 Определение трудоемкости диагностирования

Годовая трудоемкость общего ( $T_{Д-1}$ ) и поэлементного диагностирования ( $T_{Д-2}$ ) определяется из выражения

$$T_{Д-1} = t_{Д-1}(1,1N_{1r} + N_{2r}), \quad (2.24)$$

$$T_{Д-2} = 1,2N_{2r} \cdot t_{Д-2}, \quad (2.25)$$

где  $t_{Д-1}, t_{Д-2}$  - соответственно, трудоемкость одного диагностирования в объеме общего и поэлементного диагностирования, ( ПАЗ  $t_{Д-1}=0,519$  чел-ч,  $t_{Д-2}=1,701$  чел-ч, НефАЗ и Volgabus  $t_{Д-1}=0,6219$  чел-ч,  $t_{Д-2}=2,484$  чел-ч);

$N_{1r}, N_{2r}$  - соответственно, число обслуживаний ТО-1 и ТО-2 за год  
НефАЗ, Volgabus: 
$$T_{Д-1} = 0,6219(1,1 \cdot 875 + 275) = 769,6 \text{ чел-ч};$$

$$T_{Д-2} = 1,2 \cdot 275 \cdot 2,484 = 1819,7 \text{ чел-ч};$$

Определение годовой трудоемкости работ по ТО и ТР при наличии постов Д-1, Д-2 или совмещенного диагностирования при ТР

$$T_{ТР(Д)} = T'_{TP}(1 - C_{Д}), \quad (2.26)$$

где  $C_{Д}$  - планируемая доля снижения трудоемкости работ при ТО-1 и ТО-2 и ТР при применении средств диагностирования, ( $C_{Д} = 0,15 - 0,20$ ).

НефАЗ, Volgabus: 
$$T_{ТР(Д)} = 38851,73(1 - 0,17) = 32246,9 \text{ чел.ч.}$$

### 2.2.10 Определение трудоемкости постовых работ текущего ремонта

Объем работ ТР по парку за год, по месту его выполнения распределяется на постовые работы, выполняемые на постах в зоне ТР, и цеховые, выполняемые в производственно-вспомогательных отделениях предприятия (цехах, участках). Учитывая это обстоятельство, при расчетах по зоне ТР годовая трудоемкость постовых работ текущего ремонта

$$T_{ТР.П} = T'_{TP} C_{ТР.П}, \quad (2.27)$$

где  $T'_{TP}$  - трудоемкость ТР без трудоемкости ремонтных работ, выполняемых совместно с ТО-1 и ТО-2;

$C_{ТР.П}$  - доля постовых работ текущего ремонта, выполняемых в зоне ТР (определяется как сумма трудоемкостей контрольно-регулирующих, крепежных и разборочно-сборочных работ,

Трудоемкость работ, выполняемых на постах зоны ТР, необходимо свести в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 -Трудоемкость работ, выполняемых на постах зоны ТР

Виды работ	C <sub>ТР.П</sub>	T <sub>ТР.П</sub> , чел. ч.	
		ПАЗ	НефАЗ, Volgabus
Диагностические	2	267,3	777,1
Регулировочные	2	267,3	777,1
Разборочно-сборочные	25	3090,8	9712,9
Сварочно-жестяницкие	5	618,2	1942,6
Малярные	9	1112,7	3496,6
Всего	43	4356,3	16706,4

### 2.2.11 Определение трудоемкости работ по участку

Годовая трудоемкость работ по проектируемому участку

$$T_{ТР.У} = T'_{ТР} C_{ТР.У}, \quad (2.28)$$

где C<sub>ТР.У</sub> - доля трудоемкости работ ТР, приходящаяся на данный участок.

Трудоемкость работ, выполняемых на проектируемом участке, необходимо свести в таблицу (аналогично таблице 2.8).

Таблица 2.9 - Трудоемкость работ выполняемых по участкам

Виды работ	C <sub>ТР.У</sub>	T <sub>ТР.У</sub> , чел. ч	
		ПАЗ	НефАЗ, Volgabus
Агрегатные	18	2225,4	6993,3
Слесарно-механические	9,0	1112,7	3496,6
Электротехнические	8,0	989,1	3108,1
Шиномонтаж	3,5	432,7	1359,8
Ремонт приборов системы питания	3,5	432,7	1359,8
Аккумуляторные	1,0	123,6	388,5
Вулканизация	1,5	185,4	582,7
Кузнечно-рессорные	3,5	432,7	1359,8
Медницкие	2,5	309,1	971,3
Сварочные	1,0	123,6	388,5
Жестяницкие	1,0	123,6	388,5
Арматурные	2,5	309,1	971,3
Обойные	2,0	247,3	777,1
Всего:	57,0	7047,1	22145,5

## 2.2.12 Определение годовой трудоемкости работ ТО при поточном методе обслуживания и применении на предприятии средств диагностирования

Годовая трудоемкость работ ТО-1 ТО-2 с учетом выполнения на постах зон ТО сопутствующего ремонта, проведения ТО на поточных линиях и применения на предприятии средств диагностирования определяется из выражений:

$$T_1 = N_{1,r}t_1 \frac{100 - \Delta W}{100} + N_{1,r}t_1 \frac{C_{TP}}{100} - T_{Д-1}, \quad (2.29)$$

$$T_2 = N_{2,r}t_2 \frac{100 - \Delta W}{100} + N_{2,r}t_2 \frac{C_{TP}}{100} - T_{Д-2}, \quad (2.30)$$

где  $C_{TP}$  - процент работ сопутствующего текущего ремонта, выполняемых совместно с ТО-1 и ТО-2, ( $C_{TP} = 15 - 20 \%$ );

$T_{Д-1}, T_{Д-2}$  - соответственно годовая трудоемкость общей и поэлементной диагностики, чел.ч..

НефАЗ, Volgabus:  $T_1 = 875 \cdot 6,9 \frac{100 - 15}{100} + 875 \cdot 6,9 \cdot \frac{17}{100} - 769,6 = 5388,6$  чел.ч.;

$$T_2 = 275 \cdot 27,6 \frac{100 - 15}{100} + 275 \cdot 27,6 \cdot \frac{17}{100} - 1819,7 = 5922,1 \text{ чел.ч.}$$

## 2.3. Расчет численности производственных рабочих

При расчете различают явочное (технологически необходимое)  $P_T$  и штатное  $P_T$  число рабочих.

### 2.3.1 Технологически необходимое (явочное) число рабочих:

$$P_T = \frac{T_i}{\Phi_{P.M}}, \quad (2.31)$$

где  $T_i$  - годовой объем работ (трудоемкость) соответствующей зоны ТО, ТР, отдельного специализированного поста или линии диагностирования, чел.ч;

$\Phi_{P.M}$  - годовой производственный фонд времени рабочего места, ч.

Годовой производственный фонд времени рассчитывается по календарю и режиму работы конкретного предприятия (участка) на планируемый период. В общем случае годовой производственный фонд времени рабочего места:

при 5-дневной рабочей неделе:

$$\Phi_{P.M} = T_{CM}(D_{К.Г} - D_B - D_{П}) - D_{Ш}, \quad (2.32)$$

где  $T_{CM}$  - продолжительность рабочей смены, ( $T_{CM} = 8$  ч);

$D_{К.Г}$  - число календарных дней в году, ( $D_{К.Г} = 365$  дней);

$D_B$  - число выходных дней в году, ( $D_B = 104$  дня);

$D_{II}$  - число праздничных дней в году, ( $D_{II}=11$  дней);  
 $D_{III}$  - число предпраздничных дней в году с сокращенной на 1 ч продолжительностью смены, ( $D_{III}=53$  дня).

$$\Phi_{P.M} = 8 \cdot (365 - 104 - 11) - 53 = 1947 \text{ ч.}$$

Технологически необходимое число рабочих, сводим в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 – Технологически необходимое число рабочих

Наименование	Число рабочих по зонам, чел.				
	$P_{T.TO-1}$	$P_{T.TO-2}$	$P_{T.TP}$	$P_{T.D-1}$	$P_{T.D-2}$
НефАЗ, Volgabus	3	3	21		

### 2.3.2 Штатное число производственных рабочих

$$P_{Ш} = \frac{T_i}{\Phi_{II.P}}, \quad (2.33)$$

где  $\Phi_{II.P}$  – годовой фонд времени одного производственного рабочего, ч.

Значение  $\Phi_{II.P}$  можно определить расчетным методом:

$$\Phi_{II.P} = \Phi_{P.M} - t_{OIT} - t_{y.II} \quad (2.34)$$

где  $t_{OIT}$  - продолжительность отпуска, ч;

$t_{y.II}$  - потери рабочего времени по уважительным причинам (болезнь, и пр.), ч.;

$$t_{OIT} = D_{OIT} \cdot T_{CM}, \quad (2.35)$$

где  $D_{OIT}$  - число дней основного отпуска в году, ( $D_{OIT}=36$  дня).

$$t_{OIT} = 36 \cdot 8 = 288 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени:

$$t_{y.II} = 0,04(\Phi_{P.M} - t_{OIT}), \quad (2.36)$$

$$t_{y.II} = 0,04(1947 - 288) = 66 \text{ ч.}$$

$$\Phi_{II.P} = 1947 - 288 - 66 = 1593 \text{ ч.}$$

Штатное число производственных рабочих, сводим в таблицу 2.10

Таблица 2.11 – Штатное число производственных рабочих

Наименование	Число рабочих по зонам, чел.				
	$P_{Ш.TO-1}$	$P_{Ш.TO-2}$	$P_{Ш.TP}$	$P_{Ш.D-1}$	$P_{Ш.D-2}$
ПАЗ	2	2	8	1	1
НефАЗ	3	4	25		

### 2.4 Расчет числа постов и линий для зон ТО, ТР, диагностирования

Для выполнения основных элементов или отдельных операций технологического процесса ТО или ТР организуются рабочие посты,

оснащенные необходимым оборудованием, приспособлениями и инструментами. На одном посту может быть одно или несколько рабочих мест, т.е. участков (зон), обслуживаемых рабочим (рабочими) данного поста.

Поскольку предприятие имеет большое число единиц подвижного состава, исходя из экономической целесообразности и обоснованности, для выполнения технического обслуживания транспорта применяем метод универсальных постов с переходящими специализированными звеньями (бригадами) рабочих.

#### 2.4.1 Расчет числа универсальных постов обслуживания

Число таких постов для зон ТО-1 и ТО-2 определяется соответственно из выражений:

$$П_1 = \frac{P_{T.1}}{P_{CP}C}, \quad (2.37)$$

$$П_2 = \frac{P_{T.2}}{P_{CP}C\eta_{II}} \quad (2.38)$$

где  $P_{T.1}, P_{T.2}$  - соответственно технологически необходимое число рабочих для зон ТО-1 и ТО-2, чел;

$P_{CP}$  - принятое среднее число рабочих на одном посту, чел;

$C$  – число смен работы соответствующей зоны ТО, ( $C=2$  смены);

$\eta_{II}$  - коэффициент использования рабочего времени поста, учитывающий возможное увеличение времени простоя автомобиля при выполнении сопутствующего ТР, ( $\eta_{II} = 0,85 \div 0,95$ ).

НефАЗ: 
$$П_1 = \frac{3}{5 \cdot 2} = 0,3 \approx 1 \text{ шт.};$$

$$П_2 = \frac{4}{5 \cdot 2 \cdot 0,9} = 0,45 \approx 1 \text{ шт.}$$

#### 2.5. Выбор и обоснование метода организации технологического процесса ТО и ТР

Исходя из того, что суточная программа по техническому обслуживанию довольно большая, принимаем в качестве планировки поста технического обслуживания, поточный метод.

Подвижной состав предприятия технологически не совместим, так как имеет около 30 единиц карбюраторных машин и около 70 единиц дизельных автомобилей, таким образом, есть необходимость в организации специализированных постов технического обслуживания. В связи с тем что, мы имеем большое количество автомобилей, а так же для уменьшения трудоемкости и затрат будет целесообразно разделить посты общей (Д - 1) и поэтапной диагностики (Д - 2). Учитывая все вышесказанное, применяем метод универсальных постов.

## 2.6 Распределение рабочих по постам, специальностям, квалификации и рабочим местам

Выбрав метод организации ТО для проектируемой зоны, необходимо распределить трудоемкость работ и рабочих зоны по постам поточной линии или специализированным переходящим звеньям с одновременной специализацией их по видам работ ТО или по агрегатам, системам автомобиля.

Ввиду того, что проектируемое предприятие имеет большую производственную программу по техническому обслуживанию, а так же высокое значение трудоемкости выполняемых работ.

Таким образом, на каждое специализированное звено будет приходиться по пять производственных рабочих.

Такт (в минутах) данного поста (перехода):

$$\tau_{\text{п}} = 60 \cdot \frac{t_i}{P_i} + t_{\text{пм}}, \quad (2.39)$$

где  $t_i$  - расчетная трудоемкость работ единицы ТО данного вида, чел.ч.;

$t_{\text{пм}}$  - время перемещения автомобиля с поста на пост или время, занимаемое на переход звеньев, мин; ( $t_{\text{пм}} = 1 - 3$  мин);

НефАЗ, Volgabus:  $\tau_{\text{п1}} = 60 \cdot \frac{6,9}{5} + 3 = 85,8$  мин;  $\tau_{\text{п2}} = 60 \cdot \frac{27,6}{5} + 3 = 334,2$  мин

## 2.7 Обзор существующих конструкций

В соответствии с выбранным предметом разработки проведём анализ наиболее рациональных предложенных устройств для осмотра и ремонта пневматических шин.

Рассмотрим следующее устройство для ремонта покрышек.

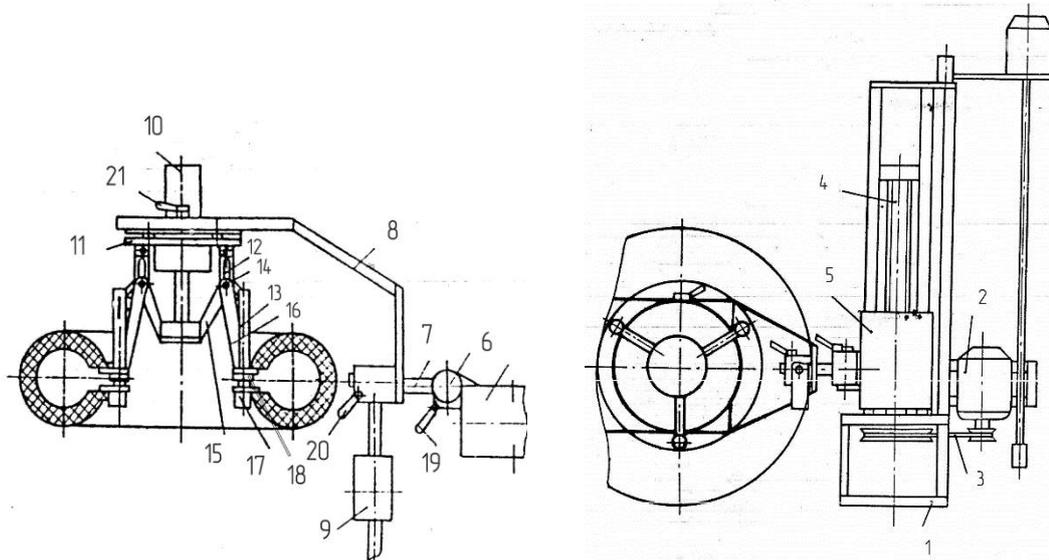


Рисунок 2.1 – Устройство для осмотра и ремонта покрышек: 1 - основание со стойкой; 2 - электродвигатель; 3 - ремённая передача; 4 - винт; 5 - каретка; 6 - ось; 7 - кронштейн; 8 - держатель; 9 - противовес; 10 - пневмоцилиндр; 11 - диск; 12 - рычаги; 13 - направляющая; 14 - штырь; 15 - лапы корпуса подшипникового узла; 16 - тяги; 17 - неподвижный упор; 18 - подвижный упор; 19, 20, 21 - рукоятки.

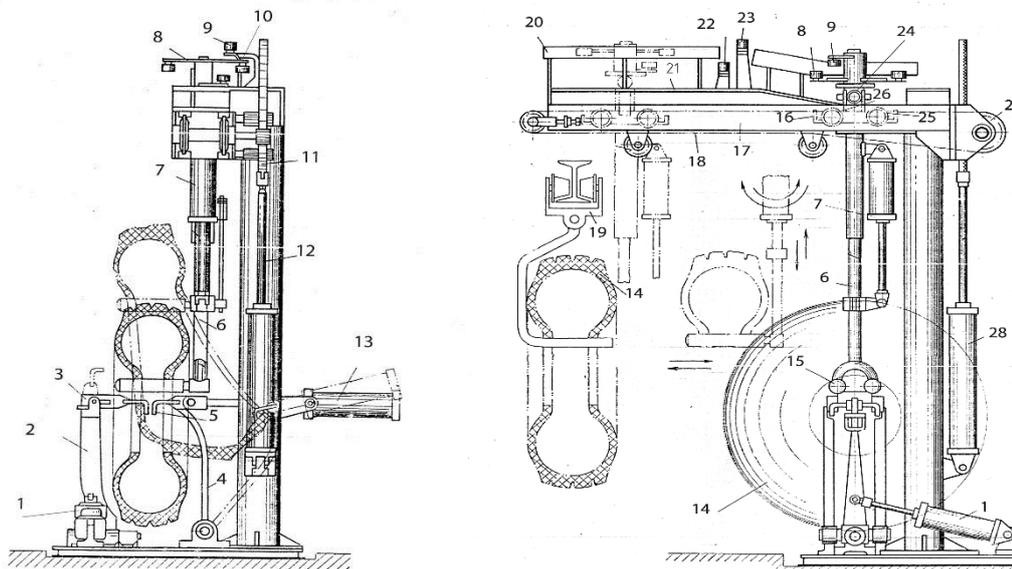
Устройство работает следующим образом. Для закрепления покрышки необходимо сначала с помощью электропривода установить держатель 8 на необходимой высоте. Шток пневмоцилиндра 10 должен быть выдвинут, штырь 14 соответственно находится во внешнем конце криволинейного паза, благодаря чему подвижный упор сдвигается к неподвижному, а сами направляющие сдвинуты к центру. Манипулируя держателем 8 относительно осей, вводят упоры внутрь покрышки и переключают пневмоцилиндр на втягивание штока. При этом пока штырь 14 движется по наклонному участку криволинейного паза, направляющие 13 с упорами 17 и 18 движутся по направлению к периферии, пока не упрутся в борт покрышки.

Затем штырь переходит на горизонтальный участок паза, при этом упор 18 движется вдоль направляющей 13 и раздвигает борта шины. В таком положении её можно вращать вокруг своей оси 6. При необходимости можно фиксировать положение покрышки с помощью рукояток 19 и 21.

Оценивая совершенство представленной конструкции, необходимо отметить следующее: к основным её достоинствам относится возможность

проведения осмотра шины в любом её положении, простота изготовления и малая энергоёмкость.

В качестве недостатков данного устройства можно выделить низкую приспособленность для проведения ремонтных работ, узкий спектр осматриваемых типоразмеров шин и небезопасность в эксплуатации.



*Рисунок 2.2 – Устройство для осмотра и ремонта покрышек: 1,7,13,28-пневмоцилиндры; 2,4-рычаги; 3,5-захваты; 6-телескопическая штанга; 8,10-дугообразные плечи крестообразного рычага; 9-ролики крестообразного рычага; 11-рейка; 12-шток пневмоцилиндра; 13-стойка; 14-покрышка; 15,25,26- опорные ролики 16-подвижная каретка; 17-направляющая; 18-цепная передача; 19-опора качения; 20-опоры роликов; 21-наклонная направляющая; 22,23-упоры; 24-подпружиненные ролики; 27-приводная звёздочка.*

Устройство работает следующим образом.

В момент, когда подвеска конвейера 19 с покрышкой 14 находится в рабочей зоне устройства, шток 12 с рейкой 11 движется вниз, при этом каретка 16 через приводную звёздочку 27 и цепную передачу 18 перемещается в левую концевую часть горизонтальной направляющей 17, а телескопическая штанга 6 занимает такое положение, при котором укрепленные на нижнем её конце опорные ролики 15 располагаются несколько ниже опорной части подвески конвейера 19. Ролики 24 подъемной каретки расположены на горизонтальном участке направляющей 21. При этом ролики 9 плеч 8 и 10 крестообразного рычага скользят по направляющей 20.

При подходе каретки к крайнему левому положению ролика 15, попадая внутрь посадочного диаметра покрышки 14, под действием цилиндра 7 приподнимаются и снимают покрышки 14 с подвески конвейера 19.

Дугообразное плечо 8 рычага, расположенное перпендикулярно к направлению перемещения каретки 16, набегают на упор 22 и при дальнейшем перемещении каретки 16 вправо поворачивается на угол  $90^\circ$  вместе со штангой 6 и крышкой 14, ориентируя последнюю в соответствии с захватами борторасширителя. Фиксируемое положение обеспечивают ролики 9 плеч 8 крестообразного рычага, которые скользят по боковой направляющей 20. Постоянно поджатые пружинами к опорным направляющим ролики 21 каретки скользят по наклонной направляющей 21, и штанга 6 с крышкой 14 опускается в рабочую зону борторасширителя. Каретка 16 останавливается в крайнем правом положении, соответствующем положению бортов крышки относительно захватов 3 и 5.

Затем штанга 6 с опорными роликами 25 и крышкой 14 приподнимаются пневмоцилиндром 7 до уровня захватов 3 и 5; при этом активный захват 3 зацепляют за правый борт крышки.

В случае возможного перекоса крышки 14 при помощи цилиндра 1 производят ориентацию пассивного рычага 2, затем зацепляют захват 5 за левую бортовую часть посадочного диаметра. После этого разводят борта крышки включением цилиндра 7, при этом рычаг 6 с захватом 3 занимает крайнее правое положение.

Производятся операции осмотра и ремонта внутренней поверхности крышки. По окончании этих операций борта крышки освобождают от захватов 3 и 5 в обратном порядке, крышку при помощи цилиндра 7 опускают до требуемого (регулируемого) положения. Включают цилиндр 28, приводящий в движение (влево) каретку 16. При движении каретки 16 влево ролики 24 подъемной каретки набегают на наклонную направляющую 21 и осуществляют подъем крестообразного рычага и жестко соединенной с ним штанги 6 до некоторого уровня, при котором дуговая часть плеча 10 крестообразного рычага набегают на упор 23 и начинают разворачиваться вместе со штангой 6 и крышкой 14 на угол  $90^\circ$ .

Разворот продолжается до того момента пока ролики 9 плеча 10 начнут скользить по боковой направляющей 20.

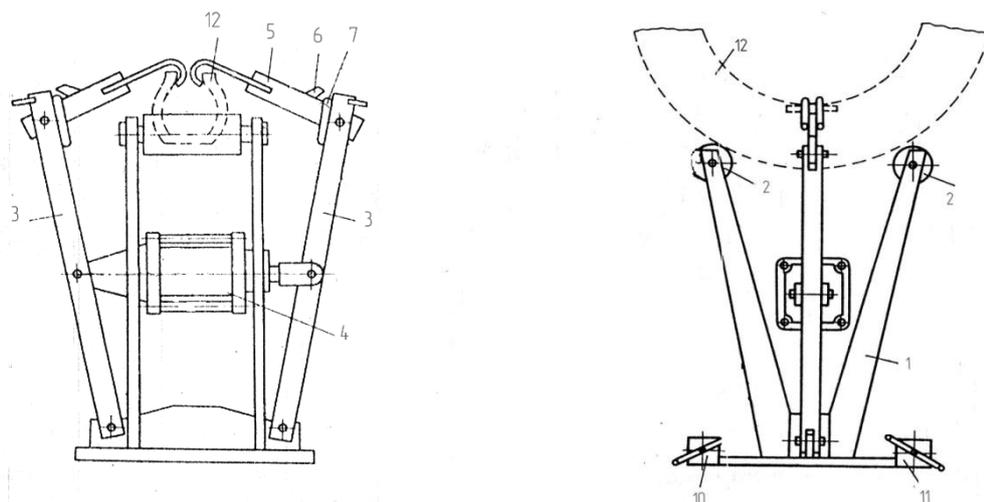
Сориентированная таким образом относительно подвесок конвейера крышка 14 подходит к порожней подвеске конвейера 19.

В этот момент опорные ролики 15 находятся несколько выше опорной части подвески, крышка цилиндром 7 опускается на опорную часть подвески, а каретка 16 отводится на длину опорных роликов 26 вправо, готовая к повторному проведению описанного выше цикла.

Оценивая технологическое совершенство данного устройства, его достоинством является высокая механизация выполняемых работ.

К недостаткам относятся:

- сложность предлагаемой конструкции;
- высокая стоимость .



*.Рисунок 2.3 – Устройство для осмотра и ремонта покрышек пневматических шин: 1-основание; 2-установочные ролики; 3-рычаги; 4-гидроцилиндр; 5-расширительные захваты; 6-упоры; 7-предохранительное кольцо; 10,11-педали управления; 12-покрышка*

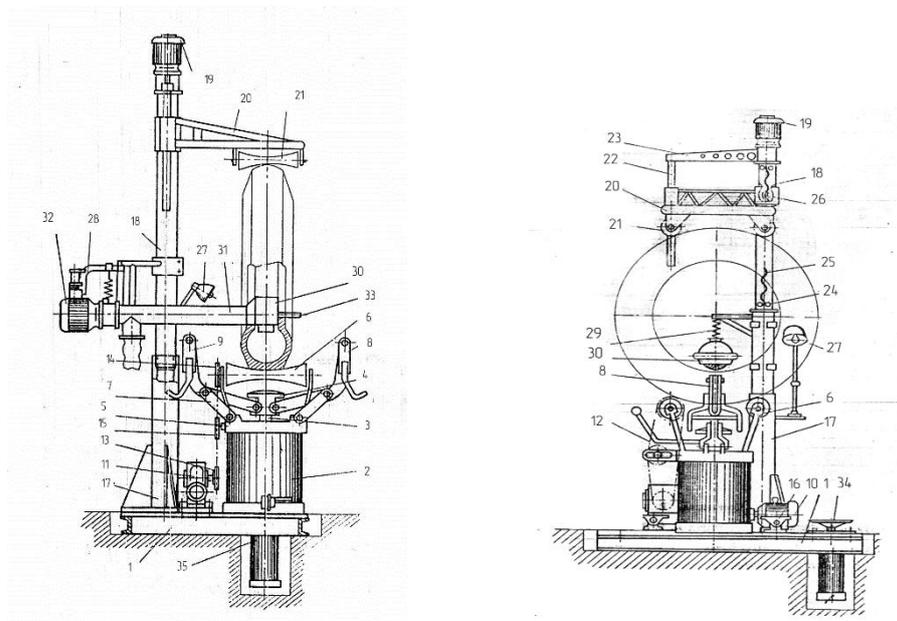
Устройство работает следующим образом.

Пневматическую шину 12, предназначенную для осмотра или ремонта, устанавливают на между опорными роликами 2. Затем вводят захваты 5 в покрышку 12, устанавливают предохранительные кольца 7 и нажимают на педаль 11. При этом гидроцилиндр 4 разводит рычаги 3, захваты 5 и борта покрышки 12. Предотвращение выскальзывания захватов 5 из покрышки 12 обеспечивается взаимодействием упора 6 с предохранительными кольцами 7.

После осмотра или ремонта покрышки 12 нажимают на педаль 11. При этом гидроцилиндр 4 сводит рычаги 3 и захваты 5, которые отпускают борта покрышки 12. Затем снимают предохранительные кольца 7, выводят захваты 5 из покрышки 12. На этом цикл осмотра или ремонта заканчивается.

Характеризуя представленную конструкцию, отметим следующие достоинства: простота изготовления, повышенная безопасность в работе, низкая энергоёмкость и высокая надёжность; недостатки - невозможность пространственного осмотра покрышки.

Станок для осмотра, вырезки и шероховки местных повреждений покрышек.



*Рисунок 2.4- Станок для осмотра, вырезки и шероховки шин:*  
 1-рама; 2-механизм разведения бортов; 3-шток пневмоцилиндра; 4-дорн; 5-верхняя крышка; 6-опорные ролики; 7-серьги; 8,9-рычаги захвата; 10,19,32-электродвигатель; 11-редуктор; 12-цепная передача; 13,14,15-ведущая, ведомая, натяжная звёздочка; 16-педаля; 17-стойка; 18-направляющая колонна; 20-привод механизма фиксации; 21-прижимные ролики; 22-направляющая штанга, 23-кронштейн, 24,33- подшипник, 25-ходовой винт, 26-гайка, 27-светильник; 28-сламывающийся кронштейн; 29-пружина; 30-головка; 31-корпус; 33-рукоятка управления; 34-стол, 35-пневмоподъёмник.

Станок работает следующим образом.

Пневмоподъёмником 35 покрышка подаётся на опорные ролики 6 механизма разведения бортов и выворачивания покрышки и далее поджимается роликами 21 механизма фиксации покрышки с последующим вращением её на опорных роликах 6 для обнаружения и осмотра местных повреждений.

При обнаружении, например, внутреннего местного повреждения, выключают механизм привода покрышки в момент, когда местное повреждение будет находиться напротив дорна 4. Затем при помощи захватов 8 механизма разведения бортов и выворачивания покрышки 2 производят разведение бортов и выворачивания покрышки, после чего в зону повреждения за рукоятку 33 вводится головка 30 механизма внутренней шероховки,

включается привод вращения фрезы, производится механическая обработка местного повреждения.

По окончании этой операции головка 30 механизма внутренней шероховки с включением привода фрезы выводится из зоны обработки простым толчком руки.

При обнаружении наружного местного повреждения в зависимости от характера, формы и расположения последнего работают одним из трёх инструментов или каждым последовательно. Для этого механизм наружной вырезки и шероховки за рукоятку подводится к зоне повреждения с открытым кожухом или выбранного инструмента, штурвалом и рукоятками регулируется с последующей фиксацией положения инструмента относительно наружного местного повреждения. Далее на пульте включается электродвигатель инструментов и производится обработка повреждения. Управление механизмом наружной вырезки осуществляется при помощи рукоятки. По окончании указанной операции данный механизм отводится от крышки в крайнее левое положение и выключается.

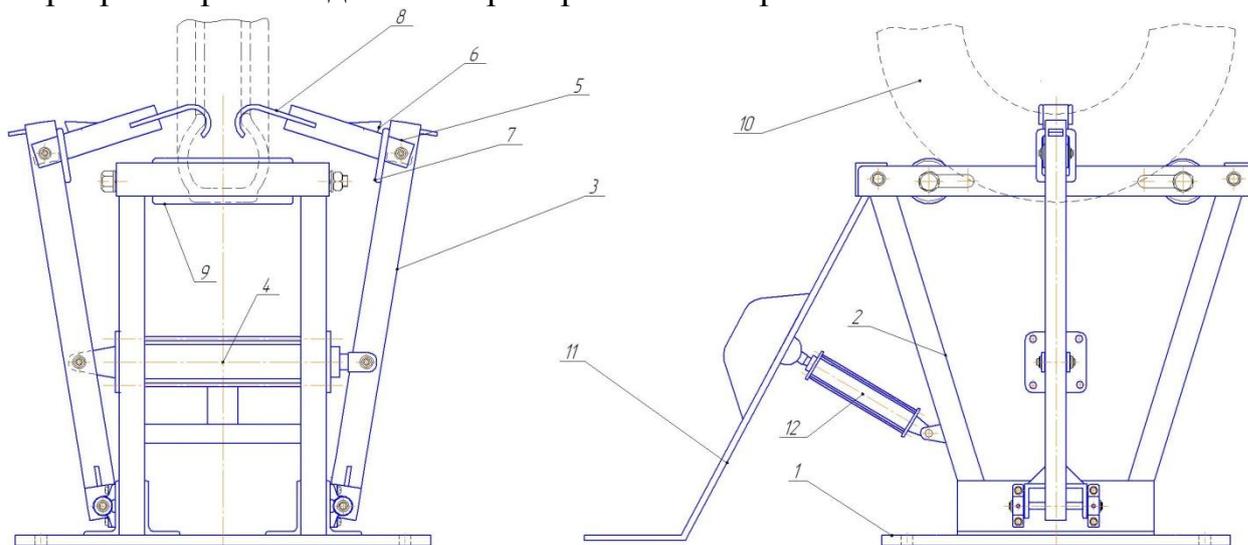
После выполнения необходимых видов обработки повреждений включается механизм разведения бортов и выворачивания крышки, дорн уходит в крайнее нижнее положение, борта крышки освобождаются от рычагов 8 и пневмоподъёмником 35 снимаются со станка.

Положительными качествами станка являются: удобство эксплуатации и высокая механизация технологического процесса и надёжность; к недостаткам относится: сложность конструкции, большие габариты, низкая приспособленность к обработке пневматических шин легковых автомобилей, большая энергоёмкость, высокие затраты на изготовление и монтаж.

Принимая во внимание подвижной состав предприятия и проведенный анализ существующих конструкций предлагается следующее конструкторское решение.

## 2.8 Описание предлагаемой конструкции

В качестве объекта проектирования примем пневматический борторасширитель для осмотра и ремонта покрышек пневматических шин



*Рисунок 2.5-Устройство для осмотра и ремонта пневматических шин:*

*1-основание; 2-рама; 3-рычаг разведения; 4,12-пневоцилиндры; 5-рычаг захвата; 6-упор; 7-предохранительное кольцо; 8-захват; 9-опорные ролики; 10-пневматическая шина.11- подъемная лапа.*

Данное устройство содержит основание 1 с размещенной на нём сварной рамой 2 с опорными роликами 9. Механизм разведения бортов выполнен из двух рычагов 3, установленных на раме 2 со стороны торцов роликов 3 и захватов 8, шарнирно смонтированных на них. В целях повышения безопасности в эксплуатации данная конструкция снабжена кольцами 7, установленными свободно на рычагах захвата 5, и упорами 6, закреплёнными на последних, на расстоянии от шарнирного соединения рычага захвата 5 с рычагом разведения бортов 3 и подъемную лапу 11.

Представленное устройство работает следующим образом: покрышку 10, предназначенную для осмотра, накатывают на подъемную лапу 11 до упора её в наклонную плоскость. Подъемная лапа 11 с покрышкой 12 поднимается пневмоцилиндром 12. После достижения подъемной лапой 11 верхнего (горизонтального) положения покрышку 10 перекачивают с подъемной лапы 11 на раму 2 между опорными роликами 9. Затем вводят захваты за борта шины и устанавливают предохранительные кольца 7. При этом пневмоцилиндр, установленный шарнирно на рычагах 3, разводит их, захваты 8 и борта покрышки 10. Предотвращения выскальзывания захватов 8 из покрышки 10 обеспечивается взаимодействием упоров 6 с предохранительными кольцами 7. После осмотра или ремонта пневматической шины 10. По окончании работ порядок действий повторяется в обратной последовательности. Для возможности работы с покрышками различных типоразмеров опорные ролики 9 могут быть

установлены на раме 2 в положения с межосевыми расстояниями от 500 до 800 мм.

## 2.9 Технологический и прочностной расчёт

Исходные данные.

$P$  - полная нагрузка, кг;

$$P = Q + G \quad (2.40)$$

где:  $Q$  - грузоподъемность ;

$$Q = 30 \text{ кг};$$

$G$  - масса лапы, кг;

$$G = 10 \text{ кг}.$$

$$P = 30 + 10 = 40 \text{ кг}$$

$l$  - длина лапы, м;

$$l = 1 \text{ м}$$

$p$  - давление в пневмосистеме, мПа;

$U_{zp}$  - скорость подъема груза, м/с.

Проводим расчет по двум положениям и определяем максимальное усилие на штоке.  $P_{шт \cdot max}$ .

$\gamma = 0^\circ$  (нижнее положение),  $\alpha_1 = 5^\circ$ ,  $\beta = 0^\circ$

$$P_{шт} = \frac{P \cdot g(a + e) \cos \beta}{a \cdot \sin \alpha \eta_n} \quad (2.41)$$

где:  $\eta_n = 0,96$  - КПД подъема.

$$P_{шт} = \frac{3800 \cdot 9,81 \cdot 1,0 \cos 0^\circ}{0,95 \cdot \sin 5^\circ \cdot 0,96} \quad (2.42)$$

$\gamma = 90^\circ$  (верхнее положение),  $\alpha = 16^\circ$ ,  $\beta = 90^\circ$

$$P_{шт} = \frac{3800 \cdot 9,81 \cdot 1,0 \cos 0^\circ}{0,925 \cdot \sin 16^\circ \cdot 0,96}$$

Как видим  $P_{шт \cdot max} = 48166 \text{ Н}$  в нижнем положении (в точке отрыва).

Составим уравнение равновесия.

$$P_a = F(a + e) \quad (2.43)$$

$$P_a = 3800 \cdot 0,925 = 3515 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

где:  $P_{воз}$  - давление в пневмосистеме;

$$P_{603} = 6,3 \text{ атм};$$

$S_{поршня}$  - площадь поршня.

$$|F_{шт}| > |P|$$

$$P = F_m = 3515 \text{ Н}$$

Вычисляем площадь поршня.

$$S = F/P = 3515/63000$$

$$S_{поршня} = \pi R^2 \quad (2.44)$$

Отсюда вычислим диаметр поршня

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0056}{3.14}} = 0,0843 \text{ м} = 84 \text{ мм}$$

$$D_{\text{станд}} = 100 \text{ мм}$$

Принимаем стандартный пневмоцилиндр 2441-100x400 ГОСТ 15608-70 [16, с. 158]  $D_{\text{шт}} = 25 \text{ мм}$

Толщина стенок пневмоцилиндра 6 мм.

Ход штока пневмоцилиндра определим графически из плана положений механизма, при этом:

$$h \leq 10D_{\text{н}}$$

$$400 \leq 10 \cdot 100$$

$$400 < 1000$$

Условие выполняется

Определение подачи компрессора и скорости штока.

$$V_{zp} = V_{\text{д}} = \omega AD \quad (2.45)$$

где:  $V_{zp}$  - скорость груза;

$V_{\text{д}}$  - скорость т. Д;

$\omega$  - условная скорость.

$$\omega = V_{\text{д}} / AD = 0,05 / 1 = 0,05 \text{ с}^{-1} \quad (2.46)$$

$$V_{\text{В}} = \omega AB \quad (2.47)$$

где:  $V_{\text{В}}$  - скорость т. В;

$$V_{\text{В}} = 0,05 \cdot 0,65 = 0,0325 \text{ м/с};$$

$$BC / CE = 2,9$$

Плечи BC и CE находятся в пропорции 2,9 относительно т. С соответственно пропорциональны скорости в т.В и т.Е. С помощью этой пропорции находим скорость в т.Е.

$$V_{\text{Е}} = V_{\text{В}} / 2,9;$$

$$V_{\text{Е}} = 0,0325 / 2,9 = 0,011 \text{ м/с};$$

$$V_{\text{Е}} = V_{\text{штока}}$$

Определяем производительность компрессора.

$$P_{\text{к}} = \frac{V_{\text{шт}} \cdot \pi \cdot D_{\text{ц}}^2}{4} \cdot \eta_{\text{об}} \quad (4.11.)$$

где:  $P_{\text{к}}$  - производительность компрессора, м<sup>3</sup>/мин;

$D_{\text{ц}}$  - диаметр цилиндра, мм;

$\eta_{\text{об}}$  - объемный КПД;  $\eta_{\text{об}} = 0,94 \div 0,97$ .

$$P_{\text{к}} = \frac{0,011 \cdot 3,14 \cdot 0,1^2}{4} \cdot 0,95 = 4,9 \text{ м}^3 / \text{мин};$$

По производительности полученной при расчете выбираем стандартный компрессор ПКМ-63. Стандартная производительность компрессора 6,3 м<sup>3</sup>/мин. [8]

Проверка пневмоцилиндра на устойчивость.

Проверка на устойчивость проводится по критической силе  $P_{\text{кр}}$ .

$$P_{\text{кр}} = k \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} \geq P_{\text{шт}}, \text{ Н} \quad (2.48)$$

где:  $\kappa$  - коэффициент, зависящий от способов заделки концов пневмоцилиндра;

$\kappa = 1$  - оба конца заделаны шарнирно;

$\kappa = 2$  - один конец - шарнирно, другой - жестко;

$\kappa = 0,5$  - один конец - жестко, другой - свободно;

$E$  - модуль упругости;

$E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Мпа}$ ;

$I$  - момент инерции сечения пневмоцилиндра.

$$I = (D_n^2 - D_s^2)\pi/64, \quad (2.49)$$

$D_n$  - наружный диаметр цилиндра, мм;

$D_s$  - внутренний диаметр цилиндра, мм;

$L$  - суммарная длина пневмоцилиндра и штока, м.

$$D_n = D_s + 2S \quad (2.50)$$

$D_n = 100 + 2 \cdot 6 = 112 \text{ мм}$

$I = (0,112^2 - 0,1^2)3,14/64 = 12,5 \cdot 10^{-5}$

$P_{кр} = 1 \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 12,5 \cdot 10^{-5}}{1,0^2} = 258836 \text{ Н}$

$P_{кр} \geq P_{шт}$

$258836 > 48116 \text{ Н}$

Запас прочности достаточно велик.

Производим расчет на прочность рычага разведения бортов пневматической шины на изгиб. Для этого определяем действующие на него силы и реакции опор для чего составляем расчётную схему и строим эпюры действующих сил и моментов, представленных на рисунке.

Анализируя представленную схему, делаем вывод, что рычаг испытывает напряжения от продольной силы  $N$  на участке АВ, поперечной силы  $Q$  на всём протяжении балки и изгибающего момента  $M$  с его максимальным значением в точке В. Так как линия действия силы штока гидроцилиндра  $F_{шт}$  направлена к оси рычага под углом  $\alpha = 70^\circ$ , раскладываем её значение на горизонтальную  $F_{шт}^H$  и вертикальную  $F_{шт}^V$  составляющие по следующим зависимостям:

$$P_{шт}^H = P_{шт} \times \cos \alpha, \quad (2.51)$$

$$P_{шт}^V = P_{шт} \times \sin \alpha. \quad (2.52)$$

Рассчитанные значения определяем

$$P_{шт}^H = 2500 \times \cos 70^\circ = 850 \text{ Н.},$$

$$P_{шт}^V = 2500 \times \sin 70^\circ = 2350 \text{ Н.}$$

Продольная сила  $F_{шт}^H$  является положительной, т.к. она действует на растяжение участка АВ балки АС и равна значению  $N=850 \text{ Н}$ .

Далее определяем реакции в опорах крепления рычага. Для этого составляем и решаем уравнения моментов относительно этих точек по следующим зависимостям:

$$\sum M_A = 0, \quad (2.53)$$

$$R_C \times AC - P_{III}^B \times AB = 0, \quad (2.54)$$

$$\sum M_C = 0, \quad (2.54)$$

$$R_A \times AC - P_{III}^B \times BC = 0, \quad (2.55)$$

где  $\sum M_A, \sum M_C$  – сумма моментов относительно точек А и С.

Подставляя принятые значения в выше приведенные формулы, находим значения реакций в точках крепления рычага:

$$R_C \times 0,72 - 2350 \times 0,29 = 0$$

$$R_C = \frac{2350 \times 0,29}{0,72} = 947H$$

$$R_A \times 0,72 - 2350 \times 0,43 = 0$$

$$R_A = \frac{2350 \times 0,43}{0,72} = 1403H$$

Для проверки правильности полученных результатов составим сумму проекций всех сил на вертикальную ось, которая в итоге должна равняться нулевому значению, т.е.  $R_A + R_C - P_{III}^B = 1403H + 947H - 2350H = 0$ . Для получения выражения, дающего нам величины поперечной силы Q и изгибающего момента M в любом сечении рычага, возьмём какое-либо сечение 1 между точками А и В на расстоянии  $x_1$  от конца А.

Для вычисления поперечной силы Q в этом сечении удобнее рассмотреть левую отсеченную часть, так как к ней приложено меньше сил.

Таким образом, получаем выражение поперечной силы  $Q_1 = +R_A = 1403H$

Чтобы найти величину поперечной силы на втором участке, берём ещё одно сечение 2-2 между точками В и С. Расстояние  $x_2$  будет отсчитываться от правой опоры В. В этом случае нам будет выгоднее рассмотреть правую часть балки, так как на неё действует лишь сила  $R_C$ . Получаем значение силы  $Q_2 = -R_C = 947H$

Эпюра поперечных сил Q имеет разрыв – скачок в месте приложения силы  $F_{III}^B$  на значение модуля её величины.

Для построения эпюры изгибающих моментов M воспользуемся теми же сечениями 1-1 (с началом координат в точке А) для левой части балки и 2-2 (с началом координат в точке С) для правой части балки.

Рассматривая левую и правую отсеченные части, найдём значение моментов в сечениях 1-1 и 2-2 как сумму моментов, приложенных к ним сил по формулам

$$M_1 = R_A \times x_1, \quad (2.56)$$

$$M_2 = R_C \times x_2. \quad (2.57)$$

С учётом того, что значение переменных  $x_1$  и  $x_2$  изменяются от нуля до АВ и ВС соответственно находим значения изгибающих моментов:

$$M_1 = 1403 \times 0 = 0 \text{ H} \cdot \text{м}$$

$$M_1 = 1403 \times 0,29 = 407 \text{ H} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = 947 \times 0 = 0 \text{ H} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = 947 \times 0,43 = 407 \text{ H} \cdot \text{м}$$

Как видно из рисунка 2.6 эпюра изгибающих моментов  $M$  имеет «перелом», причём его «остриё» направлено против действия силы  $Q$ .

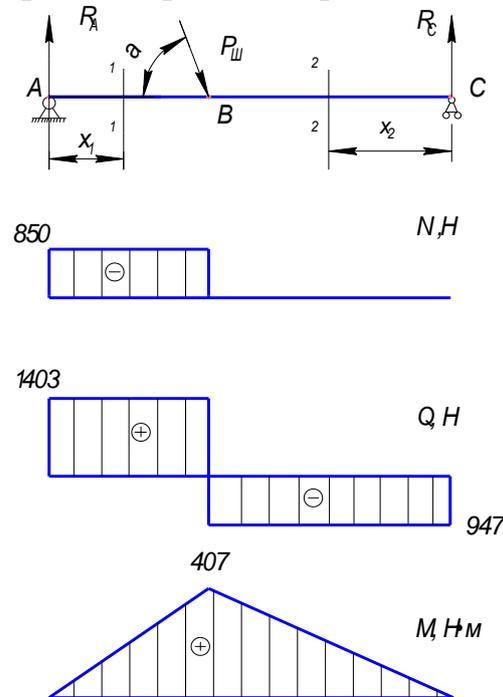


Рисунок 2.6- Расчётная схема и эпюры действующих сил и моментов

Также необходимо отметить, что наиболее опасным сечением данной балки является - точка приложения силы действия штока гидроцилиндра. Поэтому необходимо выполнить расчет на прочность данного сечения с учётом всех приложенных к нему сил и моментов.

Для проверки рассматриваемого опасного сечения на прочность его максимальное напряжение  $\sigma_{\max}$  должно соответствовать следующему условию

$$\sigma_{\max} = |\sigma_p + \sigma_{II}| \leq [\sigma], \quad (2.58)$$

где  $\sigma_p$  - напряжение растяжения (сжатия),  $\text{H}/\text{мм}^2$ ;

$\sigma_{II}$  - напряжение изгиба,  $\text{H}/\text{мм}^2$ ,

$[\sigma]$  - предельное значение напряжения,  $\text{H}/\text{мм}^2$ .

Для нахождения напряжения изгиба  $\sigma_{II}$  воспользуемся следующими формулами:

$$\sigma_{II} = \frac{M}{W_Y}; \quad (2.59)$$

$$W_Y = \frac{J_Z}{z_{\max}} = \frac{B \times H^3 - b \times h^3}{6H}; \quad (2.60)$$

$$J_z = \frac{B \times H^3}{12} - \frac{b \times h^3}{12} = \frac{1}{12} \times (B \times H^3 - b \times h^3), \quad (2.61)$$

где  $M$  - значение изгибающего момента в опасном сечении,  $H \times \text{мм}$ ;

$W_y$  - момент сопротивления сечения,  $\text{мм}^3$ ;

$J_z$  - момент инерции площади коробчатого сечения,  $\text{мм}^4$ ;

$z_{\text{max}}$  - наиболее удаленная точка сечения от нейтральной оси,  $\text{мм}$ ;

$B$  - значение наименьшей внешней стороны сечения,  $\text{мм}$ ;

$b$  - значение наименьшей внутренней стороны сечения,  $\text{мм}$ ;

$H$  - значение наибольшей внешней стороны сечения,  $\text{мм}$ ;

$h$  - значение наибольшей внутренней стороны сечения,  $\text{мм}$ .

Принимая значение сторон прямоугольного профиля  $B=40$  мм.,  $b=30$  мм.,  $H=60$  мм. и  $h=50$  мм. По выше приведённым зависимостям находим значение напряжения в опасном сечении, создаваемое изгибом:

$$J_z = \frac{1}{12} \times (40 \times 60^3 - 30 \times 50^3) = 407,5 \times 10^3 \text{ мм}^4,$$

$$W_y = \frac{40 \times 60^3 - 30 \times 50^3}{6 \times 60} = 13,6 \times 10^3 \text{ мм}^3,$$

$$\sigma_{II} = \frac{407,5 \times 10^3}{13,6 \times 10^3} = 29,9 \frac{H}{\text{мм}^2}.$$

Напряжение в поперечном сечении с учётом его ослабления двумя отверстиями под крепления шкворня вычисляется по следующей формуле

$$\sigma_p = \frac{N}{F} = \frac{N}{((B \times H - b \times h) - d \times (B - b))}, \quad (2.62)$$

где  $N$  - значение продольной силы растяжения в сечении,  $H$ ;

$F$  - площадь сечения,  $\text{мм}^2$ ;

$d$  - диаметр отверстия под установку шкворня.

Принимая значения диаметра отверстия под шкворень равное 14 мм., определяем напряжение в сечении

$$\sigma_p = \frac{850}{((40 \times 60 - 30 \times 50) - 14 \times (40 - 30))} = 1,1 \frac{H}{\text{мм}^2}.$$

Далее определяем максимальное напряжение в сечении, равное по модулю  $\sigma_1$  и возникающее в верхних волокнах рычага и сравниваем его с допускаемым

$$\sigma_{\text{max}} = 29,9 + 1,1 = 31,0 \frac{H}{\text{мм}^2}.$$

Принимая для изготовления рычага, согласно ГОСТ 10704-91, полый прямоугольный коробчатый стержень из стали 20 с допускаемым суммарным напряжением  $[\sigma] = 160 \frac{H}{\text{мм}^2}$ , делаем вывод - опасное сечение способно выдержать данный вид нагрузки.

Наглядное изображение воздействующих нагрузок на данное сечение представлено на рисунке 2.7.

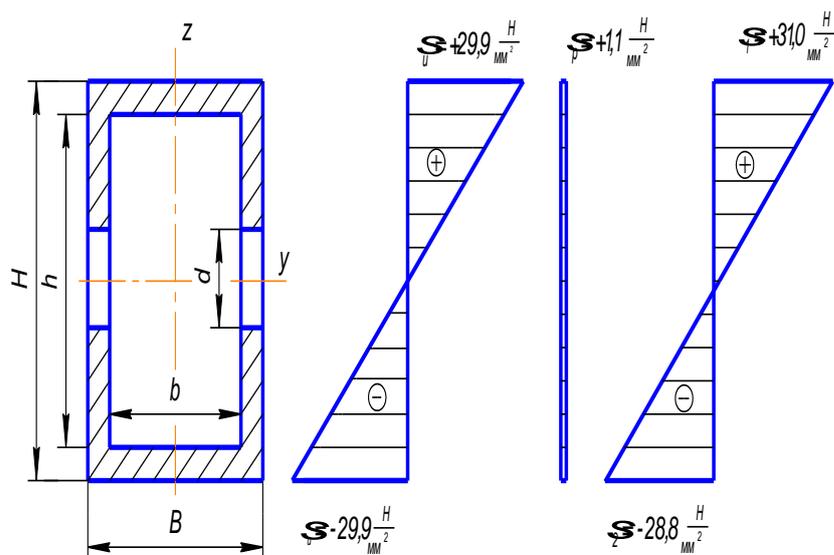


Рисунок 2.7 – Эпюры действующих напряжений в сечении

Далее проведём расчёт на прочность захвата нагруженного внешней силой  $P$ , которая располагается в плоскости симметрии поперечного сечения. По этому сечению будут действовать нормальные и касательные напряжения (рисунок 2.8).

Нормальные напряжения приведут к появлению равнодействующих внутренних усилий: изгибающего момента  $M$  и нормальной силы  $N$ . Касательные напряжения по сечению сложатся в равнодействующую силу поперечную силу  $Q$ . Эти три внутренних усилия показаны на рисунке 3.8. Для их определения, представим захват в виде кривого стержня с радиусом окружности  $R_0 = 0,03\text{ м}$ , защемленного одним концом и нагруженным на другом силой  $P$ . Проведём какое-нибудь сечение с центром тяжести  $O$ . Положение сечения определим углом  $\varphi = 100^\circ$ . Для вычисления  $M$ ,  $N$  и  $Q$  рассмотрим правую часть стержня. Этим мы избавимся от вычисления реакций в сечении  $C$ .

Изгибающий момент будет равен моменту силы  $P$  относительно точки  $O$

$$M = -P \times R_0 \times \sin \varphi. \quad (2.63)$$

Проектируя силу  $P$  на нормаль к сечению и на само сечение, получаем

$$N = -P \times \sin \varphi, \quad (2.64)$$

$$Q = -P \times \cos \varphi. \quad (2.65)$$

Значение действующей внешней силы  $P$  определится по формуле

$$P = R_C / 2. \quad (2.66)$$

Подставляя значение реакции опоры точки  $C$  (см. рисунок 2.7) находим величину внешней силы, действующей на стержень:  $P = 947/2 = 437,5 \text{ Н}$ .

Значение величины момента и сил при различном значении угла  $\varphi$  представляем в виде таблицы 2.12 и на их основании построены эпюры.

Таблица 2.12- Значение величин сил и моментов

Угол $\varphi$ , град.	Значение величин		
	Изгибающий момент $M$ , Н×м.	Нормальная сила $N$ , Н	Поперечная сила $Q$ , Н
0	0	0	-437,50
45	-9,28	-309,36	-309,36
90	-13,13	-437,50	0
100	-12,93	-430.85	+75,97
180	0	0	+437,5

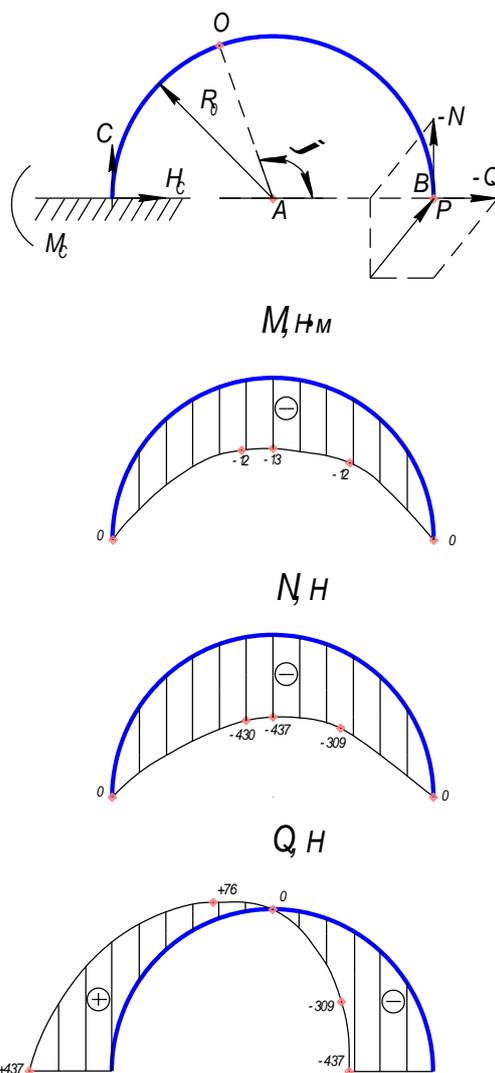


Рисунок 2.8 – Расчётная схема и эпюры изгибающих моментов и сил для кривого стержня

Таким образом, наибольший изгибающий момент и нормальная сила будут при  $\varphi = 90^\circ$ . Поэтому необходимо проверить данное сечение на прочность по следующей формуле

$$\sigma_{\max} = \left| \frac{N}{F} + \frac{M}{W} \right| \leq [\sigma]. \quad (2.67)$$

Площадь поперечного сечения  $F$  и его момент сопротивления  $W$  для круглого стержня определяются по следующим формулам:

$$F = \pi \times r^2; \quad (2.68)$$

$$W = \frac{\pi \times r^3}{4}, \quad (2.69)$$

где  $r$  - радиус сечения стержня, мм.

Принимая для расчёта стержень круглого сечения с  $r = 6 \text{ мм}$ , определяем максимальное напряжение в рассматриваемом сечении

$$W = \frac{3,14 \times 6^3}{4} = 169,6 \text{ мм}^3,$$

$$F = 3,14 \times 6^2 = 113,1 \text{ мм}^2,$$

$$\sigma_{\max} = \frac{437,5}{113,1} + \frac{13,13 \times 10^3}{169,6} = 81,3 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

В соответствии с ГОСТ 1050-88 предельно допустимое напряжение  $[\sigma]$  для стали 25 равно  $190 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$ .

Вывод: сечение способно выдержать данную нагрузку.

Проведём расчёт на прочность шкворней соединения рычага разведения бортов покрышки. Для этого воспользуемся формулой для расчёта элементов, подверженных срезу по двум сечениям

$$\tau = \frac{P}{F} \leq [\tau], \quad (2.70)$$

где  $\tau$  – касательное напряжение среза в сечении, МПа;

$[\tau]$  – предельно допустимое напряжение среза в сечении, МПа;

$P$  – сила среза, Н;

$F$  – площадь среза,  $\text{мм}^2$ .

Принимая для всех шарнирных соединений радиус 7 мм., рассчитываем площадь среза по формуле для круглых сечений

$$F = 3,14 \times 7^2 = 153,86 \text{ мм}^2.$$

Принимая в качестве силы среза  $P$  для соединения: рычага с рамой реакцию опоры  $R_A = 1403 \text{ Н}$ , для соединения со штоком пневмоцилиндра  $P_{III}^B = 2350 \text{ Н}$  и для соединения с рычагом захвата реакцию опоры  $R_C = 947 \text{ Н}$  определяем касательное напряжение для этих соединений:

$$\tau = \frac{1403}{153,86} = 9,2 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

$$\tau = \frac{2350}{153,86} = 15,3 \frac{H}{мм^2},$$

$$\tau = \frac{947}{153,86} = 6,2 \frac{H}{мм^2}.$$

В соответствии с ГОСТ 1050-88 предельно допустимое касательное напряжение  $[\tau]$  для стали 45 равняется  $220 \frac{H}{мм^2}$ .

Вывод: данные соединения способны выдержать действующие напряжения среза с необходимым коэффициентом запаса прочности, препятствующему возникновению остаточных деформаций при эксплуатации установки.

Далее проведём расчёт на срез наиболее нагруженного торцевого сварочного соединения нижнего крепления рычага разведения бортов к уголкам вилки и двух боковых сварочных соединений захвата с рычагом по следующей формуле

$$\tau = \frac{P}{1,4 \times t \times l} \leq [\tau], \quad (2.71)$$

где  $t$  – толщина свариваемых элементов, мм;

$l$  – длина сварочного соединения, мм.

Значение силы срез  $P$  для первого соединения будет равна реакции опоры  $R_A = 1403H$  ( см. рисунок 2.6), для второго - силе, действующей на стержень, равной  $437,5 H$ . Находим напряжение среза данных соединений:

$$\tau = \frac{1403}{1,4 \times 6 \times 40} = 4,2 \frac{H}{мм^2},$$

$$\tau = \frac{437,5}{1,4 \times 5 \times 60} = 1,1 \frac{H}{мм^2}.$$

При использовании для сварки электродов марки Э42А предельно допустимое касательное напряжение  $[\tau]$  составляет  $110 \frac{H}{мм^2}$ .

### 3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В качестве конструкторской разработки представлено устройство для осмотра покрышек пневматических шин.

Для технико-экономической оценки необходимо определить затраты на изготовление конструкции, ожидаемую общую эффективность капитальных вложений, срок окупаемости капитальных вложений, экономию от снижения затрат.

Экономический расчёт конструкторской разработки пневматического борторасширителя

Изготовление станда производится в условиях предприятия, для этого необходимы покупные агрегаты, узлы и изделия. Затраты на изготовления можно определить по формуле:

$$C_k = Z_{пр} + Z_k, \quad (3.1)$$

где  $C_k$  – стоимость конструкторской разработки, р.;

$Z_{пр}$  – прямые эксплуатационные (производственные) затраты на изготовление конструкции, р.;

$Z_k$  – косвенные расходы, р.

Прямые эксплуатационные затраты определяются по формуле:

$$Z_{пр} = C_{пи} + C_m + Z_{общ} + O_{осн}, \quad (3.2)$$

где  $C_{пи}$  – стоимость покупных изделий, узлов агрегатов, р.;

$C_m$  – стоимость используемых материалов, р.;

$Z_{общ}$  – заработная плата рабочих, занятых на изготовлении разрабатываемой конструкции, р.;

$O_{осн}$  – отчисления на социальные нужды.

Косвенные расходы находят по формуле:

$$Z_k = P_{оп} + P_{ох}, \quad (3.3)$$

где  $P_{оп}$  – общехозяйственные расходы, р.;

$P_{ох}$  – общепроизводственные расходы, р.

Таблица 3.1 – Затраты на материалы

Наименование узла, агрегата	Ед. измер.	Количество	Цена за единицу, р.	Стоимость $C_m$ , р.
Лист 10 ГОСТ 22178-76	Кг	8	40,0	320,0
Лист 22 ГОСТ 14637-89	Кг	7	38,7	270,9
Лист 16 ГОСТ 1577-93	Кг	1,28	44,4	56,83
Лист 2 ГОСТ 1577-93	Кг	2,88	49,0	141,12
Уголок 4/2,5 ГОСТ 19903-74	Кг	2,5	27,1	67,75
Уголок 50 ГОСТ 19903-74	Кг	4,7	27,0	126,9
Труба 50 ГОСТ 7417-75	Кг	11,5	23,8	173,7
Труба 54 ГОСТ 2580-88	Кг	4	25,6	102,4
Труба 42 ГОСТ 2580-88	Кг	4,9	31,3	153,37
Круг 40 ГОСТ 2590-88	Кг	11,3	26,47	299,11
Швеллер №10 ГОСТ 8240-89	Кг	10,0	29,99	299,9
Всего				2011,98

Таблица 3.2 – Затраты на покупные изделия

Наименование материалов	Ед. измер	Количество	Цена за ед.	Стоимость $C_{пи}$ , р.
Пневмоцилиндр 2411-100x400 ГОСТ15608-70	Шт	1	930,0	930
Распределитель	Шт	1	723,0	723
Рукава	М	2,2	470,0	1034
Электроды ГОСТ 9467-75	Кг	5,2	67,8	353
Итого:				3040

Трудоёмкость работ по изготовлению стенда, а также стоимость проведения работ представлены в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Расчёт стоимости работ по изготовлению конструкции

Наименование работ	Трудоёмкость, Т, чел.-ч	Разряд работ	Часовая тарифная ставка $C_ч$ , р.	Стоимость работ $Z_r$ , р
Слесарные	43,2	5	113,0	4881,6
Сварочные	4,3	6	144,4	620,9
Фрезерные	5,0	5	118,8	594
Шлифовальные	3,8	5	111,2	422,6

Продолжение таблицы 3.3.

Наименование работ	Трудоёмкость, Т, чел.-ч	Разряд работ	Часовая тарифная ставка $C_{ч}$ , р.	Стоимость работ $Z_{т}$ , р
Токарные	14,4	5	118,8	1710,7
Электромонтажные	32,4	7	114,4	3706,6
Итого:				11936,4

Общую заработную плату с учетом районного коэффициента определяют по формуле:

$$Z_{\text{общ}} = (Z_{т} + Z_{д} + Z_{н}) \cdot \left(1 + \frac{K_{р}}{100}\right), \quad (3.4)$$

где  $Z_{т}$  – основная тарифная заработная плата;

$Z_{д}$  – компенсационные доплаты;

$Z_{н}$  – стимулирующие выплаты (надбавки);

$K_{р}$  – районный коэффициент  $K_{р} = 25\%$ .

Основную тарифную заработную плату  $Z_{т}$  определяют по формуле:

$$Z_{т} = T \cdot C_{ч}, \quad (3.5)$$

где  $T$  – средняя трудоемкость отдельных видов работ чел.-ч.;

$C_{ч}$  – часовая тарифная ставка, р/ч

Компенсационные доплаты могут достигать 80% от  $Z_{т}$ , за интенсивность труда 10% и за вредность производства 26 %, в сумме равны 36%.

$$Z_{д} = \frac{K_{д} \cdot Z_{т}}{100}, \quad (3.6)$$

$$Z_{д} = \frac{36 \cdot 11936,4}{100} = 4297 \text{ р.}$$

Стимулирующие выплаты-надбавки не должны превышать 60% от  $Z_{т}$  - за высокие достижения в труде устанавливаются в размере 20% от  $Z_{т}$ .

$$Z_{н} = \frac{K_{д} \cdot Z_{т}}{100}, \quad (3.7)$$

$$Z_{н} = \frac{20 \cdot 11936,4}{100} = 2387,3 \text{ р.}$$

Тогда общая заработная плата с учетом районного коэффициента будет равна:

$$Z_{\text{общ}} = (11936,4 + 4297 + 2387,3) \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) = 23275 \text{ р.}$$

Отчисления на социальные нужды или во внебюджетные фонды определяют по формуле:

$$O_{\text{сн}} = \frac{(K_{\text{сн}} + H_{\text{нс}}) \cdot Z_{\text{общ}}}{100}, \quad (3.8)$$

где  $K_{\text{сн}}$  – единый социальный налог  $K_{\text{сн}} = 30\%$ ;

$H_{\text{нс}}$  – страхование от несчастных случаев  $H_{\text{нс}} = 1,1\%$ .

$$O_{\text{сн}} = \frac{(30+1,1) \cdot 23275}{100} = 7238,5 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{пр}} = C_{\text{пи}} + C_{\text{м}} + Z_{\text{общ}} + O_{\text{сн}},$$

$$Z_{\text{пр}} = 3040 + 2011,98 + 23275 + 7238,5 = 35565,48 \text{ р.}$$

Общепроизводственные расходы  $P_{\text{оп}}$  определяются в пределах (20-80)% от  $Z_{\text{пр}}$ :

$$P_{\text{оп}} = \frac{K_{\text{д}} \cdot Z_{\text{пр}}}{100}, \quad (3.9)$$

$$P_{\text{оп}} = \frac{30 \cdot 35565,38}{100} = 10669,6 \text{ р.}$$

Общехозяйственные расходы  $P_{\text{ох}}$  составляют (8-25)% от  $Z_{\text{пр}}$ .

$$P_{\text{ох}} = \frac{K_{\text{д}} \cdot Z_{\text{пр}}}{100}, \quad (3.10)$$

$$P_{\text{ох}} = \frac{20 \cdot 35565,38}{100} = 5334,8 \text{ р.}$$

Таблица 3.4 – Стоимость конструкторской разработки

Наименование затрат	Обозначение	Стоимость, р.
Затраты на покупные изделия	$C_{\text{пи}}$	3040
Стоимость материалов	$C_{\text{м}}$	2011,98
Заработная плата рабочим	$Z_{\text{общ}}$	23275
Отчисления на социальные нужды	$O_{\text{сн}}$	7238,5
Общепроизводственные расходы	$P_{\text{оп}}$	10669,6
Общехозяйственные расходы	$P_{\text{ох}}$	5334,8
Итого, стоимость конструкции ( $C_{\text{к}}$ ):		51569,38

В этом случае годовой экономический эффект внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_z = (C_a - C_k) \cdot E_n, \quad (3.11)$$

где  $C_a$  – стоимость аналогичной установки  $C_a = 140000$  р.;

$E_n$  – номинальный коэффициент эффективности  $E_n = 0,15$ .

$$\mathcal{E}_r = (150000 - 51569,38) \cdot 0,15 = 14764,5 \text{ р.}$$

Срок окупаемости производственных капиталовложений  $Q_{ок}$ , р., на изготовление пневматического борторасширителя вычисляются по формуле:

$$Q_{ок} = \frac{C_K}{\mathcal{E}_r} \quad (3.12)$$

где  $C_K$  – стоимость конструкции, р.;

$\mathcal{E}_r$  – ожидаемая годовая экономия., р.

$$Q_{ок} = 51569,38 / 14764,5 = 3,5 \text{ года}$$

Дифференциальные показатели

Уровень механизации:

$$Y_{мех} = \frac{T_M}{T_{уч}} \cdot 100, \quad (3.13)$$

где  $T_M$  – трудоемкость механизированных работ участка, чел.ч.,

$T_{уч}$  – общая трудоемкость участка.

$$Y_{мех}^{\bar{}} = \frac{750}{3020} \cdot 100 = 24,8 \%$$

$$Y_{мех}^{np} = \frac{900}{1080} \cdot 100 = 83,3 \%$$

Коэффициент технической готовности

$$\alpha_{тг} = \frac{D_э}{D_э + D_p}, \quad (3.14)$$

где  $D_э$  – число дней эксплуатации,  $D_э = 365$ ,

$D_p$  – число дней простоя в ремонте,  $D_p^{\bar{}} = 122$ ,  $D_p^{np} = 33$ .

$$\alpha_{тг}^{\bar{}} = \frac{365}{365 + 122} = 0,75,$$

$$\alpha_{тг}^{np} = \frac{365}{365 + 33} = 0,92.$$

Полученные данные сводим в табл. 3.5.

Таблица 3.5 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Обозн.	Ед. изм.	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Трудоемкость обслуживания	T	чел.ч	3020	1080
Уровень механизации	$Y_M$	%	24,8	83,3
Коэффициент технической готовности	$\alpha_{тг}$	-	0,75	0,92
Срок окупаемости капиталовложений	Q	лет	-	$\approx 3,5$

Вывод: Полученные результаты расчетов позволяют сделать вывод о целесообразности проведения реконструкции зоны и внедрения разрабатываемой конструкции. Капитальные вложения окупятся за 3,5 года.

## 4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Техническая реконструкция народного хозяйства, механизация, автоматизация производства должны сыграть основную роль в качественном изменении содержания труда. Если прежде производственный труд имел преимущественно физический характер, то сейчас с научно-техническим прогрессом он все больше становится интеллектуальным. За счет техники расширились возможности человека и одновременно возросли требования к безопасности труда.

В процессе трудовой деятельности человек подвержен ряду воздействий неблагоприятных факторов, которые могут вызвать нежелательные изменения состояния его здоровья. Если концентрация вредностей превышает предельно-допустимые нормы, то нарушается нормальная жизнедеятельность человека, это приводит к профессиональным заболеваниям. Вот почему охрана и укрепление здоровья, сохранность жизни людей является первоочередной задачей.

Опасные и вредные факторы в достаточной мере изучены и в настоящее время, созданы защитные средства для обеспечения здоровых и безопасных условий труда. Важно во всех случаях потенциальную опасность или вредность своевременно выявить и назначить такие мероприятия, которые полностью их обезвреживают и исключают.

### 4.1 Охрана труда

#### 4.1.1 Организация охраны труда на предприятии

Вся работа по управлению охраной труда осуществляется администрацией предприятия в соответствии с положением об организации работы по охране труда. Организация работ по улучшению состояния охраны труда на производстве начинается с ввода в действие «Положения об организации работ по охране труда». Это осуществляется путем издания приказа по предприятию и назначение лиц, ответственных за охрану труда по участкам. Приказ доводят до сведения этих лиц и знакомят их с обязанностями по охране труда. Одним из главных направлений в деятельности лиц, ответственных за охрану труда, является исключение травматизма и заболеваемости среди работающих путем строгого выполнения требований охраны труда. Инженер по охране труда составляет планы мероприятий по охране труда, составленные руководителями производственных участков. Руководители обеспечивают здоровые и безопасные условия на рабочих местах, соблюдение правил и норм по охране труда; принимают участие в разработке и выполнении мероприятий по улучшению условий и безопасности на участках; контролируют выполнение работающими требований стандартов, правил, норм инструкций, своевременность технического освидетельствования и регистрации грузоподъемных машин.

К числу обязанностей руководителей участков относятся: обеспечение санитарно-бытового обслуживания работающих, поддержания санитарного состояния бытовых помещений, оборудования, уголков по технике безопасности; обеспечение рабочих мест аптечками; проведение инструктажа на рабочем месте и ведение журнала учета инструктажа, пропаганды охраны труда; обеспечение рабочих мест инструкциями, плакатами, участие в разработке инструкций по охране труда; сообщение выше стоящему руководителю о несчастных случаях, организация первой помощи пострадавшим.

Система обучения работающих безопасным приемам труда организована в соответствии с общими положениями ГОСТа 12.0.004-90, который предусматривает обучение безопасности труда или подготовке новых рабочих, организацию инструктажа работающих и обучение безопасности труда при повышении квалификации.

На предприятии предусмотрено проведение следующих инструктажей: вводного, первичного на рабочем месте, повторного, внепланового и целевого. Рабочие и служащие, занятые на тяжелых работах и на работах с вредными и опасными условиями труда, а также на работах, связанных с движением транспорта, проходят обязательные первичные – при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры для определения их пригодности к поручаемой работе и предупреждения профессиональных заболеваний. На работах, связанных с соединениями свинца медосмотр проводится через 6 месяцев, на участках с воздействием шума выше 95 дБ – через 12 месяцев. Водители, кроме предварительного и первичного осмотра, проходят ежедневный медицинский осмотр перед выездом в рейс. Его проводит врач территориального лечебно-профилактического учреждения .

#### 4.1.2 Анализ состояния охраны труда на предприятии

Согласно правилам техники безопасности при выполнении ремонтных работ на предприятии предусмотрено:

- помещение для окраски машин и агрегатов, участки для ремонта топливной аппаратуры, не сообщающиеся со сварочным, термическим участками и расположены с подветренной стороны;
- установлена общая приточно-вытяжная вентиляция и местные отсосы вредностей в цехе ремонта топливной аппаратуры, сварочном, разборочно-сборочном, в цехе технического обслуживания и диагностики;
- технологическое оборудование размещено так, что движение деталей, узлов машин и материалов происходит наиболее рационально и безопасно для работающих. Ширина проходов между стеллажами и торцами машин и зданием – более 0,5 метров, между соседними ремонтируемыми машинами более 1,2 метра, между машинами и наружными воротами – более 2 метров, расстояние между стеной и станками – более 0,8 метров, а при расположении между ними рабочего – более 1,2 метра;

- эксплуатация всех электроустановок происходит с соблюдением всех требований и мер электро-безопасности согласно ПТЭ и ПТБ, пусковая (рубильники, выключатели) и защитная аппаратура закрытого типа, чтобы исключить возможность прикосновения к токоведущим частям. Металлические части электрооборудования, корпуса электродвигателей, генераторов и ручного инструмента надежно заземлены;

- при работе автомобилей на ремонтных участках установлены отводы выхлопных газов;

- для подъема и перемещения агрегатов работают грузоподъемные механизмы и электротали, которые проходят своевременное техническое освидетельствование;

- рабочие основных профессий, обслуживающие подъемные механизмы, управляемые с пола или стационарного пульта, производящие зацепку грузов к крюку таких машин, проходят повторный инструктаж не реже двух раз в 12 месяцев;

- грузоподъемные машины допускаются к подъему и перемещению только тех грузов, вес которых не превышает грузоподъемность машины.

На предприятии имеются санитарно-бытовые помещения с гардеробом для хранения рабочей одежды трудящихся, душевыми и умывальными комнатами. В гардеробе установлены шкафы размером 0,5\*0,33\*1,65 м, по одному на каждого рабочего. Душевая комната оборудована индивидуальными смесителями горячей и холодной воды.

Несмотря на хорошую организацию работ по охране труда и ее контроль, на предприятии все-таки имеют место несчастные случаи и травматизм.

Данные по производственному травматизму сведем в таблицу.

Таблица 4.1- Показатели производственного травматизма и потерь.

№	Показатели	2020 год	2021 год
1	Среднесписочное число работающих, чел	110	114
2	Количество пострадавших от производственных травм, чел	4	6
3	Временная нетрудоспособность из-за травм, дней	53	59
4	Количество смертельных исходов	---	---
5	Коэффициент частоты травматизма	36,4	52,6
6	Коэффициент тяжести травматизма	13,25	9,8
7	Коэффициент потерь рабочего времени	482	518

Показатель частоты травматизма  $K_{\text{ч}}$  представляет собой отношение количества пострадавших  $n_1$  к среднесписочному числу рабочих и служащих  $n_p$  за учетный период, отнесенное к тысяче работающих.

$$K_{\text{ч}} = n_1/n_p; \quad K'_{\text{ч}} = 4/110*1000 = 36,4; \quad K''_{\text{ч}} = 6/114*1000 = 52,6;$$

Показатели тяжести травматизма

$$K_{\text{T}} = \text{Дн}/n_2;$$

Где,  $\text{Дн}$  – число человеко- дней нетрудоспособности у всех пострадавших за учетный период;

$n_2$  – число пострадавших с утратой трудоспособности без учета погибших.

$$K'_{\text{T}} = 53/4 = 13,25$$

$$K''_{\text{T}} = 59/6 = 9,8.$$

Показатель потерь рабочего времени  $K_{\text{п}}$  на 1000 работающих

$$K_{\text{п}} = \text{Дн}/n_p*1000;$$

$$K'_{\text{п}} = 53/110*1000 = 482$$

$$K''_{\text{п}} = 59/114*1000 = 518.$$

Основными причинами травматизма является:

Неудовлетворительные санитарные условия (недостаточное освещение рабочего места, низкая или высокая температура воздуха), приводящие к преждевременной утомляемости и снижению внимательности, что приводит к несчастным случаям; отсутствие частоты на рабочем месте, захламленность производственных участков; несвоевременное проведение технических обслуживаний автомобилей, непроведение периодических технических освидетельствований грузоподъемных механизмов; часть несчастных случаев происходит вследствие неправильного, субъективного отношения самих рабочих к соблюдению правил предосторожности и в особенности к мерам индивидуальной защиты.

#### 4.1.3 Пожарная профилактика предприятия

Сварочный, малярный участок расположены с подветренной стороны и изолированы от остальных участков толстой огнеупорной стенкой.

В здании технического центра не разрешается курить и пользоваться открытым огнем. Курильная комната предусмотрена в отдельном помещении. Все помещения обеспечены противопожарным инвентарем. Огнетушители установлены в расчете один на  $50 \text{ м}^2$ . Количество огнетушителей – 106 шт., не менее одного в каждом цехе. Также установлены щиты с противопожарным инвентарем. Щиты расположены на видном месте, расстояние от пола до низа 1,5 м. Щиты окрашены в красный цвет. Количество пожарных щитов найдем по формуле

$$n = F_{\text{п}}/300,$$

где,  $F_{\text{п}}$  – площадь производственных помещений,  $\text{м}^2$

$n$  – количество щитов,

$$n = 5360/300 = 18 \text{ шт}$$

В наиболее пожароопасных цехах (разборочно-сборочный, ремонта топливной аппаратуры и диагностики, технического обслуживания) установлены углекислотные огнетушители ОУ-2; ОУ-5; ОУ-8.

Во всех отделениях на видном месте находятся плакаты с требованиями пожарной безопасности и порядок эвакуации при пожаре.

#### 4.1.4 Расчет естественного освещения

В виду того, что в проекте производится доукомплектование участка на имеющейся площади, имеющиеся постройки остаются старыми, расчет естественного освещения производиться не будет, проведем только его проверку.

Расчет естественного освещения сводится к определению размеров окон и их количества. Суммарная площадь световых проемов для участка диагностики определяется по формуле:

$$\Sigma S = S_n * \ell_{нб} * k * n_o / \tau_o * r_1 * 100 \quad (4.1)$$

где,  $S_n$  – площадь пола помещения,  $m^2$

$\ell_{нб}$  – нормированное значение КЕО при боковом освещении;

$k$  – коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями;

$n_o$  – световая характеристика окна;

$\tau_o$  – общий коэффициент пропускания

$r_1$  – коэффициент, учитывающий отражение света при боковом и верхнем освещении

$$\Sigma S = 36 * 2 * 14 * 10,5 / 0,4 * 3 * 100 = 8,82 \text{ м}^2$$

Учитывая, что участок диагностики имеет 2 окна шириной 1,5м и высотой 2,4м, то его площадь составит:

$$S_{\text{общ}} = H * v * n \quad (4.2)$$

где,  $H$  – высота окна, м;

$v$  – ширина окна, м;

$n$  – количество окон

$$S_{\text{общ}} = 2,4 * 1,5 * 2 = 7,2 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{общ}} > \Sigma S$$

Условие естественного освещения выполняется, т.е. суммарная площадь светового проема больше, чем должна быть предусмотрена.

#### 4.1.5 Расчет искусственного освещения

Расчет искусственного освещения сводится к определению количества ламп, необходимых для получения нормативной освещенности. Световой поток определим по формуле [6, стр. 109]

$$F_{с.п.} = \alpha' * F_{п} * E / \eta_{\text{исп}}, \quad (4.3)$$

Где,  $\alpha'$  – коэффициент запаса  $\alpha' = 1,3$

$F_{п}$  – площадь пола,  $m^2$

$E$  – норма освещенности, лк

$\eta_{\text{исп}}$  – коэффициент использования светового потока,  $\eta_{\text{исп}} = 0,45$

$$F_{\text{с.п.}} = 1,3 \cdot 36 \cdot 60 / 0,45 = 6240 \text{ лм}$$

Количество ламп рассчитываем по формуле

$$\alpha_{\text{п}} = F_{\text{с.п.}} / F_{\text{л}} \quad (4.4)$$

где,  $F_{\text{л}}$  – световой поток данной электролампы, принимаем люминесцентные лампы ЛДЦ-80,

световой поток 3560 лм

световая отдача 44,5 лм/Вт

$$\alpha_{\text{п}} = 6240 / 3560 = 1,75 \quad \text{принимаем равный 2.}$$

#### 4.1.6 Расчет вентиляции

Производственная вентиляция - система устройств для удаления из помещений избыточной теплоты, влаги, пыли, вредных газов и паров и создания микроклимата в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Эффективность вентиляции зависит не только от мощности вентиляционных устройств, но и от соблюдения определенных правил организации воздухообмена. Направление потока приточного воздуха. Направление потока приточного воздуха должно быть таким, чтобы он не проходил через зоны с большим загрязнением вредными веществами в зоны помещений с меньшим загрязнением.

Произведем расчет естественной вентиляции участка.

Площадь критического сечения форточек  $F_{\text{КР}}$ ,  $\text{м}^2$ , определяется по следующей формуле

$$F_{\text{КР}} = (0,02 - 0,04) \cdot S_{\text{п}}, \quad (4.5)$$

где  $S_{\text{п}} = 36 \text{ м}^2$  - площадь пола участка.

$$F_{\text{КР}} = 0,02 \cdot 36 = 0,72 \text{ м}^2.$$

Площадь форточки одного окна

$$F_{\text{ф}} = \frac{0,72}{4} = 0,18, \text{ м}^2.$$

Произведем расчет механической вентиляции участка.

Определение необходимого воздухообмена, когда трудно определить количество выделяемых вредных примесей, производится по формуле

$$W_{\text{гп}} = K \cdot V_{\text{п}} \quad (4.6)$$

где  $V_{\text{п}} = 20 \text{ г/ч}$  - количество вредного вещества (пыли), выделяющегося в помещении ;

$K$ -кратность воздухообмена (сколько раз в течении часа надо сменить воздух в помещении);

Для участков ТО-2  $K=3$ .

$$V_{\text{п}} = H_{\text{раб}} \cdot S_{\text{п}} = 36 \cdot 4 = 144 \text{ м}^2$$

где  $S_{\text{п}}$ -площадь пола помещения;

$H_{\text{раб}}$ -высота рабочего помещения;

$$W_{\text{ГП}} = 3 \cdot 144 = 432 \text{ м}^3$$

Определим производительность вентилятора  $W_B$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , по формуле

$$W_B = k_3 W_{\text{ГП}}, \quad (4.7)$$

где  $k_3 = 1,3 \dots 2,0$  - коэффициент запаса.

$$W_B = 2 \cdot 432 = 864 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для осуществления механической вентиляции выбираем центробежный вентилятор серии Ц 4-70.

Зная величину максимальных потерь, по монограмме выбираем номер вентилятора  $N$ , коэффициент полезного действия  $\eta_B$  и безразмерное число  $A$ :  $A = 2500$ ,  $\eta_B = 0,6$ ,  $N = 3$ .

Определим количество оборотов вентилятора  $n$ ,  $\text{об}/\text{мин}$ , по формуле

$$n_B = \frac{A}{N}, \quad (4.8)$$
$$\text{об}/\text{мин} \quad n_B = \frac{2500}{3} = 833,3$$

Рассчитаем мощность электродвигателя  $P_{\text{ДВ}}$ ,  $\text{кВт}$ , для вентилятора по формуле

$$P_{\text{ДВ}} = \frac{H_B \cdot W_B}{3,6 \cdot 10^6 \cdot \eta_B \cdot \eta_{\text{П}}}, \quad (4.9)$$

где  $H_B$  - полное давление вентилятора,  $\text{Па}$ ;

$\eta = 0,90 \dots 0,95$  - коэффициент полезного действия передачи.

$$P_{\text{ДВ}} = \frac{193 \cdot 4320}{3,6 \cdot 10^6 \cdot 0,6 \cdot 0,9} = 0,42 \text{ кВт}.$$

#### 4.1.7 Расчет электроснабжения участка

Годовой расход электроэнергии на производственные нужды  $W_{\text{Эпр}}$ ,  $\text{кВт}/\text{ч}$ , определяется по формуле

$$W_{\text{Эпр}} = N_{\text{Э}} \cdot \eta_3 \cdot \Phi_{\text{ДО}} \cdot K_{\text{СПЭ}}, \quad (4.10)$$

где  $N_{\text{Э}} = 6,05 \text{ кВт}$  - установленная мощность оборудования участка (таблица 1.2);

$\eta_3 = 0,80$  - коэффициент загрузки оборудования;

$\Phi_{\text{ДО}} = 1955 \text{ ч}$  - действительный фонд времени оборудования;

$K_{\text{СПЭ}} = 0,3$  - коэффициент спроса.

$$W_{\text{Эпр}} = 6,05 \cdot 0,8 \cdot 1955 \cdot 0,3 = 2838,66 \text{ кВт}/\text{ч}.$$

Годовой расход электроэнергии на освещение  $W_{\text{Эосв}}$  можно найти по формуле (4.11).

$$N_{\text{Э}} = n \cdot Q, \quad (4.11)$$

где  $n = 4$  - количество светильников;

$Q = 0,5 \text{ кВт}$  - мощность лампы одного светильника.

$$N_{\text{Э}} = 4 \cdot 0,5 = 2 \text{ кВт}.$$

$$W_{\text{Эосв}} = 2 \cdot 0,8 \cdot 1955 \cdot 0,3 = 938 \text{ кВт/ч.}$$

Годовой расход электроэнергии на вентиляцию  $W_{\text{Эвент}}$  также определяется по формуле .

$$W_{\text{Эвент}} = 0,42 \cdot 0,8 \cdot 1955 \cdot 0,3 = 197 \text{ кВт/ч.}$$

Общий годовой расход электроэнергии  $W_{\text{Эобщ}}$ , кВт, находится по формуле (4.12)

$$W_{\text{Эобщ}} = W_{\text{Эпр}} + W_{\text{Эосв}} + W_{\text{Эвент}} \quad (4.12)$$

$$W_{\text{Эобщ}} = 2838,66 + 938,4 + 197 = 3974,06 \text{ кВт/ч.}$$

#### 4.1.8 Расчет количества нагревательных приборов

Площадь нагревательных приборов выберем из формулы

$$F_{\text{H}} = Q_{\text{M}} / K_{\text{H}} \cdot (t_{\text{ср}} - t_{\text{в}}), \quad (4.16)$$

Где,  $K_{\text{H}}$  – коэффициент, учитывающий теплопередачу, для ребристых труб, принимаем равным 7,4 к.кал/см куб.;

$t_{\text{ср}}$  – средняя расчетная температура воды, составляющая для водяного отопления  $t_{\text{ср}} = 80^{\circ}\text{C}$ .

$$F_{\text{H}} = 6954,95 / 7,4(80-18) = 15,16 \text{ м}^2$$

Количество нагревательных приборов определяем по формуле

$$N_{\text{H}} = F_{\text{H}} / F^1 \quad (4.17)$$

Где,  $F^1$  = поверхность нагрева одного прибора,  $\text{м}^2$

$N_{\text{H}} = 15,16 / 4 = 3,79$  шт, принимаем количество нагревательных приборов равным 4 шт.

#### 4.2 Экологическая безопасность проекта

На современном этапе в связи с дальнейшим развитием науки и техники и все возрастающим воздействием человека на окружающую среду, большое внимание уделяется охране природы. Человек должен бережно подходить к решению охраны природы с определенными навыками правильной эксплуатации и рационального использования; уметь предвидеть последствия хозяйственной деятельности человека на природную среду и своевременно проводить мероприятия по охране природы.

При эксплуатации автомобильного парка в хозяйствах и на предприятиях происходит загрязнение окружающей среды, воды, земли и воздуха. Главным источником загрязнения окружающей среды помимо промышленности являются различные виды транспорта. Чаще других вызывает общее загрязнение автомобильный транспорт. Один автомобиль выделяет небольшое количество вредных веществ, которые быстро рассеиваются в атмосфере и не вызывают неблагоприятных последствий. При значительном сосредоточении автомобильных двигателей вредные примеси и газы вызывают общее загрязнение атмосферы. Опасность загрязнения возрастает с ростом количества машин. При работе автомобильных двигателей вредные примеси выделяются из выхлопной

трубы, трубка картера двигателя, бензобак, карбюратор. Основными вредными примесями, содержащимися в выхлопных газах двигателей являются: окись углерода, окислы азота, различные углеводороды, включая и канцерогенный 3,4, альдегиды, сернистые газы. Ниже в таблице приведен средний состав выхлопных газов автомобилей.

Таблица 4.2- Содержание вредных веществ выхлопных газов дизельного и бензинового усредненного двигателя.

Наименование вещества	Содержание в %					
	Бензиновый двигатель			Дизельный двигатель		
	Max	Min	Средн.	max	Min	Средн.
Углекислый газ	15	2,7	9,0	13,8	0,7	9,0
Окись углерода	13,5	-	4,0	0,6	-	0,1
Кислород	17,4	-	4,0	20,0	0,5	9,0
Углеводород	4,0	-	0,5	0,5	-	0,02
Водород	5,8	-	2,0	2,5	-	0,03
Альдегиды	0,03	-	0,004	0,004	-	0,002
Окись азота	0,2	-	0,06	0,15	-	0,04
Окись серы	0,08	-	0,006	0,03	0,01	0,02
Сажа	3	2	2	15-	3	5
Свинец	0,5	-	0,5	0,8	0,3	-
Бензапирен	0,01		0,01			0,5

Бензиновые двигатели выделяют продукты, содержащие свинец, хлор, бром, а дизельные значительное количество сажи и частичек копоти.

Ремонтная база играет огромную роль в вопросах охраны природы, потому что от качества ремонта техники зависит загрязнение воздуха отработавшими газами, а также водоемов, земли. От неправильной регулировки топливной аппаратуры наносится экономический убыток предприятию и отравляется окружающая среда.

Из таблицы видно, что дизельный двигатель по сравнению с бензиновым выделяет менее токсичные газы.

Сейчас автомобильные заводы делают замену бензиновых двигателей на дизельные. Это позволит меньше загрязнять атмосферный воздух. Наиболее безвредным транспортом является электромобиль, который станет основным видом транспорта в будущем. В настоящее время разработаны пути снижения дымности и токсичности отработанных газов:

- разработка методов определения токсичности газов;
- изучение механизма образования вредных веществ в рабочем процессе;
- разработка конструктивных усовершенствований двигателей;
- разработка нейтрализаторов и дожигателей;

- воздействие на процесс катализаторами горения и оптимальными присадками топлива;

- создание малотоксичных двигателей.

Наиболее эффективными и широко распространенными являются следующие мероприятия:

- пламенное дожигание;
- жидкостная нейтрализация;
- совершенствование рабочего процесса;
- применение антидымных присадок топлива;
- уменьшение угла опережения впрыска топлива;
- впрыск воды во впускной трубопровод на такте всасывания;
- перепуск части отработанных газов на всасывание.

Путем изменения опережения угла впрыска топлива можно добиться сокращения выхода оксида азота в 1,5-2 раза, но при этом увеличивается расход топлива на 3-5 %. Добавка воды во всасывающий воздух оказывает влияние на топливную экономичность и концентрацию CO.

Ниже в таблице приведено количество опасных выбросов, которые образуются в помещении участка диагностики.

Таблица 4.3- Содержание опасных выбросов на участке диагностирования.

Операции технологического процесса	Наименование опасных выбросов и класс их опасности	Количество выбросов в единицу времени или на единицу продукта	Время работы в году	Кол-во выбросов за год
Промывка деталей пневмосистемы	Ацетон, 4	0,075 кг/час	240 календарных дней по 8 час.	144 кг

В качестве дополнительных мер по безопасности можно принять принудительный вывод выхлопных газов за пределы рабочего помещения через гибкие шланги, подаваемые на выхлопную трубу автомобиля, выведенные на улицу, а так же наличие на рабочих местах респираторов и резиновых перчаток.

#### 4.3 Безопасность конструкторской разработки

В качестве конструкторской разработки я предлагаю пневматический борторасширитель. Аналоги имеются, но в конструкцию добавлена подъемная лапа. Несмотря на это разработанная конструкция соответствует всем нормам.

Разработанная конструкция отвечает требованиям ГОСТ 12.2.003.-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности.».

Таким образом:

- конструкция не имеет острых углов и кромок
- подъёмный механизм встроен внутрь корпуса
- механизм приводится в действие пневмоцилиндром с торможением, имеющим обратный клапан и обеспечивающим медленное опускание штока в случаях повреждения трубопровода
- конструкция имеет устройство пневмоцилиндров, исключающее самопроизвольное опускание груза снабжено стопором, препятствующим выходу штока в крайнем верхнем положении
- Борторасширитель подвергают статическим и динамическим испытаниям. Статическим для проверки точности его элементов, а динамическим для проверки действия механизмов.
- борторасширитель удобен в эксплуатации так как изготовлен с учётом человеческого роста

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного анализа производственно-хозяйственной деятельности ОАО «ПАТП №1» было установлено, что, в связи с несвоевременным проведением технического обслуживания, АТП предприятия используется не рационально.

С целью совершенствования организации ремонта машин был произведен расчет производственной программы по ТО и ремонту АТП хозяйства. Определен объем работ, связанных с текущим ремонтом техники, в соответствии с распределением трудоемкости определена загрузка мощностей ремонтно-обслуживающей базы.

Выполнен расчет численности персонала предприятия и производственных площадей, произведен подбор и расстановка оборудования и оснастки на производственных участках. Повышение квалификации персонала пункта технического обслуживания и оснащение современным оборудованием для ТР и диагностики позволит обеспечить своевременность и качество обслуживания АТП.

Разработка и внедрение борторасширителя для автотранспорта, позволяет снизить затраты на текущий ремонт, а так же сократить время простоя техники и вследствие увеличить сбор денежных средств с маршрутов.

Сокращение расходов на ТР машинно-тракторного парка и увеличение срока службы машин обеспечивает суммарный экономический эффект при сроке окупаемости проектных мероприятий 3,5 года.

В проекте также предложены мероприятия по повышению уровня безопасности жизнедеятельности на предприятии.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий / С.М. Бабусенко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 2009. - 352с.
2. Грундиг К.Г. Проектирование промышленных предприятий: Принципы. Методы. Практика / К.Г. Грундиг. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. - 340 с.
3. Привалов П.В. Организация технического сервиса машин в сельском хозяйстве и технологическое проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий: Учебное пособие для вузов / П.В. Привалов. - Новосибирск: НГАУ, 2003.-432 с.
4. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов / В. И. Сарбаев [и др.]. - Ростов на Дону: Феникс, 2004. - 448 с.
5. Технологическая эксплуатация автомобилей / И. Н. Аринин [и др.]. - Ростов на Дону: Феникс, 2004. - 320 с.
6. Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта : метод, указания к курсовому и дипломному проектированию. / Кириллов Н.А., ЮТИ ТПУ, 2008 г.
7. Стенды для обкатки и испытания КПП Режим доступа: <http://www.kopis.ru/products/139>
8. Технический расчет автотранспортного предприятия : метод, указания / сост. Кириллов Н.А. - Юрга: Изд-во ЮТИ ТПУ, 2005. - 67 с.
9. Методические указания по выполнению раздела Безопасность жизнедеятельности в дипломных проектах для выпускников специальности 110304 «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» / сост. В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов. - Юрга: Изд-во ЮТИ ТПУ, 2007. - 20 с.
10. Техничко-экономическое обоснование тем дипломных проектов и экономическая оценка проектных решений / Д.Н. Нестерук - Юрга: Изд-во ЮТИ ТПУ, 2008. - 46 с.
11. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для технических специальностей вузов. / П.Ф. Дунаев, А.П. Леликов; 7-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2001. – 447 с.: ил.
12. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 336
13. Сарбаев В.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов / Серия «Учебники, учебные пособия». / В.И. Сарбаев, С.С. Селиванов, В.Н. Коноплев, Ю.Н. Демин; Ростов на Дону: Издательство «Феникс», 2004. – 448с.