

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему «Разработка конструкции борторасширителя шин грузовых автомобилей»

Обучающийся

О.С. Ганеев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Г. Доронкин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

А.В. Москалюк

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Бакалаврская работа выполнена на тему «Разработка конструкции борторасширителя шин грузовых автомобилей».

В первом разделе дана характеристика шинного отделения, произведен анализ необходимого оборудования для шинного отделения, расчет производственной площади.

Во втором разделе представлен анализ аналогичных устройств по тематике работы, построена циклограмма, выбрано оборудование в качестве аналога разрабатываемой конструкции.

В третьем разделе представлены: техническое задание и предложение, приведены конструкторские расчеты, представлены расчетные схемы крючка, пальца, рычага. Расчеты позволили определить допускаемое напряжение изгиба при нагрузках, которое испытывает конструкция борторасширителя при эксплуатации.

В четвертом разделе представлен технологический процесс ремонта шины автомобиля на сконструированном борторасширителе.

В пятом разделе проведена идентификация опасностей и рисков слесаря по ремонту автомобилей, на основании выявленных фактов, в разделе предложены мероприятия по улучшению условий и охраны труда.

В экономическом разделе произведен расчет экономической эффективности, который показал положительный результат от использования на шиномонтажном участке разработанной конструкции борторасширителя.

Abstract

The bachelor's was done on the topic on the topic «Development of the design of a truck tire expander».

The first section describes the tire compartment, analyzes the necessary equipment for the tire compartment, and calculates the production area.

The second section presents an analysis of similar devices on the subject of work, a cyclogram is constructed, equipment is selected as an analogue of the design being developed.

The third section presents: terms of reference and proposal, design calculations are given, calculation schemes of the hook, finger, lever are presented. Calculations made it possible to determine the permissible bending stress under loads, which is experienced by the design of the side expander during operation.

The fourth section presents the technological process of repairing a car tire on a designed side expander.

In the fifth section, the identification of hazards and risks of a car repair mechanic was carried out, based on the revealed facts, measures to improve working conditions and labor protection are proposed in the section.

In the economic section, a calculation of economic efficiency was made, which showed a positive result from the use of the developed design of the side expander on the tire assembly site.

Содержание

Введение.....	5
1 Технологический расчет предприятия.....	9
1.1 Анализ оборудования для шинного отделения.....	9
1.2 Расчет производственной площади.....	22
2 Анализ аналогов борторасширителя.....	24
2.1 Поиск аналогов.....	24
2.2 Расчет показателей циклограммы.....	28
3 Конструкторский раздел.....	30
3.1 Техническое задание.....	30
3.2 Техническое предложение.....	33
3.3 Конструкторские расчеты.....	40
4 Технологический раздел.....	47
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	50
6 Экономическая эффективность проекта.....	55
Заключение.....	60
Список используемой литературы.....	62

Введение

Ассортимент шиномонтажного оборудования, имеющийся сегодня на рынке, разнообразен настолько, что подчас бывает очень трудно в нём сориентироваться и выбрать оптимальный вариант. Поэтому нередко владельцы автосервисов и пунктов технического осмотра автомобилей, перед тем как приобрести станок для замены резины, обращаются за помощью к специалистам.

Как показывает практика, самым высоким качеством обладает продукция из Германии и Италии, и это закономерно. Ведь именно здесь когда-то впервые появились прообразы современных шиномонтажных станков. Для профессиональной деятельности, связанной с шиномонтажными работами, лучше всего подойдут автоматические станки. Отличительной чертой такого оборудования является возможность управления прижимной головкой без физического воздействия со стороны оператора. Хотя такие станки и дороже стоят, они окупаются достаточно быстро. Разработка конструкции борторасширителя позволит снизить экономические издержки автотранспортного предприятия, обеспечит удобство и эргономичность используемого оборудования.

В связи с этим тема бакалаврской работы «Разработка конструкции борторасширителя шин грузовых автомобилей», актуальна.

Объектом работы является – оборудование для СТО, которое необходимо для расширения бортов покрышек грузовых и легковых транспортных средств.

Предметом – борторасширитель шин грузовых автомобилей.

Цель работы – разработать конструкцию борторасширителя шин грузовых автомобилей.

Задачи бакалаврской работы:

- провести технологический расчет предприятия;

- провести анализ существующих конструкций борторасширителя, построить циклограмму, выбрать оборудование в качестве аналога разрабатываемой конструкции;
- разработать устройство борторасширителя шин грузовых автомобилей на основе технического задания и предложения, произвести конструкторские расчеты;
- разработать технологический раздел ремонта шины автомобиля на сконструированном борторасширителе;
- составить реестр профессиональных рисков, оценить его количественный показатель для слесаря по ремонту автомобилей;
- произвести экономические расчеты по эффективности внедрения разработки устройства по вывешиванию колес.

Термины и определения

Балансировка колёс – процесс уменьшения до приемлемого уровня дисбаланса колеса, диска, ступицы, крепления колеса и элементов подвески.

Дошиповка шин – механическое усиление шины ремонтными шипами, что позволяет увеличить сцепление колеса с дорогой.

Борторасширитель – оборудование для СТО, которое необходимо для расширения бортов покрышек грузовых и легковых транспортных средств.

«Техническое обслуживание автомобиля – ряд мероприятий, рекомендуемых к выполнению производителями авто и проводимых с целью профилактики» [10].

Шиномонтажный участок автотранспортного предприятия – участок, предназначенный для монтажа и демонтажа, ремонта шин, дисков колес, замены вентилях, колец кольцевых дисков, восстановления камер и балансировки колес в сборе.

Шиномонтаж – процесс снятия или установки шины на диск

Перечень сокращений и обозначений

ЕО – ежедневное обслуживание.

Н.час – нормочас.

СИЗ – средства индивидуальной защиты.

СТО – станция технического обслуживания.

ТО – техническое обслуживание.

ТО и ТР – техническое обслуживание и текущий ремонт.

ТР – текущий ремонт.

1 Технологический расчет предприятия

1.1 Анализ оборудования для шинного отделения

В выпускной квалификационной работе будет рассмотрено шинное отделение транспортно-технологического участка. «Шинное отделение предназначено для демонтажа и монтажа шин, замены покрышек, текущего ремонта камер, дисков колёс и балансировки колёс в сборе» [14].

«В шинном отделении выполняются следующие виды работ:

- монтаж и демонтаж шин;
- проверка герметичности камер;
- ремонт колёсных камер;
- ремонт покрышек;
- статическая балансировка колёс;
- динамическая балансировка колёс;
- мойка и очистка колеса в сборе» [13].

Шиномонтажный участок на станции технического осмотра предназначен для выполнения таких работ, как демонтаж и монтаж колёс и покрышек, замена шин, ремонт повреждённых камер и колёсных дисков, балансировка колёс. Мойку и просушивание колёс перед выполнением необходимых диагностических и ремонтных работ можно организовать на самом участке либо в зоне уборочно-моечных работ, оборудованной шланговой моечной техникой.

Участок для шиномонтажа должен быть обеспечен всем необходимым оборудованием для осуществления диагностики и ремонта, технической документацией, а также технологическими картами, содержащими инструкции и рекомендации по выполнению основных видов работ.

Обозначим режим работы шинного отделения:

- режим работы односменный;

- график: 8⁰⁰-17⁰⁰, обеденный перерыв: 2⁰⁰-13⁰⁰; кратковременные перерывы: 10⁰⁰-10¹⁰, 15⁰⁰-15¹⁰.

В шинном отделении выполняют работы квалифицированный персонал: слесари 4-го и последующих разрядов. Это связано с технологической сложностью и необходимой точности выполняемых работ.

В бакалаврской работе заявлена тема «Разработка конструкции борторасширителя шин грузовых автомобилей», в этой связи, рассматриваем шинное отделение, на котором располагается оборудование, позволяющее производить качественный монтаж и демонтаж всех видов колес грузовых автомобилей (диаметром диска до 23 дюймов). Перечень оборудования приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Табель технологического оборудования

Наименование	Марка	Кол-во	Габариты
Стенд для монтажа и демонтажа шин грузовых автомобилей	TS-56	1	2310×2080×1100
Станок для балансировки колес	WIEDERKRAFT WDK-706938	1	1250×750×1450
Мойка автомобильных колес в сборе	МК-2	1	1660х1380х1910 мм
Электровулканизатор для ремонта камер и покрышек	WULKAN 2000T	1	330х450х1500
Верстак слесарный	BC-21	2	1200х800х900
Шкаф инструментальный	КО-390	1	710х600х1500
Ванна для проверки герметичности автомобильных камер	MEC 80/6G	1	1700х1100х770
Верстак слесарный	BC-15	1	1500х800х900
Борторасширитель шин автомобильный	MEC 30/VPT		700х700х1300
Стеллаж для колес	-	1	900х2000х1500
Настенная вешалка для камер	-	2	-
Набор инструмента для шиномонтажных работ	-	1	600х380х135

Ассортимент шиномонтажного оборудования, имеющийся сегодня на рынке, разнообразен настолько, что подчас бывает очень трудно в нём

сориентироваться и выбрать оптимальный вариант. Поэтому нередко владельцы автосервисов и пунктов технического осмотра автомобилей, перед тем как приобрести станок для замены резины, обращаются за помощью к специалистам.

Как показывает практика, самым высоким качеством обладает продукция из Германии и Италии, и это закономерно. Ведь именно здесь когда-то впервые появились прообразы современных шиномонтажных станков. Для профессиональной деятельности, связанной с шиномонтажными работами, лучше всего подойдут автоматические станки. Отличительной чертой такого оборудования является возможность управления прижимной головкой без физического воздействия со стороны оператора. Хотя станки и дороже стоят, они окупаются достаточно быстро.

Проведем анализ существующих аналогов оборудования, с целью выбора прототипа для проектирования.

Автоматическая мойка колес для грузовых автомобилей МК-2 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Автоматическая мойка колес для грузовых автомобилей МК-2

«Оборудование для грузового шиномонтажа чаще всего состоит из следующих необходимых станков и инструментов: моечное оборудование,

грузовой шиномонтажный стенд, балансировочный стенд для грузовых колес, вулканизатор, борторасширитель, подкатной домкрат, пневмогайковерт, поршневой компрессор» [9].

«Автоматическая мойка колес гранулами МК-2 предназначена для мойки колес грузовых автомобилей перед проведением шиномонтажных работ. Мойка колес МК-2 позволяет:

- более точно провести балансировку колёс;
- содержать помещение и гаражное оборудование в чистоте;
- получить дополнительный доход за счет предоставления новой услуги;
- повысить производительность труда» [9].

«Технические характеристики МК-2:

- диаметр колес – 700-1200 мм;
- ширина колес – 250-450 мм;
- регулируемая продолжительность цикла мойки – 60-120-180 сек;
- продолжительность цикла сушки – 30 сек;
- масса гранул – 50 кг;
- резервуар для воды объемом – 300 л;
- расход гранул за год – 200 кг;
- периодичность чистки – 3-5 цикл/мес;
- электрическая мощность, кВт 5,1
- напряжение питания – 380 В 3ф;
- габаритные размеры – 1660x1380x1910 мм;
- масса установки (сухая) – 320 кг;
- масса установки (залитая) – 650 кг» [9].

Стоимость оборудования – 78 000 руб.

МК 2 можно заменить известной моделью мойки колес для грузовых автомобилей WULKAN 500. В руководстве пользователя данной модели, указано, что все конструкторские изменения в моечной машине должны

выполняться исключительно с согласия производителя. «Способ мойки запатентован и заключается в следующем: холодная вода и небольшие пластмассовые гранулы засасываются при помощи насоса из резервуара в нижней части машины и через раструбы под давлением направляются в моечный отсек на вращающееся на роликах колесо. Грязь оседает в отстойнике машины. Для очистки от грязи предусмотрен специальный сервисный люк, очистку можно проводить даже во время работы машины» [16].

«Моечная машина обеспечивает:

- чистоту на шиномонтажном участке
- отсутствие загрязнения окружающей среды.
- экономию рабочего времени: оператору нужно только поместить грязное колесо в мойку, запустить одну из программ мойки и получить чистое колесо;
- более точную балансировку колес – только чистые колеса можно отбалансировать точно» [16].

«Характеристики мойки колес ВУЛКАН 500:

- предел диаметра колеса 740 - 1200 мм;
- предел ширины колеса 240 - 450 мм;
- максимальный вес колеса 150 кг;
- заводская установка мойки (отрегулированная, 3 программы) – 60, 120, 240 с;
- заводская установка сушки (отрегулированная, 1 программа) – 30 с;
- привод насоса 400 В, 50 Гц, 3-фазный, 5,5 кВт 2900 об/мин;
- производительность насоса 600 л/мин;
- привод колеса 400 В, 50 Гц, 3-фазный, 1,1 кВт 700 об / мин;
- мощность двигателей и привода 7 кВт;
- давление воды 4 бар;
- количество воды 500 л;

- количество гранулата 40 кг;
- количество моющего концентрата WULKAN TURBO 5 л;
- рабочее давление сжатого воздуха 8 - 12 бар;
- уровень звука, измеряемый с расстояния 1 м – 77,1 дБ(А);
- уровень акустической мощности – 89,9 дБ(А);
- размеры (ширина x глубина x высота) – 1300 x 1620 x 2160 мм;
- вес – 630 кг;
- лимит включений процессов мытья (сервисная блокада) – 200 включений» [16].

Ориентировочная стоимость – 39 000 руб.

Шиномонтажный станок для колес грузовых автомобилей TS-56 запатентован. Для того чтобы оказывать услугу ремонта колес на высоком уровне необходимо располагать: высококвалифицированным персоналом, качественным шиномонтажным оборудованием. Причем оба эти критерия важны в равной степени и не будут иметь никакой значимости по отдельности.

«Шиномонтажный станок относится к серии МАХУ, вследствие чего имеет усиленную конструкцию, позволяющую монтировать сверхширокие колеса» [9].

«Основные технические параметры^

- диаметр обода колеса: 14-56 дюймов (356-635 мм);
- максимальный диаметр шины: 2500 мм;
- максимальный вес шины: 2000 кг;
- электродвигатель вращения зажимных кулачков: 3кВт/400В/50 Гц;
- электродвигатель гидроблока: 3кВт/400В/50Гц;
- номинальное рабочее давление в гидросистеме: 15-18 мПа;
- максимальное рабочее давление в гидросистеме: 20 мПа;
- уровень шума: ≤ 70 дБ;
- вес: 1145кг;
- размеры в упаковке: 2310×2080×1100 мм» [9].

На рисунке 2 представлен шиномонтажный станок МС-25.



Рисунок 2 – Шиномонтажный станок TS-56

Для установки станка требуется не более 2442×2030 мм при минимальном расположении от стен. Высота рабочего помещения должна быть не менее 3 м. Ориентировочная стоимость 650 000 руб.

Балансировочный стенд для колес грузовых и легковых автомобилей представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Балансировочный стенд WIEDERKRAFT WDK-706938

Балансировочный стенд для колес грузовых автомобилей WIEDERKRAFT WDK-706938 обладает широким массивным опорным

основанием, обеспечивающим высокую устойчивость. Установка оборудована двумя колесиками для удобного перемещения по рабочей зоне. Микропроцессорное управление стандом гарантирует высокую точность работы и облегчает задачу оператора, обеспечивая автоматизированность процесса балансировки. Данная модель подходит для обслуживания как грузового транспорта, так и легковых автомобилей. Станок предназначен для профессионального использования с питанием от трехфазной сети.

Технические характеристики:

- тип – автомат;
- напряжение – 380 В;
- вес колеса – 130 кг;
- диаметр обода – 10-24 дюйм;
- ширина обода – 1,5-20 дюйм;
- диаметр вала – 40 мм;
- мах диаметр колеса – 47 дюйм;
- кожух – в наличии;
- мах вес колеса с диском – 130 кг;
- поворот к месту установки груза – нет;
- вес нетто – 270 кг;
- частота вращения шпинделя – 200 об/мин;
- дисплей – цифровой;
- тестовое время – 10 с;
- лифт для грузовых колес – присутствует.

Преимущества станда WIEDERKRAFT WDK-706938:

- пневматическое подъемное устройство;
- программы для балансировки колес;
- режим самокалибровки и диагностика при запуске;
- ножной тормоз;
- высокая точность балансировки легковых/грузовых колес - 1/10 г;

– подключение подъемного механизма - 5-10 бар.

Рассмотрим тележку для снятия и транспортировки колес грузовиков Master Wheel 0,5 (рисунок 4).



Рисунок 4 – Тележка для снятия и транспортировки колес

Оборудование предназначено для снятия и транспортировки, монтажа и демонтажа колес грузовиков, имеет регулирующиеся, передвижные, оцинкованные роликами для захвата колес. Механический фиксатор, цепная синхронизация. Грузоподъёмность 500 кг, высота подъема 1600 мм, диаметр колес 350-1500 мм. вес тележки 110 кг.

Тележка располагается рядом с постами ТР и используется для снятия и транспортировки колёс в шинное отделение.

Ванны для проверки колес грузовых автомобилей. Ванна МЕС 80/6-G представлена на рисунке 5.



Рисунок 5 – Ванна для проверки колес МЕС 80/6-G

«Ванна предназначена для проверки шин и камер на герметичность, поиск проколов и порезов, а также мойки колес. Применяется на шиномонтажных участках в автосервисах, мастерских, СТО. Ванны позволяют механику легко осуществлять осмотр состояния внутренней поверхности шины при ремонте. В простейшем случае представляют собой портативные устройства с цилиндром двойного действия, управляемым с помощью рычага. Раскрытие бортов шины для осмотра осуществляется посредством лопаток специальной формы. Имеют удобную рукоятку для переноса и быстроразъемное соединение для подключения к пневмомагистрали» [9].

«Удобство и легкость при использовании достигается за счет возможности помещать проверяемое колесо в ванну и извлекать его после проверки с помощью пневматического подъемного устройства, управляемого педалью. В модельном ряду также присутствует модификация МЕС 80/6-G, которая отличается от модели МЕС 80/6 устройством закрепления колеса (крепление осуществляется за центральное отверстие диска)» [9].

Особенности:

- прочная и надежная сборно-сварная металлическая конструкция;
- порошковая покраска защищает от царапин и коррозии;

- регулировка по высоте;
- ножки можно полностью демонтировать, чтобы установить ванну на стол или другую поверхность;
- смонтированные внутри ролики облегчают прокрутку колеса;
- снизу расположен кран для слива воды.
- материал бака – оцинкованная сталь;
- размеры – 1700x1100x770 мм;
- максимальные размеры колес – 1800x800 мм;
- масса – 550 кг.

Ориентировочная стоимость – 25 000 руб.

Пневматический борторасширитель МЕС/30 VPT представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Пневматический борторасширитель МЕС/30 VPT

«Среди оборудования для автосервиса шиномонтажный станок занимает одно из центральных мест. С его помощью осуществляется монтаж и демонтаж резины на колёсах автотранспортных средств. Важность этого процесса очевидна: ведь от качества колёсного протектора во многом зависит управляемость автомобилем» [5].

Технические характеристики:

- расстояние между кронштейнами – 410 мм;
- мощность приводного двигателя – 88,5 Вт;
- освещение – 24/25 В/Вт.

Ориентировочная стоимость – 85 000 руб.

Рассмотрим вулканизатор WULKAN 2000 представлен на рисунке 7. Это оборудование для вулканизации шин с компьютерным управлением для ремонта всех типов шин и камер с использованием «горячего» метода вулканизации.

WULKAN 2000 имеет микропроцессорный контроллер для точной установки температуры и времени вулканизации, две нагревательные головки (верхняя головка управляется пневмоприводом), возможность перехода на ручное управление.



Рисунок 7 – Вулканизатор WULKAN 2000

Стандартное оборудование WULKAN 2000:

- большой АЛ. гибкий компенсационный колпачок + резина;
- маленький АЛ. гибкий компенсационный колпачок + резина;
- нижний нагревательный элемент типа «I» удлинитель для регулировки его высоты;

- шинодержатель типа «С» – кронштейн для быстрого монтажа;
- поворотный стол для съемной насадки для вулканизации;
- мешок, наполненный алюминиевой стружкой – большой 210 мм х 150 мм – для равномерного распределения давления;

Дополнительное оборудование:

- полный набор сменных матриц с различными профилями для устранения повреждений любых участков шины с сохранением ее правильной формы (качественный ремонт гарантируется благодаря равномерному распределению температуры в зонах, требующих ремонта);
- № 1 «Матрица с нагревательным элементом на нижней стороне для ремонта низкопрофильных шин легковых автомобилей»;
- № 2 «Матрица с нагревательным элементом на нижней стороне для ремонта бортовых кромок и радиальных шин легковых автомобилей»;
- № 3 «Большая плоская матрица для масштабный ремонт тракторов и большегрузной техники»;
- № 4 «Малая плоская матрица с нагревательным узлом на нижней стороне для ремонта протекторных поверхностей всех типов шин»;
- № 5 «Эллиптическая матрица с универсальным нагревательным узлом на нижней стороне для ремонта всех типов шин»;
- № 6 «Матрица с нагревательным узлом на нижней стороне для ремонта стенок шины»;
- № 7 «Комплект матриц до 22,5” (2 шт.) для ремонта плеч и кромок шин»;
- № 8 «Матрица для ремонта воздушных клапанов с семью вкладышами»;
- № 9 «Комплект матриц до 23,5” (2 шт.) для капитального ремонта тракторов и тяжелое оборудование»;

- № 10 «Плоская матрица 250 мм x 200 мм для капитального ремонта»;
- № 11 «Профилированная матрица 200 мм x 180 мм для крупного ремонта»;
- база с поворотным столом;
- мешки с алюминиевой стружкой: маленькие 170 мм x 120 мм для легковых и грузовых шин, длинные 250 мм x 100 мм для тракторных шин;
- диапазон устанавливаемых температур нагревательных элементов от 130 до 160 С;
- время вулканизации от 2 до 120 мин;
- напряжение питания 220 В / 50 Гц;
- давление в пневмосети от 0,6 до 1,0 Мпа;
- максимальный диаметр шины 22,5"-23,5".

1.2 Расчет производственной площади

Произведем предварительный расчет.

«Первоначально площадь отделения определяем по суммарной площади оборудования и коэффициенту плотности его расстановки по формуле 1» [6], [7]:

$$F_{пр} = K_{пл} \cdot \sum F_{обор} \quad (1)$$

где $\sum F_{обор}$ – суммарная площадь, занимаемая оборудованием;

$K_{пл}$ - коэффициент плотности расстановки оборудования. (для отделения с крупногабаритным подвижным составом принимаем $K_{пл} = 4,0$)» [6].

$$F_{пр} = 4 \cdot (1,9 \cdot 1,5 + 1,25 \cdot 0,75 + 1,62 + 1,2 \cdot 0,8 \cdot 2 + 0,71 \cdot 0,6 + 1,7 \cdot$$

$$x 1,1 + 1,5 \cdot 0,8 + 1,6 \cdot 0,6 + 0,7 \cdot 0,7 + 1,2 \cdot 0,7 = 26 \text{ м}^2.$$

«Окончательная площадь участка определяется с учетом площади оборудования, его расстановки, при этом учитываются расстояния между элементами здания и контуром каждого вида оборудования. С учетом норм расстановки оборудования принимаем окончательную площадь отделения равной $F_{\text{шин}} = 28 \text{ м}^2$. Увеличение площади отделения производим за счёт склада шин, площадь которого сокращаем, применяя многоярусные стеллажи во всю высоту помещения» [13].

«Шинное отделение вместе со складом шин расположено между зонами ТО и ТР, на постах которых производится снятие-установка колёс с автомобиля. Такая компоновка помещений позволяет за минимальное время и с минимальными трудовыми затратами доставить снятое с автомобиля колесо на рабочее место слесаря в шинном отделении. В правом верхнем углу отделения (справа от входа) вдоль стены располагается мойка колёс высокого давления, предназначенная для мойки в замкнутом цикле на шиномонтажном участке снятых с автомобиля колёс, благодаря чему значительно уменьшается количество грязи на участке, а главное, достигаются достоверные результаты при балансировке. Далее располагается верстаки с набором инструмента шиномонтажника и электровулканизатором и клеть для подкачки шин» [14].

«Все оборудование расставлено с учетом норм расстановки оборудования» [14].

Чертеж участка представлен на листе формата А1 с помощью программного обеспечения Компас 3D.

Выводы: в разделе произведен анализ необходимого оборудования для шинного отделения. Произведен расчет производственной площади шинного отделения.

2 Анализ аналогов борторасширителя

2.1 Поиск аналогов

Цель выпускной квалификационной работы – разработать конструкцию борторасширителя шин грузовых автомобилей. В этой связи, проведем поиск аналогов.

Рассмотрим пневматический борторасширитель для шин грузовых автомобилей KraftWell пневмопривод, 220 В KRW1TS. Стационарный борторасширитель для грузовых колес KraftWell пневмопривод, 220 В KRW1TS используется на крупных автотранспортных предприятиях, в автосервисах и автомастерских. Позволяет удобно провести ремонтные работы при проколе шин. Регулируемые захваты с фиксаторами и пневмоприводом позволяют быстро производить разведение бортов шины. Вспомогательные ролики дают возможность легко вращать покрышку и устанавливать ее в необходимом для ремонта положении. Пневмопривод позволяет оператору поднимать колесо на необходимую высоту. Управление производится при помощи джойстиков на консоли.

Технические характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики борторасширителя KraftWell пневмопривод, 220 В KRW1TS

Шины	8.25-20/14.00-20 (9R-16.5R), R22.5
Напряжение	220 В
Тип	пневматический
Рабочее давление воздуха, атм	12
Габариты ШхГхВ, мм	1860x920x1080
Вес, кг	133

Ориентировочная стоимость борторасширителя KraftWell (пневмопривод, 220 В) KRW1TS порядка 70 000 рублей. Борторасширитель представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – KraftWell (пневмопривод, 220 В) KRW1TS

Рассмотрим борторасширитель для грузовых автошин пневматический SIVIK KC-116 (рисунок 9). Для более жестких грузовых покрышек лучше выбирать модели с пневматическим приводом. Для шиномонтажного участка грузового транспорта подойдет модель SIVIK KC-116 с пневматической системой подъема покрышки на рабочую высоту. Его технические характеристики представлены на рисунке 3 и таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики борторасширителя SIVIK KC-116

Тип	стационарный, пневматический
Тип стационарный, пневматический	0,8 - 10 МПа
Габаритные размеры	580 x 800 x 820 мм
Высота подъема	500 мм
Грузоподъемность	80 кг
Максимальный размер шин	22,5 дюйма
Масса станда	59 кг

Борторасширитель представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – SIVIK KC-116

Борторасширитель предназначен для разведения бортов шин грузовых автомобилей при осмотре и ремонте местных повреждений. Ориентировочная стоимость борторасширителя – 60 000 рублей.

Рассмотрим борторасширитель с пневматическим приводом AE&T QD-52. Расширение шины осуществляется при помощи ножной пневматической системы. Давление в системе регулируется специальной кнопкой. Для точной посадки шины используется крючок, который может быть установлен на трех различных уровнях. Такое оборудование применяется в шиномонтажных мастерских.

Преимущества борторасширителя AE&T QD-52:

- пневматический привод;
- металлическая конструкция;
- качественное расширение;
- легкость в управлении.

Особенности QD-52:

- легкости прокручивания колеса способствует наличие подвижного ролика;
- широкое опорное основание обеспечивает устойчивость борторасширителя с пневматическим приводом АЕ&Т QD-52.

Технические характеристики представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики борторасширителя АЕ&Т QD-52

Вес нетто/брутто	65/80 кг
Упаковка	610x630x1020 мм
Ширина отбортовки	до 350 мм мм
Ширина отбортовки	до 350 мм мм
Ширина профиля шины	≤ 30.5 см
Рабочее давление	0.8–1.0 МПа

Ориентировочная стоимость борторасширителя АЕ&Т QD-52 – 28 000 руб. Борторасширитель представлен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Борторасширитель АЕ&Т QD-52

«Помимо балансировочных и вспомогательных станков, среди оборудования для грузового шиномонтажа используются специальные шиномонтажные материалы и инструмент для шиномонтажа» [30].

2.2 Расчет показателей циклограммы

Рассчитаем «давление в системе» [2]:

$$P_1 = \frac{0,8}{0,7} = 1,15, \quad (2)$$

$$P_2 = \frac{0,8}{1} = 0,8. \quad (3)$$

Рассчитаем «максимальный диаметр обслуживаемой шины» [2]:

$$P_1 = \frac{563}{1100} = 0,5, \quad (4)$$

$$P_2 = \frac{600}{1100} = 0,54. \quad (5)$$

Рассчитаем «максимальная ширина обслуживаемой шины» [2]:

$$P_1 = \frac{320}{350} = 0,9, \quad (6)$$

$$P_2 = \frac{320}{350} = 0,9. \quad (7)$$

Рассчитаем «масса стенда» [8]:

$$P_1 = \frac{59}{133} = 0,44, \quad (8)$$

$$P_2 = \frac{68}{133} = 0,5. \quad (9)$$

«Чем компактнее площадь конструкции, тем лучше общее качество стенда» [31]:

$$P_1 = \frac{0,46}{1,7} = 0,27, \quad (10)$$

$$P_2 = \frac{0,5}{1,7} = 0,3. \quad (11)$$

«Стоимость играет не последнюю роль в выборе аналога, и конечно, что же здесь уменьшение стоимости улучшает качество» [32]:

$$P_1 = \frac{40000}{58000} = 0,6, \quad (12)$$

$$P_2 = \frac{40000}{21000} = 1,9. \quad (13)$$

В таблице 5 представлен сравнительный анализ параметров предлагаемого оборудования.

Таблица 5 – Сравнительный анализ параметров предлагаемого оборудования

Параметры	SIVIK KC-116	KraftWell	QD-52	Проект
Давление в системе, МПа	0,8	0,7	1,0	0,4
D max шины, мм	1100	563	600	1100
Ширина max шины, мм	350	320	320	320
Вес, кг	59	133	68	-
Площадь конструкции, м2	0,46	1,7	0,4	-
Стоимость, руб.	70 000	60 000	28 000	-

Выводы: исходя из анализа оборудования, рассмотренного в данном разделе, построим циклограмму (представлена на листе 2). Согласно анализу и построенной циклограммы, видно, что SIVIK KC-116 занял наибольшую площадь, в связи с чем, выбираем данное оборудование в качестве аналога разрабатываемой конструкции.

3 Конструкторский раздел

3.1 Техническое задание

Техническое задание в данном разделе выполнено на основании ГОСТ 15.016-2016 [23].

Область применения.

«Борторасширитель относится к устройствам для обслуживания и ремонта грузовых автомобилей МАЗ, КАМАЗ, он может быть использован на авторемонтных предприятиях и станциях технического обслуживания, где производится ремонт и техническое обслуживание грузовых автомобилей» [12].

Основание для разработки.

Борторасширитель разрабатывается на базе борторасширителя SIVIK КС-116, который занял наибольшую площадь на циклограмме, в связи с чем, выбрано данное оборудование в качестве аналога разрабатываемой конструкции. Основание разработки – задание руководителя выпускной квалификационной работы.

Цель и назначение.

Цель –повышение удобства в работе.

Назначение – разработка КД и рабочей документации на базе которых будет изготовлен прототип борторасширителя.

Цель достигается тем, что борторасширитель, содержащий «раму и размещенные на ней опорные рамки для облегчения поворота шины во время осмотра, механизм расширения бортов в виде двух приводимых в движение пневмоцилиндрами поворотных рычагов с поворотными захватами с крючками для захвата бортов шины, дополнительно снабжен наклонной съёмной, соединяемой с рамой лестницей, устанавливаемой напротив опорных роликов и служащей для закатывания шины вручную на опорные ролики» [12].

Технические требования.

Борторасширитель должен удовлетворять требованиям надежности, безотказности, технологичности, работоспособности, эргономичности, эстетики, иметь хорошие эксплуатационные характеристики.

«В разрабатываемой конструкции борторасширителя могут применяться покупные изделия, соответствующие требованиям государственного стандарта. Также в разрабатываемой конструкции борторасширителя должны предусматриваться варианты дальнейшего усовершенствования конструкции, если это допустимо. Конструкция борторасширителя должна отвечать требованиям пожаробезопасности» [12].

Эксплуатация борторасширителя на шиномонтажном участке должна выполняться в соответствии с требованиями охраны труда и обеспечивается следующими требованиями:

- «требованиями к конструкции;
- требованиями к обеспечению нормальных санитарно-гигиенических условий;
- требованиями пожаробезопасности;
- требованиями защиты обслуживающего персонала от воздействия опасных и вредных производственных факторов» [12].

«Внешнее очертания борторасширителя должны быть простыми и строгими, части борторасширителя предпочтительно выполняются прямоугольной формы, острые углы закругляются, окраска борторасширителя не должна совпадать с окраской окружающей среды, детали и части, которые могут привести к травмам, окрашиваются в яркие предупредительные цвета (обычно красный цвет), органы управления окрашиваются также в яркие цвета. При разработке борторасширителя должны выполняться требования к патентной чистоте, т.е. должны использоваться общепринятые механизмы и узлы» [29].

Обслуживать и эксплуатировать борторасширитель должны высококвалифицированные слесари-механики 1- 3-го разряда.

«Для питания пневмооборудования должна использоваться сеть сжатого воздуха с давлением не ниже 0,6 МПа

Борторасширитель должен удовлетворять условиям сборки-разборки.

При хранении и транспортировке борторасширитель должен разрабатываться и упаковываться в ящик.

Характеристика прототипа борторасширителя:

- максимальный диаметр обслуживаемой шины – 1100 мм;
- максимальная ширина обслуживаемой шины – 320 мм;
- усилие на крючках механизма расширения бортов – 700 Н;
- давление в питающей пневмосети – не менее 0,4 МПа.

Борторасширитель конструктивно состоит из: сварной рамы, на которой размещаются: опорные ролики, механизм расширения бортов, кран управления подачей воздуха и лестница» [29].

«Опорные ролики установлены в середине верхней части рамы на осях, жестко закрепленных на кронштейнах, присоединяемых к сварной раме. Опорные ролики установлены на осях на подшипниках скольжения. Механизм расширения бортов состоит из двух поворотных рычагов, шарнирно установленных на раме и приводимых в движение двумя пневмоцилиндрами. Пневмоцилиндры шарнирно соединены корпусами с рамой и штыками с рычагами. Каждый из поворотных рычагов состоит из основной и выдвижной частей. Выдвижная часть фиксируется в основной винтом и снабжена захватом, шарнирно закрепленными на ней. Захват имеет два крючка для отвода борта шины. Кран управления подачей воздуха предназначен для управления одновременной подачей воздуха в оба пневмоцилиндра и соединен пневмопроводами с поршневыми и штыковыми полостями обоих пневмоцилиндров. Лестница предназначена для облегчения установки шины на борторасширителе. Лестница одним концом устанавливается в прорезях кронштейнов, в которых устанавливаются оси опорных роликов, а другим упирается в пол помещения, в котором устанавливается борторасширитель» [29].

Экономические показатели:

- ориентировочная себестоимость стенда – 20000 руб;
- ориентировочный срок окупаемости борторасширителя, – 0,5 года;
- прибыль от ежедневного использования стенда – 500 руб;
- стоимость услуги – 200 руб.

Стадии и этапы разработки.

Сроки технического задания должны соответствовать срокам в плане договора:

- техническое задание – март 2023г;
- техническое предложение и эскизного проекта – июль 2023г;
- разработка конструкции – декабрь 2023г.

«Техническое предложение согласовывается с заказчиком и после его утверждения является основанием для разработки технического проекта. Основанием для запуска в серию служит испытание опытного образца» [23].

3.2 Техническое предложение

Предлагаемый борторасширитель имеет в своей конструкции раму на которой расположены опорные ролики. «Ролики необходимы для облегчения поворота шины во время осмотра. В борторасширителе имеется механизм расширения бортов, который представляет собой два поворотных рычага с крючками для захвата бортов шины. Рычаги приводятся в движение с помощью пневмоцилиндров. Поворотные рычаги дополнительно снабжены наклонной съёмной, соединяемой с рамой лестницей, устанавливаемой напротив опорных роликов и служащей для закатывания шины в ручную на опорные ролики» [29].

Подбор материалов: борторасширитель выполнен на базе аналога SIVIK КС-116 (рисунок 11)» [9].



1-рама; 2-ролик опорный; 3-механизм для расширения бортов; 4-пневмоаппаратура управления; 5-пневмопривод; 6-рычаг; 7-захват; 8-шина.

Рисунок 11 - Борторасширитель SIVIK KC-116

«Работа на борторасширителе производится следующим образом: шина 8 с помощью подъёмно-транспортного средства устанавливается на ролики 2. При этом захваты 7 откинуты в стороны. После установки шины 8 на роликах 2 захваты 7 заводятся внутрь шины 8 и устанавливаются, так как показано на рисунке, затем включается пневмопривод 5 и рычаги 6 с захватами 7 поворачиваясь раздвигают борты шины 8. Недостатком борторасширителя является необходимость применения подъёмно-транспортного средства для установки шины на опорные ролики, ролики, что создает неудобства в работе.

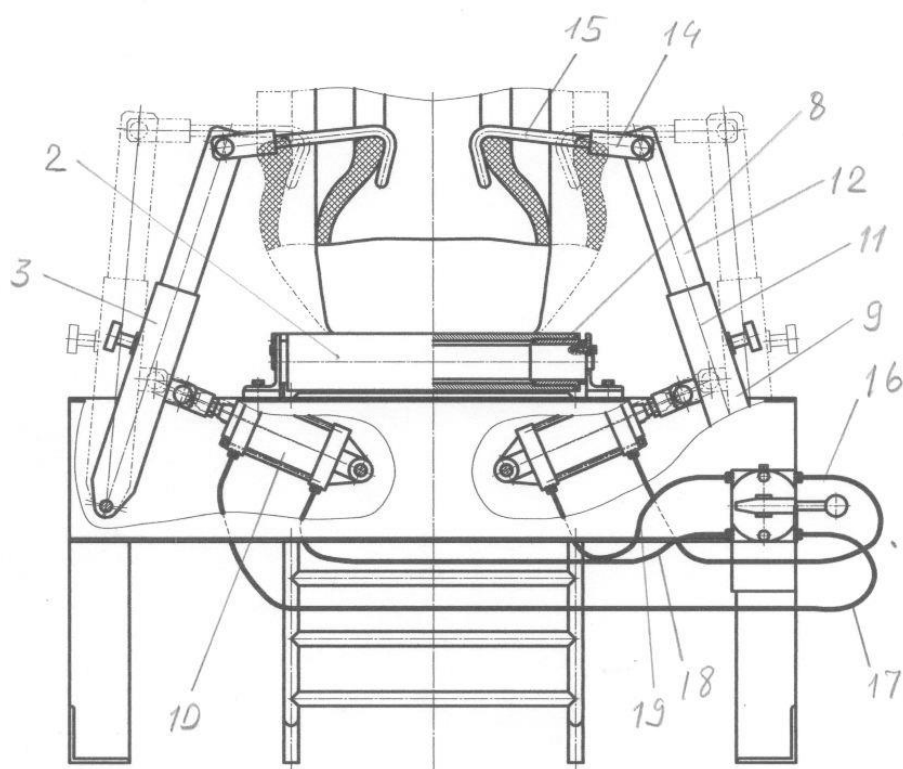
В проектируемом борторасширителе шина устанавливается без применения подъёмно-транспортного средства путем закатывания шины по наклонной лестнице, что повышает удобство в работе» [27].

При проектировании борторасширителя допускается использовать покупные изделия, такие как: пневмоцилиндр 1412-80x50 ГОСТ 15608-70 (2 штуки), кран для управления подачей воздуха в пневмоцилиндры В 71-33 (1 штука) [28].

Выбор схемы и общее конструктивное устройство борторасширителя, коротко рассмотрено в начале раздела. Рассмотрим его более подробно.

«Борторасширитель конструктивно состоит из сварной рамы 1 на которой, размещаются: опорные ролики 2, механизм расширителя бортов 3, кран управления подачей воздуха 4 и лестница 5. Опорные ролики 2 установлены в середине верхней части рамы 1 на осях 6, жестко закрепленных на кронштейнах 7, присоединяемых к сварной раме 1. Опорные ролики 2 установлены на осях 6 на подшипниках скольжения 8. Механизм расширения бортов 3 состоит из двух поворотных рычагов 9, шарнирно установленных на раме 1 и приводимых в движение двумя пневмоцилиндрами 10. Пневмоцилиндры 10 шарнирно соединены корпусами с рамой 1, а штоками с рычагами 9. Каждый из поворотных рычагов 9 состоит из основной 11 и выдвигной 12 частей. Выдвигная часть 12 фиксируется в основной 11 винтом 13 и снабжена захватом 14, шарнирно закрепленным на ней. Захват 14 имеет два крючка 15 для отвода борта шины» [33].

«Кран управления подачей воздуха 4 предназначен для управления одновременной подачей воздуха в оба пневмоцилиндра 10 и соединен пневмопроводами 16, 17, 18 и 19 с поршневыми и штыковыми полостями пневмоцилиндров 10. Лестница 5 одним концом устанавливается в прорезах кронштейнов 7, а другим упирается в пол помещения в котором устанавливается борторасширитель. Лестница 17 также может устанавливаться подобным образом и с противоположной стороны» (рисунок 12, 13) [33].



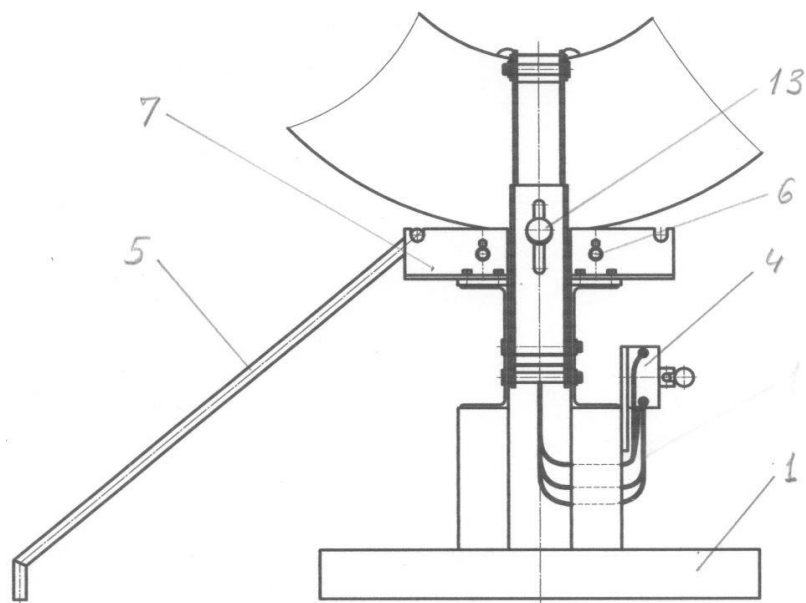
2 - опорный ролик; 3 - механизм для расширения бортов; 8 - подшипник скольжения; 9 - поворотный рычаг; 10 - пневмоцилиндр; 11 - основная часть рычага; 12 - выдвигающая часть рычага; 14 - захват; 15 - крючок; 16,17,18,19 - пневмопроводы.

Рисунок 12 – Борторасширитель для шин грузовых автомобилей

На рисунке 14 показаны варианты соединения проушины пневмоцилиндра с рамой.

Вариант «а». В этом варианте, палец предлагается изготовить из высокопрочной стали с термообработкой, поскольку при эксплуатации борторасширителя он больше остальных узлов подвержен изгибу.

Вариант «б». В этом варианте палец может быть изготовлен из менее прочной и более дешевой стали, поскольку расстояние между его опорами меньше и следовательно он меньше подвержен изгибу. Следовательно, вариант «б» наиболее предпочтителен для разработки конструкции борторасширителя.



1-рама; 4-кран управления подачей воздуха; 5-лестница; 6-ось; 7-кронштейн; 13- винт.

Рисунок 13 – Борторасширитель шин грузовых автомобилей

Согласно варианту «а» «ось может прокручиваться в кронштейнах, что сопровождается трением и повышенным износом поверхности оси в месте ее соединения с кронштейнами.

Согласно варианта «б» ось зафиксирована болтами и, следовательно, не может прокручиваться и изнашиваться от трения» [24].

Таким образом, и в этом случае, конструкция варианта «б» предпочтительнее (рисунок 14, 15, 16).

Исходя из выше приведенного анализа вариантов, выбираем более предпочтительные исполнения.

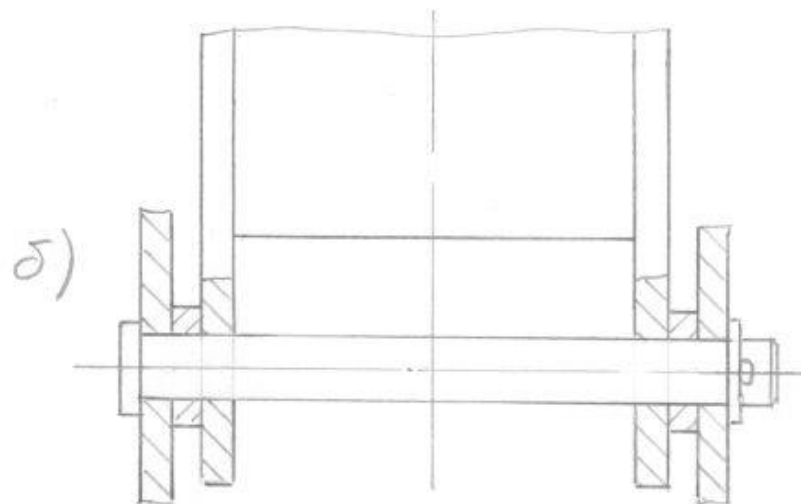
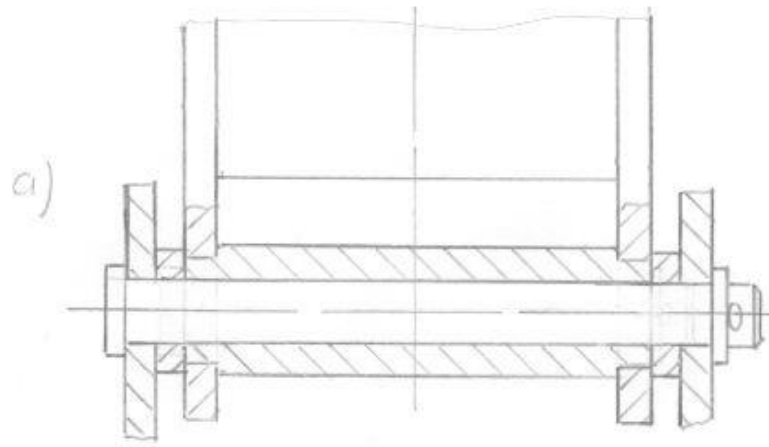


Рисунок 14 - Варианты соединения рычага с рамой

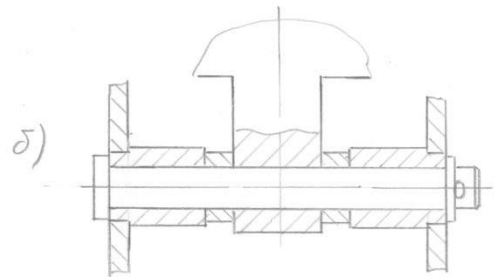
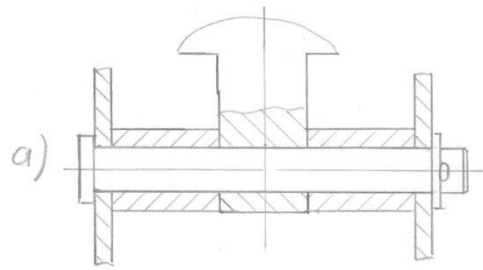


Рисунок 15 - Варианты соединения проушины пневмоцилиндра с рамой

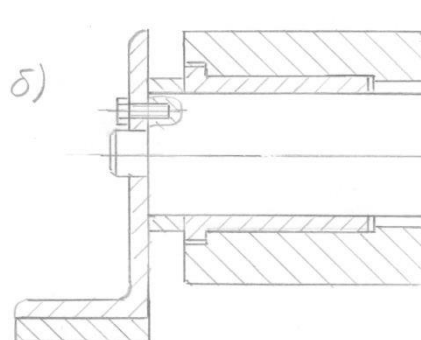
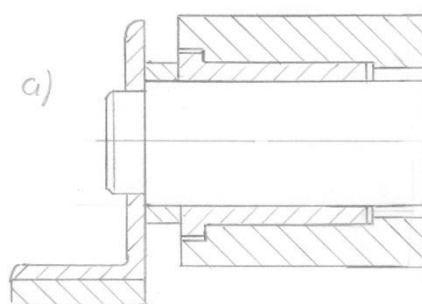


Рисунок 16 - Варианты соединения оси опорного ролика с кронштейнами
Эстетические требования к разрабатываемому борторасширителю.

В конструкции борторасширителя мы предлагаем композиционное решение осуществить на основе симметрии. «Симметричное равновесие достигается, когда объекты, равные по визуальной массе, размещаются на равном расстоянии от точки опоры или оси в центре. Симметричное равновесие вызывает ощущение формальности (поэтому иногда оно называется формальным равновесием) и элегантности» [24]. Симметричность в конструкции борторасширителя обеспечит простые формы, что облегчит его уборку и мойку.

Симметричность в промышленном дизайне также часто выбирают для придания конструкции статичности. В нашем случае, вид спереди обладает признаками статичности, тогда как вид сбоку асимметричен, и, следовательно обладает свойствами динамичности, с точки зрения промышленного дизайна.

При выборе цвета, мы больше склоняемся к синему цвету, поскольку большинство оборудования, располагающегося на шиномонтажном участке, имеет такой цвет. Движущиеся части конструкции предлагаем окрасить в черный цвет, а опасные места оборудования предлагаем окрасить в красный цвет.

Эргономические требования.

Эргономичность конструкции направлена на обеспечение удобства в использовании оборудования с наименьшими трудозатратами.

Требования безопасности при эксплуатации оборудования рассмотрены в следующих разделах.

3.3 Конструкторские расчеты

Выбор пневмооборудования.

Исходные данные:

$P = 600\text{Н}$ – усилие на крючке захвата края шины

$P = 0,4\text{ МПа}$ – давление сжатого воздуха в пневмосети

$l_1/l_2 = 3$ – соотношение плеч рычага механизма расширения бортов

Определяем диаметр пневмоцилиндров [7]

$$D_{п} = \sqrt{R_{шт}/0,785P}$$

Где $R_{шт}$ - усилие на штоке пневмоцилиндра

$$R_{шт} = 3P - 3 \cdot 600 = 1800H = 180 \text{ кгс}$$

$$P = 0,4 \text{ Мпа} = 4 \text{ кгс/см}^2 \text{ (см исходные данные)}$$

$$D_{п} = \sqrt{180/0,785 \cdot 4} = 7,57 \text{ см} = 75,7 \text{ мм}$$

«Принимаем ближайший больший стандартный диаметр пневмоцилиндров $D_{п} = 80 \text{ мм}$ » [1].

«По конструктивным соображениям принимаем длину хода поршня пневмоцилиндров равной $L = 50 \text{ мм}$ » [1].

«Выбираем пневмоцилиндр по ГОСТ 15608-70: пневмоцилиндр 1412-80x50, ГОСТ 15608-70» [3].

«По выбранным пневмоцилиндрам определяем диаметр трубопроводов для подачи воздуха в пневмоцилиндры. По справочнику условный проход трубопроводов $D_u = 10 \text{ мм}$ » [19].

«По условному проходу $D_u = 10 \text{ мм}$ выбираем для управления подачей сжатого воздуха в пневмоцилиндры кран последовательного включения шина В71-33 со следующей характеристикой: условный проход, мм 10, тип присоединения – трубное с конической резьбой, присоединение пневмолиний 3/8 дюймов, рабочее давление – 2-6 кгс/см², усилие переключения рукоятки – до 3,5 кгс, наибольший расход сжатого воздуха, 40 л/мин, масса – не более 0,9 кг, проверка крючка захвата на изгиб» [19]. Расчетная схема представлена на рисунке 17.

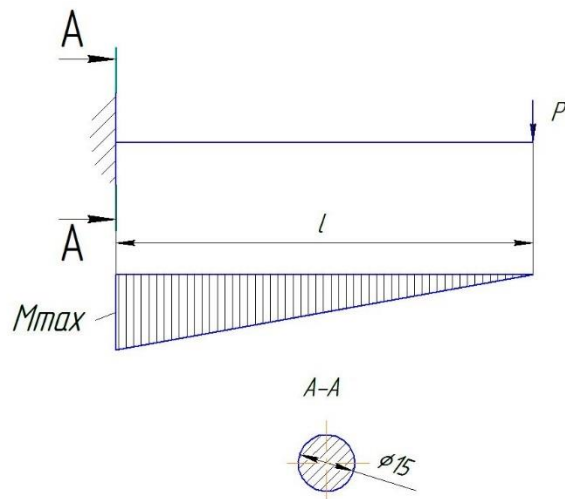


Рисунок 17 - Расчетная схема крючка

Исходные данные

$P=30$ кгс – усилие на крючке

$L= 5$ см – расчетная длина крючка

Максимально изгибающий момент:

$$M_{\max}=P \cdot l=30 \cdot 5=150 \text{ кгс} \cdot \text{см.} \quad (14)$$

«Момент сопротивления сечений А-А:

$$W_x=0,1d^3=0,1 \cdot 1,5^3=0,338 \text{ см}^3 \quad (15)$$

Напряжения изгиба:

$$\llbracket \sigma_{\text{изг}} \rrbracket = M_{\max} / W_x = 150 / 0,338 = 444 \text{ кгс} / \text{см}^2 < \llbracket \sigma_{\text{изг}} \rrbracket, \quad (16)$$

где $\llbracket \sigma_{\text{изг}} \rrbracket = 600$ кгс/см – допускаемое напряжение изгиба для стали Ст3 при пульсирующей нагрузке» [24].

Расчетная схема проверки пальца, соединяющего корпус пневмоцилиндра с рамой показана на рисунке 18.

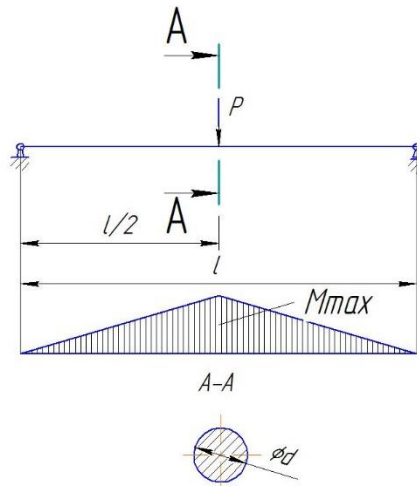


Рисунок 18 - Расчетная схема пальца

Исходные данные:

- $P = 180$ кгс – усилие на пальце;
- $L = 6$ см – расчетная длина пальца;
- $d = 1,6$ – диаметр пальца.

Максимальный изгибающий момент:

$$M_{\max} = Pl/4 = 180 \cdot 6/4 = 270 \text{ кгсхсм.} \quad (17)$$

Момент сопротивления сечения А-А (рисунок 19):

$$W_x = 0,1d^3 = 0,1 \cdot 1,6^3 = 0,4 \text{ см}^3. \quad (18)$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{\text{изг}} = M_{\max}/W_x = 270/0,4 = 675 \text{ кгс/см}^2 < [\sigma_{\text{изг}}], \quad (19)$$

где « $[\sigma_{\text{изг}}] = 800$ кгс/см – допускаемое напряжение для стали 45 при пульсирующей нагрузке» [24].

Проверка рычага механизма расширения борта на изгиб.

Расчетная схема представлена на рисунке 19.

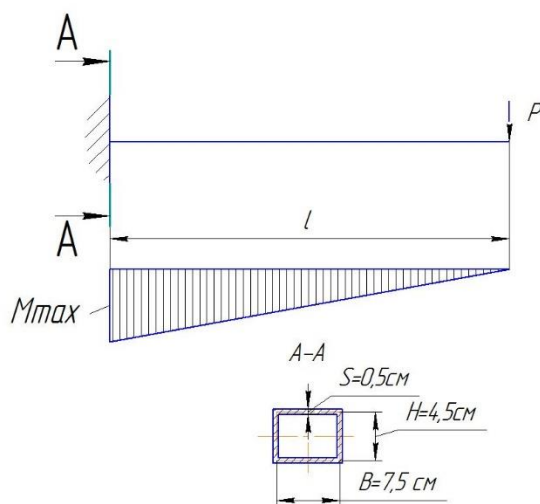


Рисунок 19 - Расчетная схема рычага

Исходные данные:

- $P = 60$ кгс – усилие на рычаге;
 - $L = 25$ см – расчетная длина рычага;
 - максимальный изгибающий момент: $M_{max} = P \cdot l = 60 \cdot 25 = 1500$ кгс·см.
- «Момент сопротивления сечения А-А (рисунок 20)» [24]:

$$W_x = S H^2 / 3 \cdot (3 \cdot B / H + 1) = 0,5 \cdot 4,5^2 / 3 (3 \cdot 7,5 / 4,5 + 1) = 20 \text{ см}^3 \quad (20)$$

Напряжения изгиба:

$$\sigma_{изг} = M_{max} / W_x = 1500 / 20 = 75 \text{ кгс/см}^2 < [\sigma_{изг}] \quad (21)$$

где $[\sigma_{изг}] = 600$ кгс/см² - допускаемое напряжение изгиба для стали Ст3 при пульсирующей нагрузке» [24].

Проверка лестницы для подъема шины на изгиб (рисунок 20).

Исходные данные:

- $P = 50$ кгс – усилие на лестнице от веса шины;
- $L = 80$ см – расчетная длина лестницы;
- $d = 2$ см – диаметр прутьев лестницы.

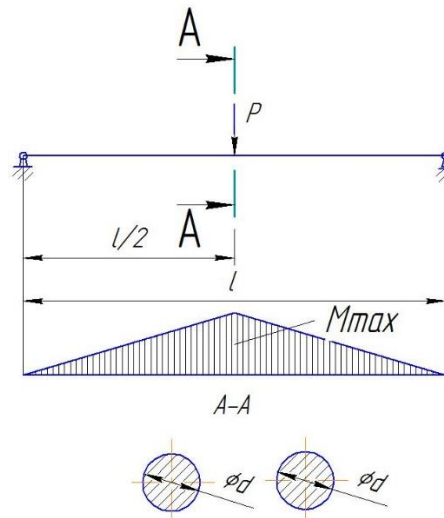


Рисунок 20 - Расчетная схема

«Максимальный изгибающий момент» [24]:

$$M_{max} = Pl/4 = 50 \cdot 80 / 4 = 1000 \text{ кгс} \cdot \text{см} \quad (22)$$

Момент сопротивления сечения А-А:

$$W_x = 2 \cdot 0,1 d^3 = 2 \cdot 0,1 \cdot 2^3 = 1,6 \text{ см}^3 \quad (23)$$

Напряжения изгиба:

$$\sigma_{изг} = M_{max} / W_x = 1000 / 1,6 = 625 \text{ кгс/см}^2 < [\sigma_{изг}], \quad (24)$$

где « $[\sigma_{изг}] = 700$ кгс/см – допустимое напряжение изгиба для стали 20 при пульсирующей нагрузке» [24].

Выводы: в разделе представлены: техническое задание и предложение. В конструкции борторасширителя мы предлагаем композиционное решение осуществить на основе симметрии. Симметричность в промышленном дизайне также часто выбирают для придания конструкции статичности. В нашем случае, вид спереди обладает признаками статичности, тогда как вид сбоку асимметричен, и, следовательно обладает свойствами динамичности, с точки зрения промышленного дизайна. Эргономичность конструкции направлена на обеспечение удобства в использовании оборудования с наименьшими трудозатратами. В разделе также приведены конструкторские расчеты, представлены расчетные схемы крючка, пальца, рычага. Расчеты позволили определить допустимое напряжение изгиба при нагрузках, которое испытывает конструкция борторасширителя при эксплуатации.

4 Технологический раздел

«Шины колес автомобилей при движении в различных дорожных и климатических условиях испытывают большие переменные нагрузки и колебания температуры, поэтому за ними надо тщательно следить. Особенно важно контролировать давление воздуха, так как недостаточное давление воздуха в шинах колес приводит к повышенному износу рельефного рисунка по краям протектора шины. Движение автомобиля со спущенными шинами даже на небольших расстояниях может разрушить каркас, при котором ремонт шины станет невозможен. Повышенное давление воздуха в шинах ведет к усиленному их изнашиванию, особенно средней части рельефного рисунка протектора шины. Быстрый износ покрышек (камер) происходит также и от ряда других причин, а именно: высокой скорости движения, резкого торможения, частого буксования колес, езды на неисправном автомобиле, неправильного монтажа и демонтажа шин, нарушения балансировки колес, неправильных углов установки колес и т.п.» [11].

«Чтобы обеспечить длительную сохранность шин, необходимо соблюдать следующие рекомендации:

- начинать движение автомобиля плавно без пробуксовывания колес, резко не тормозить, не допускать при торможении движения колес юзом, правильно подбирать скорость движения в зависимости от состояния дороги, по возможности объезжать отдельные препятствия (выбоины, камни, пни), снижать скорость движения в условиях бездорожья и на разбитых участках дорог, не подъезжать вплотную шинами к краям тротуара;
- при высокой температуре окружающего воздуха внимательно следить за шинами, не допускать перегрева их и снижения давления воздуха в нагретых шинах,

- во время остановки в пути обязательно осматривать шины, выявлять возможные повреждения, удалять посторонние острые предметы, врезавшиеся в протектор» [11].

«Вынужденный монтаж и демонтаж шин в пути желательно выполнять на чистом дощатом или брезентовом подстиле с соблюдением правил монтажа и демонтажа. Особое внимание при этом следует обращать на чистоту монтируемых покрышек и камер и накачку шин воздухом до установленной нормы давления. Для обеспечения равномерного износа шин в процессе эксплуатации рекомендуется примерно через каждые 5000—10000 км пробега переставлять колеса в следующем порядке: вначале снять правое заднее колесо и вместо него установить запасное, правое заднее колесо установить вместо переднего левого, а последнее — вместо заднего, левое заднее переставить на место переднего правого, а последнее сделать запасным колесом» [22].

Все неисправности и повреждения, возникающие в процессе эксплуатации можно условно разделить на две группы:

- неисправности, возникающие вследствие воздействия внешних факторов;
- неисправности, возникающие вследствие неправильно выполненных регулировок и некачественно проведенного ремонта.

«В первую группу неисправностей включаются следующие повреждения:

- разрыв протектора или борта шины вследствие наезда на бордюрные камни или колющие предметы;
- повреждение протектора и брекера инородным предметом;
- разрыв корда и выступание его во внутрь покрышки;
- отслаивание протектора;
- прокол шины инородным предметом;
- усталостное разрушение шины» [22].

«Во вторую группу неисправностей включаются следующие повреждения:

- отслаивание восстановленного протектора;
- неравномерный износ протектора вследствие неправильно установленных углов управляемых колес;
- износ борта и протектора вследствие неправильно выбранного давления в шине» [22].

Рассмотрим технологический процесс ремонта шины автомобиля на борторасширителе.

«Ремонт покрышек. Обнаруженную покрышку с проколом отверстия от пяти до десяти миллиметров или порезом, разрывом можно отремонтировать также «холодным» способом, используя резиновые «грибки» 3 и резиновый клей 4. Для введения «грибка» в покрышку используют стержни 1, на концах которых имеются острые металлические наконечники.

Покрышку с проколом заделывают с помощью «грибка» в такой последовательности. Металлическим рашпилем 2 поверхность каркаса около прокола делают шероховатой, очищают и промазывают клеем. Затем подготавливают один из «грибков» 3, дважды промазывают клеем ножку «грибка» и нижнюю поверхность шляпки, прилегающую к покрышке. Клей просушивают. В подготовленное место прокола покрышки вводят стержень острием наконечника со стороны протектора. После того как стержень пройдет через покрышку, наконечник вынимают из канала и вместо него с внутренней стороны покрышки вставляют ножку «грибка» в канал стержня. Затем стержень вынимают из покрышки» [22].

Выводы: в разделе представлен технологический процесс ремонта шины автомобиля на сконструированном борторасширителе.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Объектом исследования в области безопасности и экологичности объекта является – процесс монтажа и демонтажа колеса грузового автомобиля для последующего ремонта с использованием разработанного оборудования.

Проведем идентификацию профессиональных рисков. Анализ профессиональных рисков является начальным этапом планирования мероприятий по охране труда. В таблице 6 представлен анализ профессиональных рисков, выполненный на основе: ГОСТ 12.0.003-2015 [15] и Приказа Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 776н [4], [18].

Таблица 6 – Реестр рисков

Номер по приказу №776н	Опасность	ID	Опасное событие
Слесарь по ремонту автомобилей			
2	«Неприменение СИЗ или применение поврежденных, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам» [18].	2.1	«Травма, заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных факторов» [18].
3	«Скользкие, обледенелые, за жиренные, мокрые опорные поверхности» [18].	3.1	«Падение при поскользывании» [18].
3	«Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м» [18].	3.2	«Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности» [18].
		3.5	«Падение с транспортного средства» [18].
7	«Транспортное средство, в том числе погрузчик» [18].	7.1	«Наезд транспорта на человека» [18].
8	«Подвижные части машин и механизмов» [18].	8.1	«Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, подвижными частями оборудования» [18].

Продолжение таблицы 6

Номер по приказу №776н	Опасность	ID	Опасное событие
	«Воздействие на кожные покровы смазочных масел» [18].	9.2	«Заболевания кожи (дерматиты)» [18].
20	«Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума» [18].	20.1	«Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума» [18].
21	«Воздействие локальной вибрации при использовании ручных механизмов и инструментов» [18].	21.1	«Воздействие локальной вибрации на руки работника при использовании ручных механизмов» [18].
22	«Груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту» [18].	22.1	«Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме» [18].
23	«Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклонах корпуса тела работника более чем на 30°» [18].	23.1	«Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках» [18].
27	«Электрический ток» [18].	27.1	«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [18].
		27.2	«Отсутствие заземления или неисправность электрооборудования» [18].
		27.3	«Нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение СИЗ» [18].

В таблице 6 проведена идентификация опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операциях на рабочем месте: слесаря по ремонту автомобилей. По результатам проведенной идентификации, заполним Анкету (таблица 7) в соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков».

Таблица 7 – Анкета

Рабочее место	Опасность (№)	Опасное событие (ID)	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Слесарь по ремонту автомобилей	2	2.1	возможно	3	значительная	3	9	средний
	3	3.1	маловероятно	2	незначительная	2	4	низкий
	3	3.2	возможно	3	значительная	3	9	средний
	3	3.5	возможно	3	незначительная	2	6	низкий
	7	7.1	маловероятно	2	значительная	3	6	низкий
	8	8.1	возможно	3	значительная	3	9	средний
	9	9.1	маловероятно	2	значительная	3	6	низкий
	9	9.2	весьма маловероятно	1	незначительная	2	2	низкий
	20	20.1	возможно	3	незначительная	2	6	низкий
	21	21.1	возможно	3	незначительная	2	6	низкий
	22	22.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	23	23.1	возможно	3	значительная	3	9	средний
	27	27.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	27	27.2	маловероятно	2	катастрофическая	5	10	средний
27	27.3	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий	

Количественная оценка рисков рассчитаем по формуле 25 [18].

$$R=A \cdot U, \quad (25)$$

где: R – риск,

A – степень вероятности,

U – тяжесть последствий.

Значимость оценки риска оценим по следующей шкале:

- 1 - 8 (низкий);
- 9 - 17 (средний);
- 18 - 25 (высокий).

Анализируя результаты заполнения анкеты, можно сделать вывод, что для слесаря по ремонту автомобилей, значительный риск представляет воздействие электрического тока вследствие контакта с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, из-за неисправного оборудования, неприменения СИЗ, а также удар работника или падение на работника тяжелого инструмента, груза при перемещении или подъеме.

Предложим мероприятия по улучшению условий и охраны труда, на основании Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 771н (таблица 8) [17].

Таблица 8 – Мероприятия по улучшению условий и охраны труда

Рабочее место	Опасное событие	Мероприятие
Слесарь по ремонту автомобилей	Нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение СИЗ [18].	«Внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [17].
	Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме [18].	«Внедрение систем (устройств) автоматического и дистанционного управления и регулирования производственным оборудованием, технологическими процессами, подъемными и транспортными устройствами» [17].

Характеристика производственного корпуса по пожароопасности представлена в таблице 9.

Таблица 9 - Характеристика производственного корпуса

Характеристика	Показатель
Категория по взрыво и пожаробезопасности	Пожароопасное
Степень огнестойкости зданий и сооружений	Из несгораемых
Класс помещения в зависимости от окружающей среды	Сухое
Класс помещения по степени опасности поражения электрическим током	С повышенной опасностью

Индивидуальные средства защиты для слесарей по обслуживанию и ремонту ТС не предусмотрено действующими нормативными документами. На шиномонтажном участке используются огнетушители: ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100 [25].

Рассмотрим экологическую безопасность.

Основные факторы загрязнения от эксплуатации шиномонтажного участка: масло, смазка, бензин, керосин.

«В качестве отходов образуются: лом, мусор промышленный, фильтры, загрязненные нефтепродуктами, фильтр картонный, отработанные накладки, шины с металлокордом, шины. ГОСТ Р 53692-2009 определяет основные этапы процедуры по сбору, обезвреживанию, транспортировке, размещению, утилизации опасных промышленных отходов» [21].

Выводы: по результатам проведенной идентификации сделан вывод, что для слесаря по ремонту автомобилей, значительный риск представляет воздействие электрического тока вследствие контакта с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, из-за неисправного оборудования, неприменения СИЗ, а также удар работника или падение на работника тяжелого инструмента, груза при перемещении или подъеме. На основании выявленных фактов, в разделе предложены мероприятия по улучшению условий и охраны труда.

6 Экономическая эффективность проекта

В таблице 10 исходные данные для расчета экономической эффективности.

Таблица 10 – Исходные данные

Наименование материалов	Норма расхода,	Цена за ед, руб.	Сумма, руб
Вода техническая	1000 м ³ /год	11,34	11340
Обтирочные материалы	45 кг./год	49,7	2236,5
Мастика	40 кг./год	86,75	3470
Метизы	120 кг./год	200, 5	24060
Провод в ассортименте	180 м./год	12,5	2250
Глицерин	45 л./год	67,5	3037,5
Автосредство Унисма-1	50 л./год	108,0	5400
Жидкие прокладки	60 кг./год	254,0	15240
Герметизатор	50 кг./год	200	10000
Спирт изопропиловый	45 л./год	350	15750
Лента изоляционная	45 кг./год	380	17100
Халат работника «К-80»(6 чел.)	2 шт./чел.	2100	25200
Костюм «К-80» (6 чел.)	2 пар./чел.	7700	92400
Рукавицы(6 чел.)	2 пар./чел.	165	1980
Обувь с мет. носами(6 чел.)	2 пар./чел.	3600	43200
Прочие материалы	-	-	80000
Итого		352664	

«Расчет затрат на электроэнергию производится исходя из мощности энергопотребителей по формуле» [26]:

$$C_{\text{э}} = \frac{M_{\text{у}} \cdot T_{\text{маш}} \cdot K_{\text{од}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{п}} \cdot C_{\text{э}}}{\eta}, \quad (26)$$

где « $M_{\text{у}}$ – электрическая мощность оборудования, кВт

$T_{\text{маш}}$ – годовой эффективный фонд работы оборудования, для односменного режима работы принимаем $T_{\text{маш}} = 2030$ час.

K_{OD} – коэффициент одновременной работы оборудования, принимаем

$$K_{OD} = 0,8$$

K_M – коэффициент загрузки оборудования по мощности, принимаем

$$K_M = 0,75$$

K_B – коэффициент загрузки электродвигателей по времени, принимаем $K_B = 0,5$

K_{Π} – коэффициент потерь электроэнергии в сети, принимаем

$$K_{\Pi} = 1,04$$

$C_{\text{Э}}$ – цена на электроэнергию, принимаем $C_{\text{Э}} = 2,42 \text{ руб./кВт}\cdot\text{час}$

η – средний КПД электродвигателей оборудования, принимаем

$$\eta = 0,8 \text{ [26]:}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 11.

Таблица 11 – Затраты на электроэнергию

Оборудование	Кол-во	Мощность M_y , кВт	Фонд работы $T_{\text{МАШ}}$, час.	Затраты, $C_{\text{Э}}$, руб.
Подъемник двухстоечный	4	2,5	2030	13804
Подъемник четырехстоечный	1	3,6	2030	4969,44
Компрессор для подкачки шин	1	1,5	2030	2070,6
Стенд развал-схождения	1	1,25	2030	1725,5
Электроинструмент	1	1,5	2030	2070,6
Итого				24640,1

«Расчет амортизации площади участка технического обслуживания производится по формуле» [26]:

$$A_{\text{ПЛ}} = F_{\text{пл}} \cdot C_{\text{ПЛ}} \cdot H_{\text{аПЛ}} \quad (27)$$

$$A_{\text{ПЛ}} = 240 \cdot 4000 \cdot 2,5 / 100 = 24000 \text{ руб.}$$

«Расчет амортизации оборудования ведется по формуле» [26]:

$$A_{\text{ОБ}} = C_{\text{ОБ}} \cdot H_{\text{аОБ}}, \quad (28)$$

где « $H_{\text{аОБ}}$ - годовая норма амортизационных отчислений, %» [26].

Результаты расчётов сведены в таблицу 12.

Таблица 12 – Расчёт затрат на амортизацию

Наименование	Кол-во, шт.	Цена, руб. за ед.	Норма амортизационных отчислений, %	Амортизационные отчисления, руб.
Помещение участка ТО	240	4000	2,5	24000
Подъемник двухстоечный	4	136000	14,3	77792
Подъемник четырехстоечный	1	255560	14,3	36545,08
Компрессор для подкачки шин	1	22500	11	2475
Стенд развал-схождения	1	600000	14,3	85800
Электроинструмент	1	39800	14,3	5691,4
Производственная мебель	1	80000	11	8800
Итого		-	-	241103,5

«В зоне ТО для выполнения работ задействованы только основные производственные рабочие, поэтому расчет зарплаты будем производить только по этой группе персонала предприятия» [26].

Основная заработная плата работников определяется по формуле:

$$З_{\text{ПЛ}} = C_{\text{ч}} \cdot T_{\text{шт}} \cdot K_{\text{пр}}, \quad (29)$$

где « $C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка рабочего, руб./час.

$T_{шт}$ – годовой фонд рабочего времени, для слесарей по ТО и Р автомобилей принимаем $T_{МАШ} = 1840$ час.

$K_{пр}$ – коэффициент премирования работников, принимаем $K_{пр} = 1,15$ » [26].

Расчёт заработной платы сведён в таблицу 13.

Таблица 13 - Расчет затрат на оплату труда

Кол иче ств о	Основные производственные рабочие	Разря д	Часовая тарифна я ставка	Тарифна я зарплата	Дополнит . зарплата	Затрат ы на оплату труда
6	Слесарь по ТО и Р автомобилей	5	150	1656000	248400	190440 0

«Отчисления на социальные нужды определяются по формуле 11» [26]:

$$E_{CH} = Z_{ПЛОСН} \cdot K_C / 100 , \quad (30)$$

где « $K_C = 30$ % - процентная ставка установленная законодательно» [26].

$$E_{CH} = 1904400 \cdot 30 / 100 = 571320 \text{ руб.}$$

«Общие накладные расходы определяются по формуле 12» [24]:

$$H_H = Z_{ПЛОСН} \cdot K_H \quad (31)$$

где « $K_H = 0,4$ – коэффициент накладных расходов» [26].

$$H_H = 1904400 \cdot 0,4 = 761760 \text{ руб.}$$

«Стоимость одного нормо-часа в отделении составляет» [26]:

$$C_{нч} = \frac{Z_{общ}}{T_{отд}} \quad (32)$$

где « $Z_{общ}$ – общие годовые затраты по отделению;

$T_{отд}$ – годовой объем работ в отделении принимаем

$T_{отд} = 13680 \text{ чел.} - \text{час.} \text{.} \text{» [26]:}$

$$C_{нч} = \frac{3855887}{13680} = 281,86 \text{ руб.}$$

Выводы: в разделе произведен расчет экономической эффективности, который показал положительный результат от использования на шиномонтажном участке разработанной конструкции борторасширителя. Таким образом, цель достигнута, поставленные задачи выполнены.

Заключение

Для профессиональной деятельности, связанной с шиномонтажными работами, необходимо различное оборудование, в том числе, борторасширитель. Оборудование иностранного производства стоят в настоящее время дорого. Разработка конструкции борторасширителя позволит снизить экономические издержки автотранспортного предприятия, обеспечит удобство и эргономичность используемого оборудования.

В первом разделе произведен анализ необходимого оборудования для шинного отделения. Произведен расчет производственной площади шинного отделения.

Во втором разделе представлен анализ аналогичных устройств по тематике работы. Исходя из анализа оборудования, рассмотренного в данном разделе, построим циклограмму (представлена на листе 2). Согласно анализу и построенной циклограммы, видно, что SIVIK KC-116 занял наибольшую площадь, в связи с чем, выбираем данное оборудование в качестве аналога разрабатываемой конструкции.

В третьем разделе представлены: техническое задание и предложение. В конструкции борторасширителя мы предлагаем композиционное решение осуществить на основе симметрии. Симметричность в промышленном дизайне также часто выбирают для придания конструкции статичности. В нашем случае, вид спереди обладает признаками статичности, тогда как вид сбоку асимметричен, и, следовательно обладает свойствами динамичности, с точки зрения промышленного дизайна. Эргономичность конструкции направлена на обеспечение удобства в использовании оборудования с наименьшими трудозатратами. В разделе также приведены конструкторские расчеты, представлены расчетные схемы крючка, пальца, рычага. Расчеты позволили определить допускаемое напряжение изгиба при нагрузках, которое испытывает конструкция борторасширителя при эксплуатации.

В четвертом разделе представлен технологический процесс ремонта шины автомобиля на сконструированном борторасширителе.

В пятом разделе, по результатам проведенной идентификации сделан вывод, что для слесаря по ремонту автомобилей, значительный риск представляет воздействие электрического тока вследствие контакта с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, из-за неисправного оборудования, неприменения СИЗ, а также удар работника или падение на работника тяжелого инструмента, груза при перемещении или подъеме. На основании выявленных фактов, в разделе предложены мероприятия по улучшению условий и охраны труда.

В шестом разделе произведен расчет экономической эффективности, который показал положительный результат от использования на шиномонтажном участке разработанной конструкции борторасширителя.

Список используемой литературы

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3 томах под ред. И. Н. Жестковой. 8-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1999. 875 с.
2. Бондаренко Е.В., Фаскиев Р. Р. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учебник. М. : Академия, 2012. - 304 с.
3. Васильев Б. С. Автомобильный справочник (под общ. ред. В. М. Приходько): справочник. Москва : Машиностроение, 2004. 704 с.
4. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : учебно-методическое пособие. Тольятти : ТГУ, 2021. - 22 с.
5. Григорченко П. С., Гуревич Ю. Д., Кац А. М. Оборудование для ремонта автомобилей: справочник 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1978. 384 с.
6. Епишкин В. Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей : учебно-методическое пособие / В. Е. Епишкин, А. П. Караченцев, В. Г. Остапец. Тольятти : ТГУ, 2012. 195 с. [Электронный ресурс]: Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140022> (дата обращения: 07.06.2023).
7. Епишкин В.Е., Турбин И.В. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»). Тольятти : ТГУ, 2016. 130 с.
8. Живоглядов Н. И. Основы расчета, проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учеб. Пособие в 2 ч. Ч. 1. Тольятти : ТГУ, 2002. 145 с.

9. Инструкция по эксплуатации оборудования шиномонтажного участка ТехноПРО : Издательство: ТехноПРО, 2016.176 с.
10. Коваленко Н. А. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей : учебное пособие / Н.А. Коваленко. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 229 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1084884> (дата обращения 17.06.2023).
11. Колеса и шины: краткий справочник вып. 3 под ред. А. М. Ладыгина. Москва, 2004. 160 с.
12. Куликов А. В., Христов П. Н., Климов В. Е., Прудских Д. А., Боюр В. С., Самохин С. Н. Автомобили LADA. Технология ремонта узлов и агрегатов: учебное пособие. Тольятти, 2009.176 с.
13. Малкин В. С. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : учебно-методическое пособие / В. С. Малкин. Тольятти : ТГУ, 2019. 61 с. ISBN 978-5-8259-1379-7. [Электронный ресурс]: Лань : электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/139974> (дата обращения: 07.06.2023).
14. Масуев М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учебное пособие. М. : Издательский центр «Академия», Москва, 2007. 224 с.
15. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.003-2015 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 10.06.2023 года).
16. Моечная машина для колес типа WULKAN 500 [Электронный ресурс] : Руководство для потребителя. URL: <https://smonta.ru/WULKAN%20500%20RU.pdf> (дата обращения 28.05.2023 года).
17. Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо

недопущению повышения их уровней [Электронный ресурс] : Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2021 г. № 771н URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402380/ (дата обращения 10.06.2023 года).

18. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 776н URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200144624?ysclid=likjovluu8691750447> (дата обращения 06.06.2023 года).

19. Орлов П. И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие в 2-х кн. (под ред. П. И. Усачева) 3-е изд., исправл. М.: Машиностроение, 1988. 89 с.

20. Петин Ю. П. Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта : учебно-методическое пособие / Ю. П. Петин, Г. В. Мураткин, Е. Е. Андреева. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 103 с. [Электронный ресурс]: Лань : электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/140114> (дата обращения: 07.05.2023).

21. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 53692-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 15.12.2009 № 1092-ст). URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=508544#V9OtV4TKGrwqtB4O1> (дата обращения 10.06.2023 года).

22. Рыжков Н. А. Шины и колеса автомобилей: учеб. Пособие. Тольятти : ТолПИ, 1993. 68 с.

23. Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению [Электронный ресурс] : ГОСТ 15.016-2016. Межгосударственный стандарт. (введен в действие Приказом Росстандарта от 14.03.2017 № 135-ст). URL:

https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/ (дата обращения 16.06.2023 года).

24. Схиртладзе А. Г. Сопротивление материалов: учебник: В 2 ч. Ч. 1 / А.Г. Схиртладзе, А.В. Чеканин, В.В. Волков. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2019. - 272 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1945299> (дата обращения 17.06.2023).

25. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 30.04.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения 10.06.2023 года).

26. Чумаков Л.Л. Методические указания к выполнению экономического раздела ВКР для студентов по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»: методические указания. Тольятти: ТГУ, 2016. 35 с.

27. Шиномонтажный станок для грузовых автомобилей TS-56 [Электронный ресурс] : Инструкция по эксплуатации URL: <https://www.autobis.org/download/ts-56.pdf> (дата обращения 28.05.2023 года).

28. Электрооборудование и электроника автомобилей. Краткий толковый русско-английский терминологический словарь-справочник / С.М. Зуев, Д.О. Варламов, А.А. Лавриков [и др.] ; под общ. ред. канд. физ.-мат. наук С.М. Зуева. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 200 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1862070> (дата обращения: 17.06.2023).

29. Francesco Moresino. The value of the side expander for tire fitting of trucks // Scientific Journal of «Science and Innovation». 2019. № 9(08). P. 85-91.

30. Hiroshi Fujita, Yoshiharu Tojo, Takashi Mine, Asashi Tanaka. Analysis of tire fitting equipment // Automotive Industry Magazine. 2020. № 2(01). P. 98-108.

31. Peter Newman, Jeffrey Kenworthy, Garry Glazebrook. Repair of trucks. // Automotive Industry Magazine. 2022. № 12(01). P. 75-88.

32. Sanner H. Mahmood, Oulla G. Hassan, Ayad M. Kwad, Safa F. Abass. Equipment for the service of a motor transport company. // IOP Conference Series Earth and Environmental Science 689 (2021) 063498.

33. Yali Yang, Hao Chen, Ruoping Zhang. Truck tire repair technology // Scientific Journal of «Science and Innovation. 2020. № 11(01). P. 73-80.