

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса**

Направление 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов

Направленность (профиль) Автомобили и автомобильное хозяйство
Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проектирование мероприятий по техническому обслуживанию
грузовых автомобилей с разработкой пневматического подъемника

Шифр ВКР 230303.370.18.00.00.00.ПЗ

Студент группы 3361 Галиуллин Р.А.
подпись Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель Салахов И.М.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № от 20 г.)

Зав. кафедрой д.т.н., профессор Адигамов Н.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность (профиль) Автомобили и автомобильное хозяйство
Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____ / Адигамов Н.Р. /
«____» 20 ____ г.

**ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу**

Студенту Галиуллину Рафику Асхатовичу
Тема ВКР Проектирование мероприятий по техническому обслуживанию грузовых автомобилей с разработкой пневматического подъемника

утверждена приказом по вузу от «____» 20 __ г. №_____

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР 15 июня 2018 года

2. Исходные данные

Техническая литература

Научные статьи и патенты на изобретения

Данные преддипломной практики

3. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ состояния вопроса ТО и ремонта автомобилей

2. Технологические расчеты по ТО и ремонту автомобилей

3. Разработка и конструктивные расчеты пневматического подъемника для вывешивания колес автомобиля

4. Экономическое обоснование разработанной конструкции

5. Охрана труда и окружающей среды при ТО, ремонте и автомобиляй

4. Перечень графических материалов

- Лист 1. Технологическая планировка шиномонтажного участка пункта технического обслуживания грузовых автомобилей и автобусов
- Лист 2. Обзор существующих конструкций
- Листы 3-4. Сборочные и рабочие чертежи подъемника
- Лист 5. Технологическая карта
- Лист 6. Технико-экономические показатели конструкции

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Нормо-контроль	Салахов И.М.
Технико-экономическое обоснование	Сафиуллин И.Н.
Охрана труда и окружающей среды	Гаязиев И.Н.

6. Дата выдачи задания 18 апреля 2018 года

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Раздел 1	До 16.05.2018	
2	Раздел 2	До 23.05.2018	
3	Раздел 3	До 06.06.2018	
4	Оформление ВКР	До 15.06.2018	

Студент _____ (_____)

Руководитель ВКР _____ (_____)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Галиуллина Р.А. на тему «Проектирование мероприятий по техническому обслуживанию грузовых автомобилей с разработкой пневматического подъемника».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записи на 72 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, 4 разделов, заключения и включает 15 рисунков, 12 таблиц. Список используемой литературы содержит 17 наименований.

В первом разделе пояснительной записи рассматривается анализ состояния вопроса технического обслуживания и ремонта автомобилей, приводится описание технологического процесса обслуживания и ремонта шин колес автомобилей, а также рассмотрен процесс и применяемые автомобильные подъемники для вывешивания колес.

Второй раздел пояснительной записи содержит технологические расчеты по проектированию шиномонтажного участка, произведен подбор необходимого технологического оборудования, а также рассматриваются вопросы охраны труда и охраны окружающей среды.

В третьем разделе приведены конструктивные расчеты пневматического подъемника для вывешивания колес грузовых автомобилей и автобусов, требования по эксплуатации подъемника, а также технико-экономическое обоснование разработанной конструкции.

Записка завершается заключением.

ABSTRACT

for the final qualifying work of R. A. Galiullina
on the theme "Design of measures for maintenance of trucks with the development
of a pneumatic lift"

The final qualifying work consists of an explanatory note on 72 sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, 4 sections, conclusion and includes 15 figures, 12 tables. The list of used literature contains 17 titles.

The first section of the explanatory note examines the analysis of the state of the issue of maintenance and repair of cars, provides a description of the technological process of maintenance and repair of tires of wheels of cars, as well as the process and used car lifts for hanging wheels.

The second section of the explanatory note contains the technological calculations for the design of the tire site, the selection of the necessary technological equipment, as well as the issues of labor protection and environmental protection.

The third section presents the design calculations of the air lift for hanging the wheels of trucks and buses, the requirements for the operation of the lift, as well as a feasibility study of the developed design.

The note concludes with a conclusion.

Содержание	стр.
Введение	8
1 Анализ состояния вопроса технического обслуживания и ремонта автомобилей	10
1.1 Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей	10
1.2 Технология технического обслуживания автомобилей	13
1.3 Технология шиномонтажных работ	15
1.4 Обзор подъемников для вывешивания колес автомобиля	16
1.5 Задачи и цели выпускной квалификационной работы	19
2 Технологическая часть	20
2.1 Выбор исходных данных для технологического расчета	20
2.2 Расчет производственной программы по ТО и ремонту автомобилей	20
2.2.1 Установление нормативов ТО и ремонта автомобилей	20
2.2.2 Определение расчетных пробегов до ТО и КР	21
2.2.3 Корректирование нормативов трудоемкости ТО и ремонтов автомобилей	23
2.3 Расчет годовой и суточной производственных программ по ТО и ремонту автомобилей	25
2.3.1 Количество ТО и ремонтов на один автомобиль за цикл	25
2.3.2 Определение годовой производственной программы по ТО	27
2.4 Расчет годовых объемов работ по ТО, Д, ТР автомобилей и самообслуживанию АТП	28
2.5 Определение годового объема вспомогательных работ	29
2.6 Распределение объема работ по производственным участкам и зонам предприятия	29
2.7 Годовой объем работ по самообслуживанию предприятия	30
2.8 Расчет численности производственных рабочих	30
2.9 Технологический расчет производственных зон, участков и складов	31
2.9.1 Выбор режима работы производственных зон	31
2.9.2 Выбор метода организации ТО и ТР автомобилей	31
2.9.3 Расчет числа постов ТО	32
2.9.4 Расчет поточной линии ЕО непрерывного действия	35
2.9.5 Расчет числа постов ТР	35
2.9.6 Расчет постов ожидания	36
2.9.7 Подбор технологического оборудования для шиномонтажного участка	36

2.10 Расчет площадей помещений	38
2.11 Расчет площадей производственных цехов и участков	39
2.12 Безопасность проектируемых мероприятий по ТО и ремонту автомобилей	40
2.13 Мероприятия по профилактике профессиональных заболеваний работников шиномонтажного участка	42
2.14 Мероприятия по охране окружающей среды при ТО и ремонте автомобилей	44
3 Конструкторская часть	45
3.1 Назначение и описание разрабатываемого подъемника	45
3.2 Конструктивные расчеты элементов подъемника	48
3.2.1 Расчет пневмобаллона	48
3.2.2 Проверочный расчет лонжерона верхней рамы подъемника	51
3.2.3 Проверка лонжеронов подъемного механизма	52
3.2.4 Расчет оси шарнира	53
3.2.5 Определение диаметра фундаментных болтов	54
3.3 Технология изготовления пневмобаллона	55
3.4 Требования по сборки и испытанию пневматического подъемника	57
3.5 Требования по эксплуатации пневматического подъемника	59
3.6 Экономическое обоснование пневматического подъемника	60
3.6.1 Расчет массы и стоимости конструкции пневматического подъемника	60
3.6.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение	61
Заключение	67
Список использованной литературы	68
Приложения	70
Спецификации	73

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт широко используется во всех областях деятельности человека для перевозки грузов и пассажиров. В настоящее время в мире продолжается увеличение парка автомобилей и в нашей стране также развивается автомобильный транспорт. По данным различных источников каждый год количество автомобилей увеличивается на 10-12 млн. единиц, а общая численность достигла более 400 млн. единиц.

При этом поддержание автомобильного парка в технически исправном состоянии является важнейшей задачей любого автотранспортного предприятия. Решение этой задачи во многом зависит от состояния производственно-технической базы предприятия. В состав производственно-технической базы входят здания, сооружения, технологическое оборудование, приспособления и инструменты, которые предназначены для проведения операции технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Кроме этого, на техническое состояние автомобильного парка оказывает влияние организация и управление производственной деятельностью, эффективность использования зданий и сооружений, наличие оборудования, квалификация персонала и применяемые технологии обслуживания, диагностирования и ремонта автомобилей.

Применение современных технологических процессов технического обслуживания и ремонта, новейшего оборудования, рациональная организация производственной деятельности способствует увеличению степени механизации и производительности выполнения работ, повышению качества обслуживания и ремонта, сокращению материальных затрат.

В данной выпускной квалификационной работе решаются следующие задачи:

1. Анализ состояния вопроса технического обслуживания и ремонта автомобилей.
2. Технологический расчет автотранспортного предприятия.
3. Обоснование площади шиномонтажного участка.
4. Подбор технологического оборудования для шиномонтажного участка.
5. Разработка подъемника автомобиля.
6. Экономическое обоснование разработанной конструкции.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

1.1 Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей

Для поддержания высокого уровня работоспособности и безопасности эксплуатации необходимо, чтобы большинство отказов и неисправностей была предупреждена. Техническое обслуживание и ремонт позволяет поддерживать и восстановить работоспособность автомобилей до наступления неисправности или отказа.

Система технического обслуживания и ремонта автомобилей носит планово-предупредительный характер. Сущность такой системы состоит в том, что техническое обслуживание проводится в плановом порядке, а ремонт - по потребности. Основы планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта автомобилей в России регламентированы действующим «Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта». Согласно этого Положения техническое обслуживание автомобиля представляет собой мероприятие профилактического характера, проводимое систематически, принудительно, через установленные периоды и включающее определенный комплекс работ [14].

Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта способствует:

- постоянному поддержанию автомобилей в технический исправном и работоспособном состоянии и тем самым повышению надежности и безопасности эксплуатации;
- снижению интенсивности износа деталей и узлов;
- предупреждению отказов и неисправностей и их своевременному выявлению и устранению неисправностей;
- снижению расхода топлива и эксплуатационных материалов;
- увеличению срока службы и пробега автомобилей до ремонта.

«Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» предусмотрены следующие виды технического обслуживания и ремонта:

- ежедневное техническое обслуживание (ЕО);
- первое техническое обслуживание (ТО-1);
- второе техническое обслуживание (ТО-2);
- сезонное техническое обслуживание (СО),
- капитальный ремонт (КР), производимый на специализированных авторемонтных предприятиях;
- текущий ремонт (ТР), который может выполняться на автотранспортных предприятиях или на станциях технического обслуживания.

Задачей ежесменного технического обслуживания является:

- общий контроль технического состояния автомобиля, направленный на обеспечение безопасности движения;
- поддержание надлежащего внешнего вида автомобиля;
- заправка автомобиля топливом, маслом и охлаждающей жидкостью и т.д.

Основными задачами первого и второго технических обслуживаний являются:

- контроль параметров технического состояния автомобиля в целом и его отдельных систем и механизмов;
- выявление и предупреждение неисправностей и отказов;
- обеспечение экономичности работы, безопасности движения, экологической безопасности.

Для выполнения этих задач проводятся контрольные, смазочно-заправочные, крепежные, регулировочные, диагностические и другие работы. Диагностирование автомобиля дает информацию о его техническом состоянии и является одним из элементов технического обслуживания и ремонта автомобиля. В зависимости от назначения, периодичности, перечня и места

выполнения диагностические работы подразделяются на два вида: общее (Д-1) и поэлементное углубленное (Д-2) диагностирование.

Задачей сезонного обслуживания подготовка автомобиля к эксплуатации при изменении времени год. Сезонное обслуживание проводится 2 раза в год.

Отдельно можно выделить технического обслуживания автомобиля в особых условиях эксплуатации.

Автомобили направляются на тот или иной вид технического обслуживания в зависимости от пройденного пробега, который ежедневно учитывают для каждого автомобиля.

Существуют различные формы организации технического обслуживания автомобилей. Основные из них бригадная и агрегатно-участковая формы [17].

Бригадная форма организации технического обслуживания предусматривает создание бригад для проведения ТО-1, ТО-2 и текущего ремонта. Эти бригады выполняют работы по всем агрегатам автомобиля в пределах данного вида ремонта или обслуживания.

При агрегатно-участковой форме технического обслуживания создаются отдельные производственные участки, предназначенные для выполнения всех работ по техническому обслуживанию и ремонту, но только тех агрегатов, которые закреплены за данными участком.

В зависимости от размеров автотранспортного предприятия может быть установлено различное количество производственных участков разного назначения. Так, на одном производственном участке могут выполняться работы только по двигателю, на другом участке – по приборам системы питания и т. д. В небольших автотранспортных предприятиях на одном участке могут выполняться работы по нескольким видам агрегатов, но все эти агрегаты должны быть закреплены за данным участком.

Для каждой операции технического обслуживания автомобилей разработаны технологические карты, в которых указываются наименование операции, способ их выполнения, применяемые инструменты и приспособления, а также используемые материалы.

1.2 Технология технического обслуживания автомобилей

Технология технического обслуживания автомобилей заключается в следующем [14].

Ежесменное техническое обслуживание включает в себя следующие виды работ:

- а) очистительно-моечные, заправочные, смазочные работы и контрольный осмотр автомобиля;
- б) контроль за работоспособностью автомобиля и основных его систем в пути и осмотр его на длительных остановках;
- в) проверку автомобиля перед выездом на линию.

Первое техническое обслуживание дополнительно к ежесменному техническому обслуживанию предусматривает замену масла в картере двигателя, проверку сборочных единиц без снятия их с автомобиля, проверку работоспособности электрооборудования, рулевого управления и тормозной системы.

Второе техническое обслуживание включает все операции ТО-1 и, кроме того, диагностирование технического состояния части сборочных единиц без снятия и со снятием их с автомобиля.

Операции сезонного технического обслуживания совмещаются с операциями ТО-1 или ТО-2 и дополнительно к предусмотренным операциям проводят промывку системы питания и охлаждения, замену масла во всех сборочных единицах, регулировку электрооборудования на соответствующие наступающему сезону, восстановление места, потерявшие окраску.

Ежесменное техническое обслуживание автомобиля выполняют один раз в сутки после его работы, периодичность ТО-1 и ТО-2 устанавливают по пробегу в зависимости от условий эксплуатации: для легковых автомобилей периодичность ТО-1 составляет 2,5 тыс. км, ТО-2 - 10,5 тыс. км, для грузовых – соответственно 1,75 и 7 и для специальных - 1,5 и 6 тыс. км. В зависимости от природно-климатических условий нормативы пробегов корректируют.

Техническое обслуживание автомобилей проводят в специально оборудованных помещениях. Разработаны типовые проекты таких помещений, в которых предусмотрены необходимое оборудование для выполнения операций технического обслуживания, площадки для открытого хранения автомобилей, моечные площадки, места для теплой стоянки автомобилей, смотровые ямы и вспомогательные помещения.

Оборудование для выполнения операций технического обслуживания должны обеспечивать высокую производительность труда при хорошем качестве обслуживания. К такому оборудованию относятся:

- контрольно-измерительные инструменты и приспособления;
- съемники и другое монтажно-демонтажное оборудование;
- монорельсы, кран-балки с талями;
- подъемники и домкраты;
- компрессоры;
- оборудование для смазочно-заправочных работ (солидолонагнетатели, маслораздаточные колонки и др.);
- моечные установки или машины;
- оборудование для обслуживания аккумуляторных батарей (нагрузочные вилки, ареометры и т.д.);
- приспособления для проверки сходимости передних колес, фрикционных муфт и тормозов, замера давления в шинах, проверки и очистки искровых свечей зажигания и другие.

Все работы по техническому обслуживанию автомобилей очень трудоемки, поэтому необходимо механизировать эти работы с применением различного оборудования. В первую очередь механизируются наиболее трудоемкие работы, в том числе и шиномонтажные работы.

1.3 Технология выполнения шиномонтажных работ

Последовательность выполнения основных операций монтажа и демонтажа шин колес представлен на рисунке 1.1.

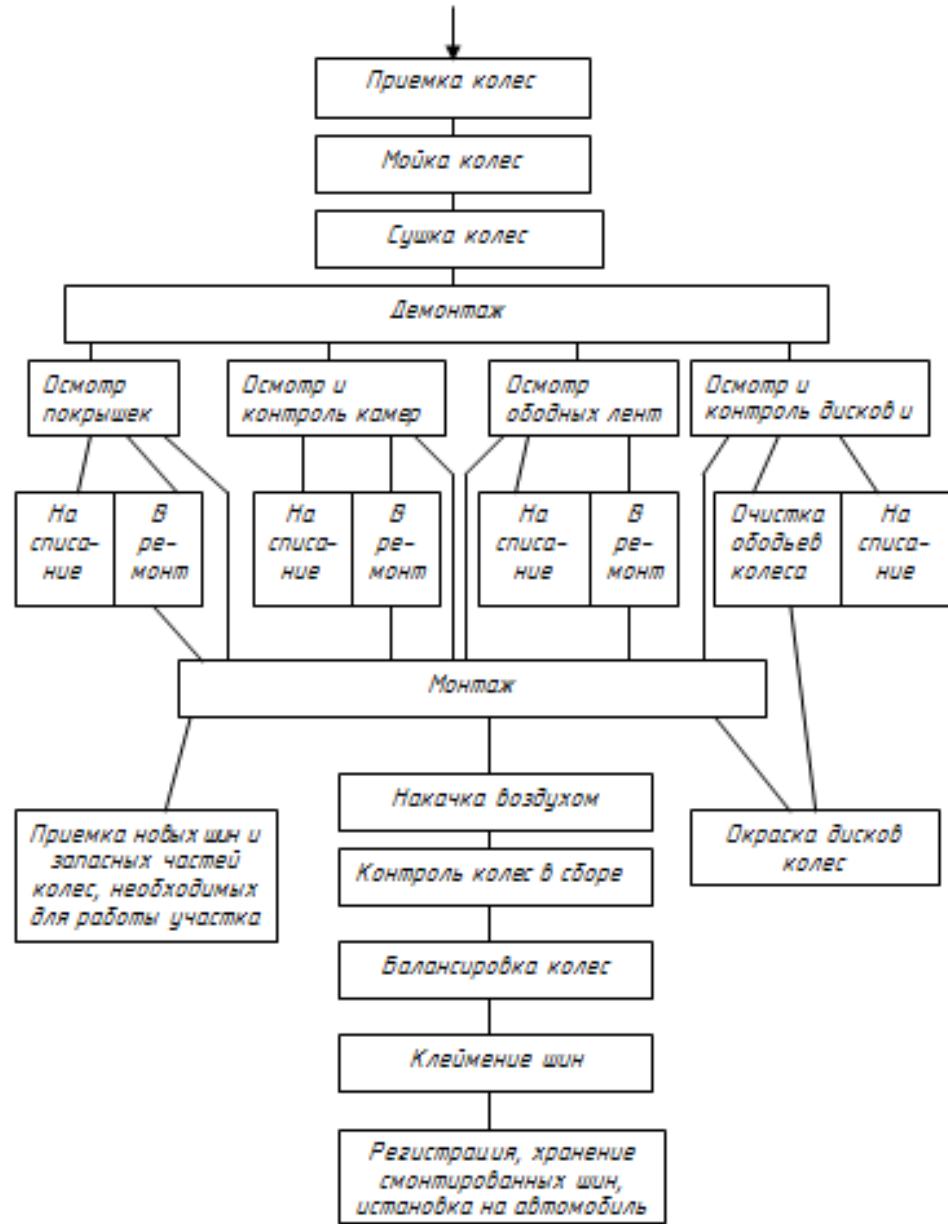


Рисунок 1.1 – Последовательность операций монтажа и демонтажа колес

На демонтаж колеса поступают после предварительной мойки и сушки. Перед демонтированием из камеры предварительно отсасывают воздух, это облегчает извлечение камеры из покрышки. Демонтаж шин производится на стенде. После демонтажа производится контрольный осмотр покрышки,

камеры, ободной ленты, обода, диска и колец для оценки их годности для дальнейшей эксплуатации.

Для определения места прокола в камере ее слегка накачивают и погружают в ванну с водой. Места проколов обводят химическом карандашом. Далее камера направляется в ремонт.

Производят осмотр покрышки как с наружной, так и с внутренней стороны на наличие застрявших предметов, которые удаляют плоскогубцами. При наличии повреждений покрышку направляют в ремонт, а изношенные и не пригодные покрышки направляются в утиль.

Ободья, съемные бортовые и замочные кольца не должны иметь трещин, ржавчины, разработанных отверстий под шпильки, заусенцев, вмятин, изгибов.

Для монтажа подбирают соответствующие по размеру покрышки и камеры. Монтаж производится на стенде. После монтажа в шину закачивают воздух до установленной нормы давления и производят балансировку колеса.

1.4 Обзор подъемников для вывешивания колес автомобиля

Для вывешивания колес автомобиля при их замене применяются домкраты и подъемники различной конструкции. Наиболее широко для вывешивания колес автомобиля применяется винтовые, реечные, гидравлические и пневматические домкраты (рисунок 1.2).



а – винтовой; б – реечный; в – гидравлический; г – пневматический

Рисунок 1.2 – Различные типы домкратов

На шиномонтажных станциях в настоящее время широко используют подкатные гидравлические или пневматические домкраты (рисунок 1.3).

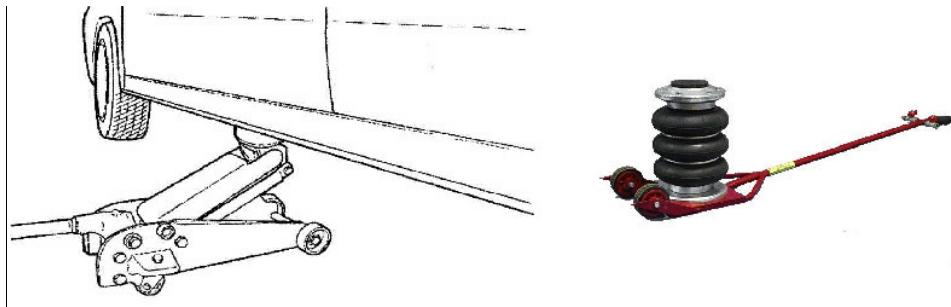


Рисунок 1.3 – Подкатные домкраты

Применение домкратов в условиях автотранспортных предприятий нецелесообразно, т.к. они позволяют одновременно поднимать 1-2 колеса. Применение подъемников для вывешивания колес предпочтительнее.

Рассмотрим несколько вариантов конструкции автомобильных подъемников, применяемых снятия и замены колеса.

Траверса гидравлическая с пневмогидравлическим приводом П2-01М.170 (рисунок 1.4) предназначена для поднятия кузова и вывешивания колес автомобиля над платформой. Роликовые катки позволяют легко устанавливать траверсу на подъемнике в любом положении. Траверса оборудована механическим стопором. Траверса может устанавливаться на платформенные подъемники и смотровые ямы.



Рисунок 1.4 - Траверса гидравлическая с пневмогидравлическим приводом П2-01М.170

Применяются также стоечные подъемники предназначенные для подъема автомобиля с вывешиванием колес (рисунок 1.5). Такие подъемники могут быть с разным количеством стоек в зависимости от типа поднимаемого автомобиля.



Рисунок 1.5 – Стоечный автомобильный подъемник

Подъемник ножничного типа (рисунок 1.6) применяется при шиномонтажных и кузовных работах. Подъемник такой конструкции обладает специальными шасси, благодаря которым подъемник легко перемещать по рабочему пространству.



Рисунок 1.6 – Подъемник ножничного типа

Анализируя различные варианты конструкции автомобильных подъемников можно сказать, что большинство их них имеют сложную конструкцию и привод. Например, в электромеханических подъемниках в качестве привода подъемного механизма используется передача типа «винт-гайка» и редуктор с электродвигателем, а для гидравлических подъемников необходимо гидроцилиндр и насосная станция.

Среди рассмотренных пневматический привод является более доступным, т.к. пневматический привод обладает рядом существенных преимуществ: простота конструкции, надежность в работе, безопасность эксплуатации (по сравнению с электрическим), возможность обеспечения более плавного подъема и опускания автомобиля (по сравнению с гидравлическим).

1.5 Задачи и цели выпускной квалификационной работы

Основной задачей выпускной квалификационной работы является систематизация и закрепление теоретических знаний в области эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин.

На основании вышеизложенного материала основными задачами выпускной квалификационной работы являются:

- 1) проектирование мероприятий организации и планирования технического обслуживания автомобилей, в частности работ по снятию и замене колес;
- 2) обоснование планировки шиномонтажного участка пункта технического обслуживания грузовых автомобилей и подбор технологического оборудования;
- 3) конструирование и расчет автомобильного подъемника;
- 4) разработка мероприятий охраны труда и окружающей среды при техническом обслуживании и ремонте автомобилей;
- 5) экономическое обоснование проектируемых мероприятий.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор исходных данных для технологического расчета

Исходные данные для технологического расчета пункта технического обслуживания и ремонта грузовых автомобилей представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные для технологического расчета

Показатели	Данные, принимаемые к расчету
1. Списочное количество автомобилей в АТП: Автобусы ЛиАЗ Автомобили КамАЗ	150 50
2. Режим работы автомобилей на линии: а) $D_{РГ}$ - дни работы автомобилей в году; б) T_H - время работы на линии; в) l_{CC} – среднесуточный пробег автомобиля, км. Автобусы ЛиАЗ Автомобили КамАЗ	365 12 256,6 223,3
3. Категория условий эксплуатации	III
4. Режим работы в году: а) число дней работы; - зоны ТО-1 - зоны ТО-2 - зоны ТР - цехов ремонта б) продолжительность смены, час	$D_{TO-1} = 305$ $D_{TO-2} = 305$ $D_{TR} = 305$ $D_{CP} = 305$ 12

2.2 Расчет производственной программы по ТО и ремонту автомобилей

2.2.1 Установление нормативов ТО и ремонта автомобилей

Выбираем значение коэффициентов корректирования и устанавливаем результирующие коэффициенты [9]:

K_1 – коэффициент, учитывающий категорию условия эксплуатации на пробег между ТО;

K_2 – коэффициент, учитывающий тип подвижного состава;

K_3 – коэффициент, учитывающий природно-климатические условия;

K_4 – коэффициент, учитывающий число технически совместимого подвижного состава;

K_5 – коэффициент, учитывающий условия хранения подвижного состава.

Выбранные и результирующие коэффициенты заносим в таблицу 2.2

Таблица 2.2 – Коэффициенты корректирование нормативов

Автобусы ЛиАЗ						
Корректирующий норматив	Значения коэффициентов					
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	Крез
Прости в ТО и ТР	-	1	-	-	-	1
Ресурсный пробег	0,8	1	0,7	-	-	0,56
Периодичность ТО	0,8	-	0,8	-	-	0,64
Трудоемкость ЕО	-	1	-	-	-	1
Трудоемкость ТО	-	1	-	1,1	-	1,1
Трудоемкость ТР	1,2	1	1,3	1,1	0,9	1,54
Автомобили КамАЗ						
Корректирующий норматив	Значения коэффициентов					
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	Крез
Прости в ТО и ТР	-	1	-	-	-	1
Ресурсный пробег	0,8	1	0,7	-	-	0,56
Периодичность ТО	0,8	-	0,8	-	-	0,64
Трудоемкость ЕО	-	1	-	-	-	1
Трудоемкость ТО	-	1	-	1,19	-	1,1
Трудоемкость ТР	1,2	1	1,3	1,19	0,9	1,67

2.2.2 Определение расчётных пробегов до ТО и КР

Расчетный пробег автомобилей до ТО определяется по следующей формуле [9]:

$$L_i = L_i^H \cdot K_1 \cdot K_3 = L_i^H \cdot K_{\text{рез}}, \quad (2.1)$$

где: L_i^H – нормативная периодичность данного вида ТО, км [7];

$K_{\text{рез.}}$ – результирующий коэффициент корректирования ТО (таблица 2.2).

Расчетный пробег автомобиля до первого капитального ремонта определяется по следующей формуле [9]:

$$L_{\text{кр}} = L_{\text{кр}}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = L_{\text{кр}}^H \cdot K_{\text{рез.кр.}}, \quad (2.2)$$

где: $L_{\text{кр}}^H$ – нормативный пробег базовой модели автомобиля, км [7];

$K_{\text{рез.тр}}$ – результирующий коэффициент корректирования до первого КР (таблица 2.2).

Периодичность ТО для автобусов ЛиАЗ:

$$L_{kp}^H = 500000 \text{ км}; L_{TO-1}^H = 5000 \text{ км}; L_{TO-2}^H = 20000 \text{ км};$$

$$L_{kp} = 500000 \cdot 0,56 = 280000 \text{ км}$$

$$L_{TO-1} = 5000 \cdot 0,64 = 3200 \text{ км}$$

$$L_{TO-2} = 20000 \cdot 0,64 = 12800 \text{ км}$$

Периодичность ТО автомобилей КамАЗ:

$$L_{kp}^H = 500000 \text{ км}; L_{TO-1}^H = 5000 \text{ км}; L_{TO-2}^H = 20000 \text{ км};$$

$$L_{kp} = 500000 \cdot 0,56 = 280000 \text{ км}$$

$$L_{TO-1} = 500 \cdot 0,64 = 3200 \text{ км}$$

$$L_{TO-2} = 20000 \cdot 0,64 = 12800 \text{ км}$$

Для удобства в последующих расчетах, а также для планирования производства ТО необходимо значения периодичности ТО, скорректированные с помощью коэффициентов, скорректировать еще по кратности со среднесуточным пробегом ℓ_{cc} . Для этого определяем коэффициенты кратности по следующим формулам:

$$n_1 = \frac{L_1}{\ell_{cc}}; \quad n_2 = \frac{L_2}{\ell_{cc} \cdot n_1}; \quad n_3 = \frac{L_{kp}}{\ell_{cc} \cdot n_1 \cdot n_2} \quad (2.3)$$

При этом для дальнейших расчетов принимаются:

$$L_p^1 = \ell_{cc} \cdot n_1; \quad L_p^2 = \ell_{cc} \cdot n_1 \cdot n_2; \quad L_p^{kp} = \ell_{cc} \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot n_3; \quad (2.4)$$

Полученные значения используем в дальнейших расчетах и заносим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Корректировка пробега до ТО-1, ТО-2 и КР

Модель автомобиля	Вид пробега	Обозн а-чение	Пробег, км		
			нормативный	откорректированный	принятый к расчету
Автобусы ЛиАЗ	среднесуточный	ℓ_{cc}	256,6	256,6	256,6
	до ТО-1	ℓ_{TO-1}	5000	3200	3080
	до ТО-2	ℓ_{TO-2}	20000	12800	12320
	до КР	$\ell_{kp,sp.}$	500000	280000	234080
Автомобили КамАЗ	среднесуточный	L_{cc}	223,3	223,3	223,3
	до ТО-1	L_{TO-1}	2000	3200	3126
	до ТО-2	L_{TO-2}	20000	12800	12504
	до КР	$L_{kp,sp.}$	500000	280000	250080

Коэффициенты кратности для автобусов ЛиАЗ:

$$n_1 = \frac{3200}{256,6} = 12,4 \quad \text{принимаем } n_1 = 12.$$

$$n_2 = \frac{12800}{256,6 \cdot 14} = 3,56 \quad \text{принимаем } n_2 = 4.$$

$$n_3 = \frac{280000}{256,6 \cdot 14 \cdot 4} = 19,4 \quad \text{принимаем } n_3 = 19.$$

Коэффициенты кратности для автомобилей КамАЗ:

$$n_1 = \frac{3200}{223,3} = 14,3 \quad \text{принимаем } n_1 = 14.$$

$$n_2 = \frac{12800}{223,3 \cdot 16} = 3,58 \quad \text{принимаем } n_2 = 4.$$

$$n_3 = \frac{280000}{223,3 \cdot 16 \cdot 4} = 19,59 \quad \text{принимаем } n_3 = 20.$$

2.2.3 Корректирование нормативов трудоемкости ТО и ремонтов автомобилей

Корректирование нормативов трудоемкости ТО автомобилей производится по следующей формуле [7]:

$$t_i = t_i^H \cdot K_{TO\ rez}, \quad (\text{чел} \cdot \text{час}) \quad (2.5)$$

где t_i^H – нормативная трудоемкость для базовой модели [9];

$K_{TO\ rez}$ – результирующий коэффициент корректирования трудоемкости ТО автомобиля (таблица 2.2).

Расчетная трудоемкость ТР автомобилей на 1000 км пробега:

$$t_{TP} = t_{TP}^H \cdot K_{TP\ rez}, \quad (2.6)$$

где – t_{TP}^H – нормативная трудоемкость ТР на 1000 км пробега;

$K_{TP\ rez}$ – результирующий коэффициент корректирования (таблица 2.2).

Нормативная трудоемкость ежедневного ТО t_{EOc}^H включает в себя туалетные работы, заправочные, контрольно-диагностические и в небольшом

объеме по устранению мелких неисправностей, выполняемых ежедневно после окончания работы ПС.

Нормативная трудоемкость углубленного ежедневного t_{EOt}^H включает уборочные работы EO_c плюс дополнительные уборочные работы, моечные работы двигателя и шасси, выполняемые перед ТО и ТР ПС. Трудоемкость t_{EOt}^H составляет 50% от t_{EOc}^H .

$$\begin{aligned} t_{EOc} &= t_{EOc}^H \cdot K_2; \\ t_{EOt} &= t_{EOt}^H \cdot K_2; \end{aligned} \quad (2.7)$$

где: t_{EO}^H - нормативная трудоёмкость ЕО [9].

Автобусы ЛиАЗ $t_{EOc} = 0,5 \cdot 1 = 0,5$ (чел · час);

$t_{EOt} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1 = 0,25$ (чел · час);

Автомобили КамАЗ-53228 $t_{EOc} = 0,4 \cdot 1 = 0,4$ (чел · час);

$t_{EOt} = 0,4 \cdot 0,5 \cdot 1 = 0,2$ (чел · час);

Полученные значения сводим в таблице 2.4.

Расчетная (скорректированная) трудоёмкость ТО-1 и ТО-2 автомобилей:

$$t_i = t_i^H * K_{pe3} = t_i^H * K_1 * K_2 * K_4. \quad (2.8)$$

Удельная расчетная (скорректированная) трудоёмкость ТР определяется следующим образом:

$$t_{tp} = t_{tp}^H * K_{pe3} = t_{tp}^H * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5. \quad (2.9)$$

Расчет производится по вышеуказанным формулам, результаты расчетов заносятся в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Корректирование нормативов трудоемкости

Марка автомобиля	Нормативная трудоемкость, (чел · час)			Нормативная трудоемкость ТР, (чел · час)	Расчетная трудоемкость ТО, (чел · час)				Расчетная трудоемкость ТР, (чел · час)		
	EO		TO - 1		EO		TO - 1	TO - 2			
	EOc	TO - 1			EOc	EOt					
Автобусы ЛиАЗ	0,5	9	36	3,8	0,5	0,25	9,9	39,6	5,85		
Автомобили КамАЗ	0,4	7,5	30	4,2	0,4	0,2	8,25	33	7,01		

2.3 Расчет годовой и суточной производственных программ по ТО и ремонту автомобилей

2.3.1 Количество ТО и ремонтов на один автомобиль за цикл

Число капитальных ремонтов (N_{kp}) за цикл равно:

$$N_{kp} = L_p / L_p = 1, \quad (2.10)$$

где N_{kp} - число капитальных ремонтов за цикл;

L_p - пробег до капитального ремонта, км

Число ТО-2 (N_2) за цикл равно:

$$N_2 = L_p / L_2 - 1, \quad (2.11)$$

где N_2 - число ТО-2 за цикл;

L_p - пробег до капитального ремонта, км;

L_2 - пробег до ТО-2, км.

$$N_2 = 224000 / 12800 - 1 = 17.$$

Число ТО -1 за цикл равно:

$$N_1 = L_p * (1 / L_1 - 1 / L_2), \quad (2.12)$$

где N_{kp} - число капитальных ремонтов за цикл;

L_2 - пробег до ТО-2, км;

L_1 - пробег до ТО-1, км;

L_p - пробег до капитального ремонта, км;

N_1 - число ТО-1.

$$N_1 = 224000 \cdot (1 / 3200 - 1 / 12800) = 52.$$

Число ЕО_c за цикл равно:

$$N_{EOc} = L_p / l_{cc}, \quad (2.13)$$

где N_{EOc} -число ЕО ежедневное;

L_p - пробег до капитального ремонта, км;

l_{cc} -суточный пробег автомобиля, км.

$$N_{EOc} = 224000 / 200 = 1120.$$

Число EO_т за цикл равно:

$$N_{EO_t} = (N_1 + N_2) \cdot 1.6, \quad (2.14)$$

где 1.6 - коэффициент учитывающий проведение EO_т при ТР;

N_{EO_т} -число EO углубленных;

N₁ -число TO-1;

N₂ -число TO-2.

$$N_{EO_t} = (52 + 17) \cdot 1.6 = 110.$$

Определение годового пробега

$$L_\Gamma = D_{PG} \cdot l_{cc} \cdot \alpha_T, \quad (2.15)$$

где: L_Г – годовой пробег автомобиля, км;

D_{PG} – количество дней работы АТП в году;

α_T - коэффициент технической готовности автомобилей.

Коэффициент технической готовности автомобилей определяется по следующей формуле:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + l_{cc} \cdot \left(\frac{D_{TO-TP} \cdot K_2}{1000} + \frac{D_K}{L_{KP}} \right)}; \quad (2.16)$$

$$\alpha_B = 0,98 \cdot \alpha_T \quad (2.17)$$

где: D_{TO-TP} - нормативная удельная нормаостоя в ТО и ТР на 1000 км пробега[];

K₂ – коэффициент, учитывающий тип подвижного состава [7];

D_K – число днейостоя автомобиля в капитальном ремонте, дн.;

L_{KP} - скорректированный пробег до капитального ремонта, км.

$$D_K = D_k + D_T, \quad (2.18)$$

где: D_k - нормативная простой в КР, дн. [7];

D_T - число дней, потраченное на транспортировку подвижного состава из АТП на АРЗ и обратно.

Определение годового пробега для автобусов ЛиАЗ:

$$D_K = 20 + 0 = 20, \text{дни}$$

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 256,6 \cdot \left(\frac{0,35 \cdot 1}{1000} + \frac{20}{234080} \right)} = 0,9; \quad \alpha_B = 0,98 \cdot 0,9 = 0,88$$

$$L_T = 365 \cdot 256,6 \cdot 0,88 = 82420 \text{ км}$$

Определение годового пробега для автомобилей КамАЗ:

$$D_K = 18 + 0 = 18, \text{дни}$$

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 223,3 \cdot \left(\frac{0,3 \cdot 1}{1000} + \frac{18}{250080} \right)} = 0,98; \quad \alpha_B = 0,98 \cdot 0,98 = 0,96$$

$$L_T = 365 \cdot 223,3 \cdot 0,96 = 78244,3 \text{ км}$$

2.3.2 Определение годовой производственной программы по ТО

Определяем программу ТО на группу автомобилей за год определяют по следующим формулам:

$$\sum N_{EOc.g} = A_h \cdot D_{rab.g} \cdot \alpha_T; \quad (2.19)$$

где $\sum N_{EOc.g}$ – годовое число ЕО ежедневных;

A_h - число автомобилей ; $D_{rab.g}$ - число дней работы ПС в году;

α_T - коэффициент технической готовности.

$$\sum N_{EOT.g} = \sum (N_{1g} + N_{2g}) \cdot 1.6; \quad (2.20)$$

где $\sum N_{EOT.g}$ – годовое число ЕО углубленных;

$$\sum N_{1g} = A_i \cdot L_g \cdot (1 / L_1 - 1 / L_2); \quad (2.21)$$

где $\sum N_{1g}$ - число ТО-1 за год;

A_i - число автомобилей;

$$\sum N_{2g} = A_i * L_g / L_2; \quad (2.22)$$

где $\sum N_{2g}$ - число ТО-2 за год;

2.4 Расчет годовых объемов работ по ТО, Д, ТР автомобилей и самообслуживанию АТП

Годовой объем работ ТО определяем по общей формуле.

$$T_i = N_i^{\Gamma} \cdot t_{icc} \quad (2.23)$$

где: N_i^{Γ} - годовое число обслуживаний данного вида для данной группы ПС;

t_{icc} - расчетная трудоемкость единицы ТО данного вида, чел.-час.

Годовой объем работ ТО данного вида определяем по каждой технологически совместимой группе ПС. Объем работ (в чел·час) по видам обслуживания за год определяем произведением технических воздействий конкретного вида на скорректированные значения соответствующих трудоёмкостей.

$$T_{EOc}^{\Gamma} = \sum N_{EOc}^{\Gamma} \cdot t_{EOc}^{\Gamma}; \quad T_{EOm}^{\Gamma} = \sum N_{EOm}^{\Gamma} \cdot t_{EOm}^{\Gamma}; \quad (2.24)$$

$$T_1^{\Gamma} = \sum N_1^{\Gamma} \cdot t_1; \quad T_2^{\Gamma} = \sum N_2^{\Gamma} \cdot t_2; \quad T_{TP}^{\Gamma} = \frac{L_{\Gamma} \cdot A_{II} \cdot t_{TP}}{1000} \quad (2.25)$$

$$T_{D-1}^{\Gamma} = N_{D-1}^{\Gamma} \cdot t_{D-1}^P; \quad T_{D-2}^{\Gamma} = N_{D-2}^{\Gamma} \cdot t_{D-2}^P \quad (2.26)$$

$$t_{D-1}^P = t_1 \cdot K_{D-1}; \quad t_{D-2}^P = t_2 \cdot K_{D-2} \quad (2.27)$$

где: K_{D-2} - процент диагностических работ от трудоемкости ТО – 1, ТО – 2 [].

Полученные значения заносим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Распределение трудоемкости по видам работ

Вид воздействия		N_i^{Γ}	t_{icc} , чел·час	T_i^{Γ} , чел·час
Автобусы ЛиАЗ	ЕОс	50428	0,5	25214
	ЕОт	6720	0,25	1680
	ТО-1	3150	9,9	31185
	ТО-2	1050	39,6	41580
	Д-1	4515	0,792	3576
	Д-2	1260	2,772	3492,2
	ТР	-	5,85	75698,6
Автомобили КамАЗ	ЕОс	17520	0,4	7008
	ЕОт	2003	0,2	400,6
	ТО-1	939	8,25	7747
	ТО-2	313	33	10329
	Д-1	1346	0,66	888,36
	Д-2	375	2,31	866,2
	ТР	-	7,01	27424,6
Σ	ЕОс			32222
Σ	ЕОт			2080,6
Σ	Д-1			4464,3
Σ	Д-2			4358,4
Σ	ТО-1			38932
Σ	ТО-2			51909
Σ	ТР			103123,2

2.5 Определение годового объема вспомогательных работ

Годовой объем вспомогательных работ устанавливается не более 30% от общего объема работ по ТО и ТР подвижного состава.

$$T_{BCP} = (\Sigma T_{TO}^G + \Sigma T_{TP}^G) \cdot K_{BCP} / 100, \quad (2.28)$$

где: $K_{BCP} = 20 \dots 30\%$ - объем вспомогательных работ, зависящий от количества автомобилей АТП.

Принимаем $K_{BCP} = 25\%$.

$$T_{BCP}^G = \frac{(90841 + 103123,2) \cdot 25}{100} = 48491 \text{ чел}\cdot\text{час}.$$

2.6 Распределение объема работ по производственным участкам и зонам предприятия

Для формирования объемов работ, выполняемых по постам зон ТО, ТР и производственных участках, а также для определения числа работающих по специальности, производится распределение годовых объемов работ ТО-1, ТО-2 и ТР по их видам в процентах (Приложение 1).

Объем вспомогательных работ по видам.

$$T_{BCP} = T_{BCP}^G \cdot C_{BCP} / 100, \quad (2.29)$$

где: C_{BCP} – доля данного вида вспомогательных работ, % [7];

Таблица 2.6 – Примерное распределение вспомогательных работ по видам работ

Виды вспомогательных работ	Доля данного вида вспомогательных работ C_{BCP} , %	
	C_{BCP} , %	Расчетная трудоемкость годовая $\text{чел}\cdot\text{час}$
Ремонт и обслуживание технологического оборудования оснастки.	20	9698,2
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций	15	7273,7
Транспортные работы	10	4849,1
Прием, хранение материальных ценностей	15	7273,6
Уборка производственных помещений и территории	20	9698,2
Перегон подвижного состава	15	7273,7
Обслуживание компрессорного оборудования	5	2424,5
Итого:	100	48491

2.7 Годовой объем работ по самообслуживанию предприятия

Годовой объем работ по самообслуживанию предприятия $T_{\text{сам}}$ устанавливается в процентном отношении от годового объема вспомогательных работ [7]. В нашем случае для комплексного АТП – 40...50%:

$$T_{\text{CAM}}^{\Gamma} = T_{\text{БСП}}^{\Gamma} \cdot K_{\text{CAM}} / 100 \quad (2.30)$$

$$T_{\text{CAM}} = \frac{48491 \cdot (40 \dots 50)}{100} = 19396,4, \text{чел} \cdot \text{час}.$$

Распределяем работы по самообслуживанию по участкам и сводим в таблица 2.7.

Таблица 2.7 – Распределение работ по самообслуживанию

Виды работ	%	T_{CAM_i} , чел·час
Электромеханические	25	4849,1
Механические	10	1939,7
Слесарные	16	3103,4
Кузнечные	2	387,9
Сварочные	4	775,9
Жестяницкие	4	775,9
Медницкие	1	193,9
Ремонтно-строительные	16	3103,4
Трубопроводные	22	4267,2
Итого:	100	19396,4

2.8 Расчет численности производственных рабочих

Технологически необходимое количество (явочное) число рабочих определяется по формуле:

$$P_T = T_{\Gamma} / \Phi_T, \text{ чел} \quad (2.31)$$

где: T_{Γ} – годовая трудоемкость по зонам ТО, ТР или участку, чел.-час;

Φ_T – годовой фонд технологически необходимого рабочего времени при односменной работе, час (принимаем для нормальных условий труда $\Phi_T=2070$ ч, для вредных $\Phi_T=1830$ час)

Штатное (списочное) число рабочих определяется так:

$$P_{\text{ш}} = T_{\Gamma} / \Phi_{\text{ш}}, \quad \text{чел} \quad (2.32)$$

где: $\Phi_{\text{ш}}$ – годовой, эффективный фонд рабочего времени «штатного» рабочего, час (принимаем для нормальных условий труда $\Phi_{\text{ш}} = 1820$ час, для вредных условий труда $\Phi_{\text{ш}} = 1610$ час).

Коэффициент штатности определяется по формуле:

$$\eta_{\text{ш}} = \frac{P_{\text{т}}}{P_{\text{ш}}} = \frac{\Phi_{\text{ш}}}{\Phi_{\text{т}}}, \quad (2.33)$$

Результаты расчета численности производственных рабочих представлены в Приложении 2.

2.9 Технологический расчет производственных зон, участков и складов

2.9.1 Выбор режим работы производственных зон

ЕО и ТО – 1 выполняют в межсменное время работы подвижного состава (график работы с 19. 00 до 7. 00)

ТО – 2 выполняется в одну смену (график работы с 8 00 до 20 00)

ТР выполняется в две смены (график работы с 8 00–20 00; 20 00–8 00)

2.9.2 Выбор метода организации ТО и ТР автомобилей

Так как $N_{\text{TO-1}}^C = 11 \quad N_{\text{TO-2}}^C = 4 \quad N_{\text{Д-1}}^C = 16 \quad N_{\text{Д-2}}^C = 4$

$$N_{EOc}^{\Gamma} = 186 \quad N_{EO_{\Gamma}}^{\Gamma} = 24$$

Если в результате расчета получается смешанная программа $N_{\text{EO. Сут}} > 50$; $N_{\text{TO-1. Сут}} > 12$; $N_{\text{TO-2. Сут}} > 6$ обслуживаний, то рекомендуется принять поточный метод организации технологического процесса. При меньших значениях принимается обслуживание автомобилей на универсальных постах.

$N_{\text{EO. Сут}} > 50$ – применяется поточный метод организации тех. процесса;

$N_{\text{TO-1. Сут}} - 10 < 12$ – применяется обслуживание автомобилей на универсальных постах;

$N_{TO-2, \text{сут}} = 3 < 6$ - применяется обслуживание автомобилей на универсальных постах.

Посты диагностики применяется поточный метод организации технологического процесса.

2.9.3 Расчет числа постов ТО

Исходными величинами для расчета постов обслуживания служат ритм производства и тakt поста.

Ритм производства (R_i) - это время, приходящееся в среднем на выпуск одного автомобиля из данного вида ТО.

$$R_i = \frac{60 \cdot T_{CM} \cdot C}{N_i^C \cdot \varphi}; \quad (2.34)$$

где: T_{CM} – продолжительность смены, ч.;

C – число смен;

N_i^C – суточная производственная программа данного вида ТО.

φ – коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей на посты ТО [].

Такт поста (τ_i) - среднее время занятости поста:

$$\tau_i = \frac{60 \cdot t_i}{P_n} + t_n; \quad (2.35)$$

где: t_i - время, затрачиваемое на продвижение автомобиля при установке его на пост и съезд с поста, 1-3 мин;

P_n – число рабочих, одновременно работающих на посту [17].

Для автобусов ЛиАЗ:

Ритмы производства.

$$R_{EO.c} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{132 \cdot 1,5} = 2,42 \text{мин} ; \quad R_{EO.T} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{18 \cdot 1,5} = 17,7 \text{мин} ;$$

$$R_{TO-1} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{9 \cdot 1,25} = 42,6 \text{мин} ; \quad R_{TO-2} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{3 \cdot 1,25} = 128 \text{мин} ;$$

$$R_{D-1} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{12 \cdot 1,25} = 32 \text{мин} ; \quad R_{D-2} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{3 \cdot 1,25} = 137,3 \text{мин}$$

Такт поста.

$$\tau_{EO.C} = \frac{60 \cdot 0,5}{6} + 3 = 8 \text{мин} ; \quad \tau_{EO.T} = \frac{60 \cdot 0,25}{3} + 3 = 8 \text{мин} ;$$

$$\tau_{TO-1} = \frac{60 \cdot 9,9}{2,5} + 3 = 240,6 \text{мин} ; \quad \tau_{TO-2} = \frac{60 \cdot 39,6}{3} + 3 = 795 \text{мин} ;$$

$$\tau_{D-1} = \frac{60 \cdot 9,9 \cdot 0,08}{2} + 3 = 26,8 \text{мин} ; \quad \tau_{D-2} = \frac{60 \cdot 39,6 \cdot 0,07}{2} + 3 = 86,16 \text{мин}$$

Для автомобилей КамАЗ:

Ритмы производства.

$$R_{EO.c} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{48 \cdot 1,8} = 5,55 \text{мин} ; \quad R_{EO.T} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{6 \cdot 1,8} = 44,44 \text{мин} ;$$

$$R_{TO-1} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{2 \cdot 1,4} = 171,4 \text{мин} ; \quad R_{TO-2} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{1 \cdot 1,4} = 342,9 \text{мин} ;$$

$$R_{D-1} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{4 \cdot 1,4} = 85,7 \text{мин} ; \quad R_{D-2} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{1 \cdot 1,4} = 342,9 \text{мин}$$

Такт поста.

$$\tau_{EO.C} = \frac{60 \cdot 0,4}{5,5} + 3 = 7,36 \text{мин} ; \quad \tau_{EO.T} = \frac{60 \cdot 0,2}{3} + 3 = 7 \text{мин} ;$$

$$\tau_{TO-1} = \frac{60 \cdot 8,25}{2} + 3 = 250,5 \text{мин} ; \quad \tau_{TO-2} = \frac{60 \cdot 33}{2,5} + 3 = 795 \text{мин} ;$$

$$\tau_{D-1} = \frac{60 \cdot 8,25 \cdot 0,08}{2} + 3 = 33,33 \text{мин} ; \quad \tau_{D-2} = \frac{60 \cdot 33 \cdot 0,07}{2} + 3 = 72,3 \text{мин}$$

Расчет числа постов обслуживания .

Для ТО – 1 и ЕО:

$$X_i = \frac{\tau_i}{R_i} \tag{2.36}$$

Число постов ТО-1.

$$\text{ЛиАЗ: } X_{TO-1} = \frac{240,6}{42,6} = 5$$

$$\text{КамАЗ: } X_{TO-1} = \frac{250,5}{171,4} = 1$$

Принимаем 6 постов ТО - 1

Число постов ЕО

$$\text{ЛиАЗ: } X_{EOc} = \frac{8}{2,42} = 3$$

$$\text{КамАЗ: } X_{EOc} = \frac{7,36}{5,55} = 1$$

$$X_{EO.T} = \frac{8}{17,7} = 0,45$$

$$X_{EO.T} = \frac{7}{44,4} = 0,1$$

Принимаем 4 поста ЕО.

Для ТО – 2:

$$X = \frac{\tau_i}{Ri \cdot \eta_2} \quad (2.37)$$

где: η_2 - коэффициент использования рабочего времени поста (принимаем $\eta_2 = 0,8 \div 0,9$).

Число постов ТО-2:

$$\text{ЛиАЗ: } X_{TO-2} = \frac{795}{128 \cdot 0,9} = 7$$

$$\text{КамАЗ: } X_{TO-2} = \frac{795}{342,9 \cdot 0,9} = 2$$

Принимаем 9 постов ТО – 2.

Для Д – 1, Д – 2:

$$X = \frac{\tau_i}{Ri \cdot \eta_D} \quad (2.38)$$

где: где: η_D - коэффициент использования рабочего времени поста.

Число постов Д – 1:

$$\text{ЛиАЗ: } X_{D-1} = \frac{26,8}{32 \cdot 0,75} = 1$$

$$\text{КамАЗ: } X_{D-1} = \frac{33,33}{85,7 \cdot 0,75} = 0,5.$$

Принимаем $X_{D-1} = 1$.

Число постов Д – 2:

$$\text{ЛиАЗ: } X_{D-2} = \frac{86,16}{137,3 \cdot 0,75} = 0,83$$

$$\text{КамАЗ: } X_{D-2} = \frac{72,3}{342,9 \cdot 0,75} = 0,28.$$

Принимаем $X_{D-2} = 1$.

2.9.4 Расчет поточной линии ЕО непрерывного действия

Линии ЕО применяются для выполнения работ только ЕО с использованием механизированных установок для мойки и сушки (обдува) автомобилей.

Такт линии (τ_{eo}^A) и необходимая скорость конвейера (V_K) определяем из выражений:

$$\tau_{eo}^A = \frac{60}{N_y}; \quad V_K = \frac{N_y \cdot (L_a + a)}{60}; \quad (2.39)$$

где: N_y – производительность механизированной моющей установки автомобилей на линии. Принимаем $N_y = 30_{a/ч}$ [7];

L_a – габаритная длина автомобиля на линии, м.

$$V_K = \frac{30 \cdot (11,4 + 1,5)}{60} = 6,45 \text{ м/мин.}$$

$$\tau_{eo}^A = \frac{L_a + a}{V_K} = \frac{11,4 + 1,5}{6,45} = 2 \text{ мин.}$$

$$R_{EO.c} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{189 \cdot 1,5} = 1,69 \text{ мин.}$$

$$\text{Число линий ЕО: } m_{eo} = \frac{\tau_{eo}^A}{R_{eo}} = \frac{2}{1,69} = 1,18 \quad \text{принимаем } m_{eo} = 1.$$

2.9.5 Расчет числа постов ТР

Осуществляется по суммарной трудоемкости постовых работ ТР, фонду рабочего времени поста и числу рабочих на посту:

$$X_{TP} = \frac{T_{TP}^H \cdot \varphi}{D_{PG} \cdot T_{CM} \cdot C \cdot P_n \cdot \eta_n}; \quad (2.40)$$

где: T_{TP}^H - постовые работы ТР, чел.-час;

φ - коэффициент неравномерности поступления автомобилей на посты (принимаем $\varphi = 1,5$);

P_n – число рабочих на посту (принимаем $P_n = 2,5$ [17]).

$$X_{TP} = \frac{43311,7 \cdot 1,5}{365 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 1,5} = 8.$$

2.9.6 Расчет постов ожидания

Посты ожидания – посты на которых автомобили, нуждающиеся в том или ином ТО и ТР, ожидают своей очереди для перехода на соответствующий пост или поточную линию.

Число постов ожидания перед ТО и ТР принимается для индивидуальных постов ТО, ТР, $\Delta - 1$, $\Delta - 2$ и ТР – 20% числа соответствующих постов.

$$X_{общ} = 29, \text{ следовательно } X_{ожид} = 6$$

2.9.7 Подбор технологического оборудования для шиномонтажного участка

Перечень технологического оборудования для шиномонтажного участка представлен в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Технологическое оборудование для шиномонтажного участка

№	Наименование	Количество	Стоимость, руб.		Размер, м ²	P, кВт
			единицы	общая		
1	2	3	4	5	6	7
Пост замены колес						
1	Подъемник для вывешивания автобусов на шиномонтажном посту	1	Собст. изг.	Собст. изг	16,8	
2	Гайковерт для гаек колес грузовых автомобилей, И-318	1	41000	41000	0,78	0,7
3	Тележка для снятия и установки колес грузовых автомобилей, П-217	1	8000	8000	0,9	
4	Кран-балка подвесная, электрическая, Q==0,8т	1	2800	2800		1,2
Итого		4	51800	51800	18,48	1,9
Шиномонтажное отделение						
5	Стенд для демонтажа шин грузовых автомобилей	1	218000	218000	3,45	5,5
6	Установка для мойки колес, мод.1151	1	15300	15300	2,2	1,3
7	Сушильная камера, емкостью 3 колеса, Р-5121	1	500	500	2,25	
8	Настил для шиномонтажных работ	1	300	300	1,44	

9	Клетка предохранительная для накачки шин, Р-970	1	500	500	0,58	
10	Колонка воздухораздаточная, С-413	1	9000	9000	0,24	0,4
11	Стенд для статической балансировки колес грузовых автомобилей, К-126	1	47000	47000	0,68	
12	Шкаф для инструмента	1	800	800	0,6	
13	Верстак слесарный, 69-99ПН	1	1200	1200	1,5	
14	Стенд для правки замочных колец и дисков.	1	38000	38000	0,81	
15	Стеллаж для дисков колес, Р-969	1	700	700	1,89	
16	Стеллаж для колес, Р-508А	2	700	1400	2,18	
17	Вешалка для камер, мод. 2295	1	400	400	0,58	
18	Стенд для зачистки ободов дисков, Р-101	1	3000	3000	0,97	2,5
Итого		15	335400	336100	19,37	9,7

Вулканизационное отделение

1	2	3	4	5	6	7
19	Верстак для ремонта покрышек с местным отсосом, Ш-903	1	9000	9000	1,56	
20	Верстак для ремонта камер с местным отсосом, Ш-906	1	9000	9000	0,8	
21	Спредер стационарный, мод. 6184	1	4000	4000	0,60	
22	Ванна для проверки камер на герметичность, Ш-902	1	1000	1000	1,1	
23	Электромульда для ремонта местных повреждений покрышек, Ш-109	1	12000	1200	0,70	1,6
24	Вешалка для камер, мод 2295	1	400	400	0,58	
25	Станок точильный, двухсторонний для заточки режущего инструмента, мод 332-6	1	3000	3000	0,39	1,7
26	Шкаф для починочных материалов	1	800	800	0,48	
27	Сушильный шкаф для починочных материалов, с местным отсосом	1	1500	1500	1,47	
28	Электровулканизатор для ремонта камер, 4-х постовой, мод. 0,110Г	2	9600	19200	0,5	1,2
29	Стеллаж для покрышек	1	700	700	1,09	
30	Кран консольно-поворотный, длина стрелы 4,8м	1	4700	4700		0,9
31	Шкаф для хранения спецодежды	1	500	500	0,08	
Итого		14	56200	65800	9,35	5,4
Итого по шиномонтажному комплексу:		33	443400	453700	47,2	15,8

2.10 Расчет площадей помещений

Площади зон ТО и ТР определяем по формуле:

$$F_3 = f_a \cdot X_3 \cdot K_{\pi} \quad (2.41)$$

где: f_a – площадь занимаемая автомобилем в плане, m^2 ;

X_3 – число постов зоны;

K_{π} – коэффициент плотности размещения постов (в зависимости от размещения постов.) [9].

Для автобусов ЛиАЗ:

$$\text{Зона ТО-1} \quad F_{TO-1} = 28,5 \cdot 5 \cdot 6 = 855 \text{ } m^2$$

$$\text{Зона ТО-2} \quad F_{TO-2} = 28,5 \cdot 7 \cdot 6 = 1197 \text{ } m^2$$

Для автомобилей КамАЗ:

$$\text{Зона ЕО} \quad F_{EO} = 28,5 \cdot 3 \cdot 4 = 342 \text{ } m^2$$

$$\text{Зона ТО-1} \quad F_{TO-1} = 20,9 \cdot 1 \cdot 6 = 125,4 \text{ } m^2$$

$$\text{Зона ТО-2} \quad F_{TO-2} = 20,9 \cdot 2 \cdot 6 = 250,8 \text{ } m^2$$

$$\text{Зона ЕО} \quad F_{EO} = 20,9 \cdot 1 \cdot 4 = 83,6 \text{ } m^2$$

$$\text{Зона Д-1} \quad F_{D-1} = 28,5 \cdot 1 \cdot 6 = 171 \text{ } m^2$$

$$\text{Зона Д-2} \quad F_{D-2} = 28,5 \cdot 1 \cdot 6 = 171 \text{ } m^2$$

$$\text{Зона ТР(поточный метод)} \quad F_{TP} = 28,5 \cdot 3 \cdot 4 = 342 \text{ } m^2$$

$$\text{Зона ТР(туниковый метод)} \quad F_{TP} = 28,5 \cdot 5 \cdot 6 = 855 \text{ } m^2$$

Принимаем площадь постов текущего ремонта, равной $1197 \text{ } m^2$.

2.11 Расчет площадей производственных цехов и участков

Площади цехов и участков определяем по следующей формуле:

$$F_{\text{ц}} = f_{\text{об}} \cdot K_{\pi}. \quad (2.42)$$

где: $f_{\text{об}}$ – суммарная площадь горизонтальной проекции по габаритным размерам оборудования, м^2 ,

K_{π} – коэффициент плотности расстановки оборудования [9];

Таблица 2.9 – Площади АТП

Наименование площади	Расчетное значение, м^2		Площадь принятая по планировке, м^2	Реальные площади по АТП, м^2
	по площади оборудования и K_{π}	по числу рабочих в наиболее загруженную смену		
1	2	3	4	5
ЕО _с ЛиАЗ(ПАЗ)		-		
ЕОт ЛиАЗ(ПАЗ)	342(83,6)	-	425,6	504
ТО-1 ЛиАЗ(ПАЗ)	855(125,4)	-	980,4	324
ТО-2 ЛиАЗ(ПАЗ)	1197(250,4)	-	1447,4	648
Д-1 (общая) ЛиАЗ(ПАЗ)	171	-	171	-
Д-2 (углубл.) ЛиАЗ(ПАЗ)	171	-	171	-
TP (кроме диагн.) ЛиАЗ(ПАЗ)	1197	-	1900	1368
Агрегатный	-	176	176	144
Слесарномеханический	-	126	126	72
Электротехнический	-	60	60	108
Аккумуляторный	-	21	21	72
Ремонт приборов сист. питания	-	24	24	36
Шиномонтажный	-	18	252	216
Вулканизационный	-	12	72	108
Кзнично-рессорный	-	26	26	108
Медницкий	-	15	15	36
Сварочный	-	15	15	324
Жестяницкий	-	18	18	
Арматурный	-	12	12	-
Обойный	-	28	28	36
Итого по зонам, цехам, участкам:			5940,4	
Складские помещения:			3690	291
Итого по АТП:			9630,4	

2.12 Безопасность проектируемых мероприятий по ТО и ремонту автомобилей

В спроектированном шиномонтажном участке основными источниками опасностей являются естественные процессы и явления, технологические процессы и действия работников. Причинами появления опасностей являются условия и обстоятельства, из-за которых проявляются нежелательные последствия. Нежелательные последствия могут проявляться в форме травм различной тяжести, заболеваний, материальных ущерб и т.д.

В производственных помещениях, где производится ТО и ремонт техники возникнуть следующие потенциальные опасности [4]:

- фактическая площадь производственных участков и помещений, наличие технологического оборудования, материалов и инструментов, а также количество работников не соответствуют проектным значениям;
- для обеспечения нормальных и безопасных условий труда работников отсутствуют или недостаточно инженерных коммуникаций, к которым относятся водо- и теплоснабжение, канализация, электроснабжение, связь и др.;
- не проведение инструктажа по технике безопасности и обучения по правилам эксплуатации технологического оборудования;
- отсутствие инструкции по охране труда работников и технологических карт выполнения тех или иных операций;
- нарушение режима труда и отдыха работниками;
- неправильная организация труда на производственных участках;
- отсутствие или не использование работниками спецодежды, индивидуальных средств защиты;
- использование рабочих не в соответствии с их специальностью и квалификацией.

К санитарно-гигиеническим причинам относятся:

- освещение рабочих мест и проходов не соответствует нормативам (менее 100лк);

- температура воздуха производственных помещений не соответствует нормативам;
- отсутствие или недостаточная вентиляция рабочих зон (т.е. повышенная концентрация вредных веществ в воздухе);
- повышенный уровень шума и вибрации в производственных помещениях.

К конструкторским причинам возникновения опасности травматизма относятся:

- конструкция или техническое состояние технологического оборудования и вспомогательных устройств не соответствует требованиям безопасности;
- отсутствуют защитные и предохранительные устройства и ограждения технологического оборудования или их состояние не соответствуют требованиям безопасности;
- несвоевременное проведение ТО и ремонта технологического оборудования.

К технологическим причинам относятся:

- неправильный выбор оборудования, оснастки;
- низкий уровень механизации выполнения операции технологических процессов;
- нарушение правил эксплуатации технологического оборудования, сосудов, работающих под давлением и т.д.

К психофизиологическим причинам относятся:

- несоответствие условия труда требованиям безопасности;
- нахождение работников на рабочем месте в состоянии алкогольного опьянения;
- непрофессионализм в трудовой деятельности и т.д.

В проектируемом шиномонтажном участке установлены оборудование, которые являются источниками повышенной влажности и тепловыделения. К

ним относятся, например, машина для мойки деталей, ванна для проверки камер на герметичность и т.д.

При выполнении технологических операции в шиномонтажном участке могут выделяться вредные вещества: окиси углерода (более 20мг/м³), пыль и отработавшие газы (более 0,2мг/м³) при заезде автомобиля на пост смены колес. Пыли (более 4,0 мг/м³) могут возникать при очистке ободов дисков, шероховке камер и работе на заточном станке. Паров бензина растворителя (более 300мг/м³) и сероуглерода (более 10,0мг/м³) – при ремонте камер и покрышек. Для обеспечения значений параметров условий труда в шиномонтажном участке установлены местные отсосы для удаления избытка влаги и вредных веществ, а также общеобменная вентиляция.

Повышенный уровень шума и вибрации могут возникать при работе на технологическом оборудовании: на шиномонтажных и балансировочных стенды, при применении гайковертов, пневматического оборудования и др. Для снижения шума электроприводы и механизмы технологического оборудования ограждены звукоизолирующей облицовкой, пневмосистемы оборудования с пневматическим приводом оснащены пневмоглушителем.

2.13 Мероприятия по профилактики профессиональных заболеваний работников шиномонтажного участка

В настоящее время проблема профилактики профессиональных заболеваний является актуальной. Развитие многих профессиональных заболеваний зависит от воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов. Основными опасными и вредными производственными факторами в зоне ТО и ремонта автомобилей являются движение автомобилей в зоне ТО и ремонта и движущиеся механизмы (кран-балка, тележки и т.д.); подвижные части технологического оборудования; повышенное значение напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; неисправности инструментов, приспособлений и технологического оборудования; повышенная или

пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенный уровень шума на рабочем месте; отсутствие или недостаток освещенности рабочего места; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; применение различных химических агрессивных средств (бензина, ацетона), например, при мойки и очистки деталей и агрегатов от смазывающих материалов.

Профилактика профессиональных заболеваний включает комплекс мер, направленных на предупреждение несчастных случаев на производстве, уменьшение неблагоприятных последствий опасных и вредных факторов, создание здоровых и безопасных условий труда на рабочем месте.

Среди многих факторов, определяющих решение этой задачи, важное место занимает физическая культура. Правильно организованный режим рабочего дня, отдыха, занятия физическими упражнениями и спортом оказывают существенное влияние на снятие утомления, повышение сопротивляемости организма различным заболеваниям.

Характер применения физических упражнений будет зависеть от особенностей и условий труда. Различают упражнения динамические и статистические [11].

Динамические упражнения – это круговые движения, взмахи, наклоны, выпады, приседания, прыжки и т.д. Тренирующий и физиологический эффект от их применения зависит от дозировки. Эффект воздействия определяется по приросту пульса в 1 минуту после их выполнения.

Статические упражнения используются более ограниченно. Эти упражнения применяются в таких условиях, когда затруднено выполнение динамических упражнений. Их можно выполнять на рабочих местах путем напряжения отдельных групп мышц с последующим их расслаблением. Напряжение следует удерживать от 5 до 8 секунд, расслабление - 10-12 секунд. Повторять 6-8 раз.

С помощью физических упражнений можно повысить функциональную способность мышц, оказать укрепляющее воздействие на

мышечно-связочный аппарат, устраниТЬ нарушения мышечного баланса между сгибателями и разгибателями туловища, улучшить осанку и увеличить подвижность в суставах. В основе проведения той или иной формы производственной гимнастики должны соблюдаться строгая систематичность и правильная дозировка.

2.14 Мероприятия по охране окружающей среды при ТО и ремонте автомобилей

Основными источниками загрязнения окружающей среды при эксплуатации автомобилей являются [16]:

- отработавшие газы из выхлопной системы автомобилей;
- повышенный уровень шума;
- попадание нефтепродуктов в почву и водоемы;
- не утилизированные соответствующим образом негодные запасные части и детали, обтирочный материал и т.д.

Все эти источники могут появиться при не правильной организации эксплуатации, ТО и ремонта автомобилей. Поэтому в целях соблюдения требований по охране окружающей среды необходимо:

- 1) производить техническое обслуживание и ремонт автомобилей только специализированных пунктах или зонах;
- 2) содержать автомобили в технический исправном состоянии и использовать их по назначению;
- 3) контролировать расход и использование топливо-смазочных материалов и не допускать попадание их в почву и водоемы;
- 4) необходимо организовать сбор, хранение и утилизацию отработанных нефтепродуктов;
- 5) наружную мойку и очистку автомобилей производить на моечных площадках.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

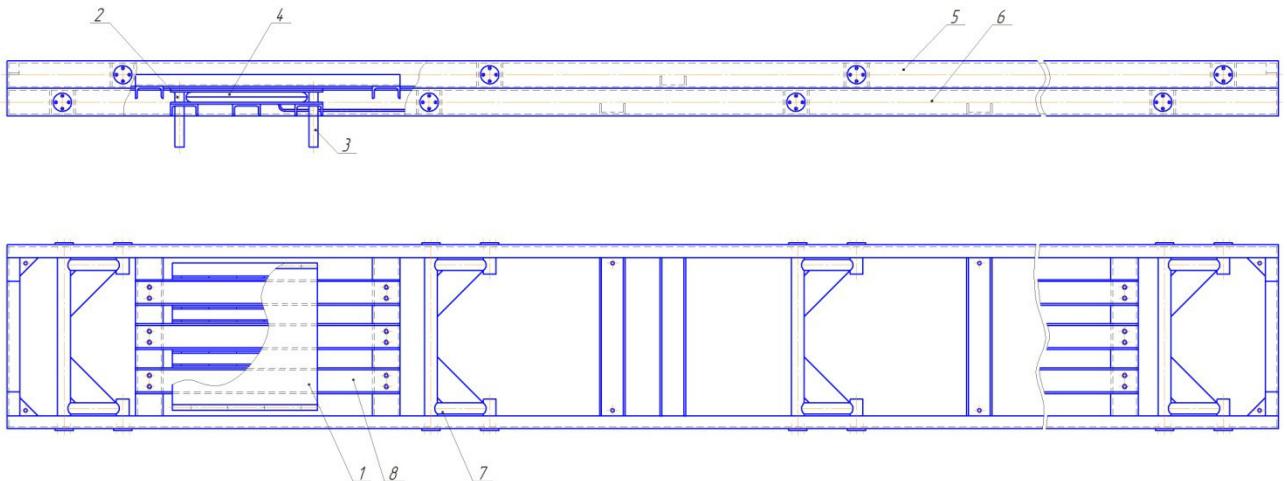
3.1 Назначение и описание разрабатываемого подъемника

Разрабатываемый подъемник предназначен для подъема грузовых автомобилей и автобусов с вывешиванием колес для их замены. Схема подъемника показана на рисунке 3.1.

Предлагаемый подъемник разработан в напольном исполнении и имеет металлическую конструкцию, который состоит из нижней 6 и верхней 5 рам. Нижняя и верхняя рамы соединены между собой шарнирно, но подвижной является только верхняя рама, а нижняя – не подвижна.

Подъем автомобиля или автобуса осуществляется подъемным механизмом, который состоит из верхней 2 и опорной 3 платформ. Опорная платформа является не подвижной, а верхняя – подвижной, которая перемещается по направляющим. Между двумя платформами размещен пневмобаллон 4.

Для подъема автомобиля поворотом рукоятки пневмораспределителя сжатый воздух подается в пневмобаллон. При наполнении воздуха пневмобаллон поднимает верхнюю платформу. Верхняя платформа имеет роликовые опоры, через которые она поднимает верхнюю раму и соответственно сам автомобиль. Высота подъема ограничивается длиной шарниров и составляет 250 мм. Этой высоты вывешивания колес автомобиля достаточно для их замены. В этом положении автомобиль удерживается за счет сжатого воздуха.



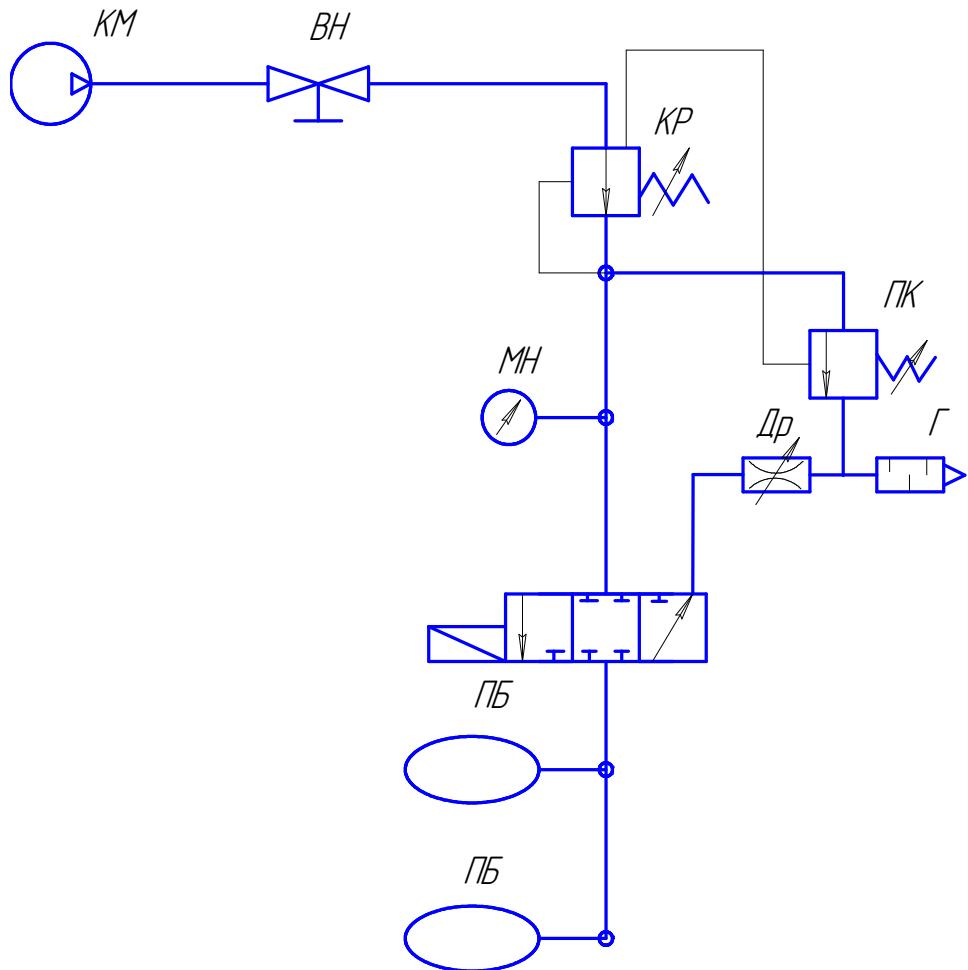
1 – ограждение; 2 – верхняя платформа; 3 – опорная платформа; 4 – пневмобаллон;
5 – верхняя рама; 6 – нижняя рама; 7 – шарнир; 8 – опорный лонжерон

Рисунок 3.1 – Схема автомобильного подъемника

На рисунке 3.2 показана пневматическая схема подъемника.

Для исключения резкого опускания автомобиля при падении давления воздуха в пневмосистеме подъемника установлен обратный клапан. Контроль давления осуществляется по манометру. Необходимое давление воздуха в системе устанавливается с помощью клапана регулировочного клапана.

Опускание автомобиля осуществляется поворотом ручки пневмораспределителя в обратном направлении. При этом пневмобаллон сообщается с атмосферой, осуществляется выпуск воздуха через пневмоглушитель и верхняя рама начинает опускается. Плавность опускания осуществляется регулируемым дросселем, который установлен в выпускную сеть пневмосистемы. Дроссель должен быть отрегулирован таким образом, чтобы продолжительность опускания автомобиля составил не менее 20 с.



КМ – компрессор, ВН - вентиль, КР – клапан регулировочный, ПК – клапан предохранительный, МН – манометр, Др – дроссель регулируемый, Г – глушитель, Р – распределитель трехсекционный с электроклапаном, ПВ – пневмобаллон

Рисунок 3.2 – Пневматическая схема подъемника

Такая конструкция подъемника позволяет вывешивать одновременно все колеса автомобиля и произвести работы по замене или перестановки колес автомобиля, что обеспечивает сокращение времени пребывания автомобиля или автобуса на техническом обслуживании или в ремонте.

3.2 Конструктивные расчеты элементов подъемника

3.2.1 Расчет пневмобаллона

Исходные данные к расчету пневмобаллона:

- грузоподъемность подъемника – 15000 кг;
- высота подъема $l = 0,25$ м;
- давление воздуха в пневмосистеме $P = 0,5 \text{ МПа}$;
- высота пневмобаллона в свободном состоянии $l_0 = 0,040$ м;
- количество пневмобаллонов $n=2$.

Расчет пневмобаллона сводится к определению его геометрических параметров и выбору материала и проверки его на прочность.

На рисунке 3.3 показана схема пневмобаллона с указанием основных геометрических параметров. К ним относятся рабочая высота h и ширина b пневмобаллона и диаметр эффективной поверхности d .

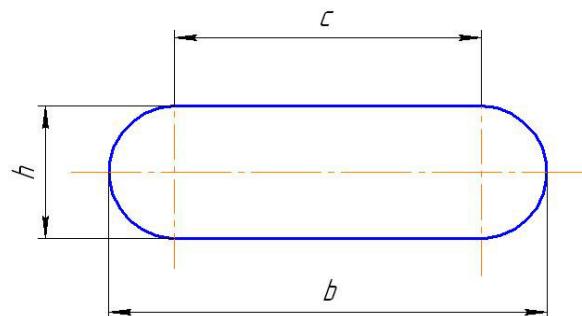


Рисунок 3.3 - Схема пневмобаллона

Максимальную нагрузку (грузоподъемность), которую способна держать пневмобаллон, можно найти как произведение рабочего давления воздуха на его эффективную площадь, т.е.:

$$G = P \cdot S_e, \quad (3.1)$$

где P - давление воздуха в пневмобаллоне, Па;

S_e – эффективная площадь пневмобаллона, м^2 .

Т.к. грузоподъемность пневмобаллона известна, определим его эффективную площадь с учетом количества пневмобаллонов по следующей формуле:

$$S_e = \frac{G}{P \cdot n}, \quad (3.2)$$

где n – количество пневмобаллонов.

$$S_e = \frac{150000}{0,5 \cdot 10^6 \cdot 2} = 0,15 \text{ м}^2.$$

С другой стороны, эффективную площадь эффективной поверхности можно найти по следующей формуле:

$$S_e = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (3.3)$$

где d – диаметр эффективной поверхности, м.

Сопоставив формулы (3.2) и (3.3), определим диаметр эффективной поверхности:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S_e}{\pi}}. \quad (3.4)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,15}{3,14}} = 0,387 \text{ м.}$$

Принимаем диаметр эффективной поверхности пневмобаллона равной $d = 0,39$ м.

Рабочая высота пневмобаллона будет равняться сумме высоты баллона в свободном состоянии и высоты подъема рамы, т.е.:

$$h = l + l_0. \quad (3.5)$$

$$h = 0,25 + 0,04 = 0,29 \text{ м.}$$

Согласно рисунку 3.2, можно определить ширину пневмобаллона, который равняется сумме диаметра эффективной поверхности и рабочей высоты пневмобаллона, т.е.:

$$b = d + h = 0,39 + 0,29 = 0,68 \text{ м}.$$

Периметр пневмобаллона определяется по следующей формуле:

$$\Pi = 2 \cdot d + \pi \cdot h. \quad (3.6)$$

$$\Pi = 2 \cdot 0,39 + 3,14 \cdot 0,29 = 1,69 \text{ м}.$$

Для изготовления пневмобаллонов выбираем резиновую пластину: пластина II, лист ПБМ-С-3-9-1000x2000x4.8 ГОСТ 7338-77 – пластина типа II с тремя тканевыми прокладками, толщиной 9 мм, размером 1000x2000 мм, повышенной масло-бензостойкости, работоспособной в среде нефтяных масел при температуре от -40 до +80°C [1].

Произведем проверку пневмобаллона на прочность по разрывающему усилию, которое будет действовать по периметру баллона, по следующей формуле:

$$\sigma_p = \frac{N}{4 \cdot b \cdot t} \leq [\sigma_p], \quad (3.7)$$

где N – разрывающее усилие, которое действует по периметру пневмобаллона, Н;

t - толщина стенки пневмобаллона, м;

$[\sigma_p]$ - допускаемое напряжение разрыва материала пневмобаллона, Па (для выбранного материала принимаем $[\sigma_p] = 90 \cdot 10^5$ Па [2]).

Разрывающее усилие, действующее по периметру пневмобаллона определяется по следующей формуле:

$$N = P \cdot S_\Pi, \quad (3.8)$$

где N - разрывающее усилие, действующее по периметру пневмобаллона, Н.

S_Π – площадь пневмобаллона, м^2 .

Площадь пневмобаллона определяется по формуле:

$$S = d \cdot h + \pi \cdot h^2. \quad (3.9)$$

$$S = 0,39 \cdot 0,29 + 3,14 \cdot 0,29^2 = 0,377 \text{ м}^2.$$

Тогда $N = 0,5 \cdot 10^6 \cdot 0,377 = 188500 \text{ Н}$.

$$\sigma_p = \frac{188500}{4 \cdot 0,68 \cdot 0,08} = 86,6 \cdot 10^5 \text{ Па} < [\sigma_p] = 90 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Условие прочности выполняется, таким образом, материал и толщина стенки пневмобаллона выбраны правильно.

3.2.2 Проверочный расчет лонжерона верхней рамы подъемника

Произведем проверку на прочность лонжерона верхней рамы подъемника при действии на него прогибающего усилия. Схема к расчету представлена на рисунке 3.4. Расчет будем производить для случая, когда максимальная нагрузка действует в центре лонжерона исходя из следующего условия:

$$y = \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot I_x \cdot E} \leq [y], \quad (3.10)$$

где: I_x – осевой момент инерции материала лонжерона, см^4 (для швеллера №14 принимаем $I_x = 491 \text{ см}^4$ [2]);

E – модуль упругости материала лонжерона, Па (для Ст3 принимаем $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$ [2]);

P – нагрузка, действующая на лонжерон верхней рамы, Н;

L – длина лонжерона, м;

$[y]$ – допускаемый прогиб, мм (принимаем $[y] = 8 \text{ мм}$).

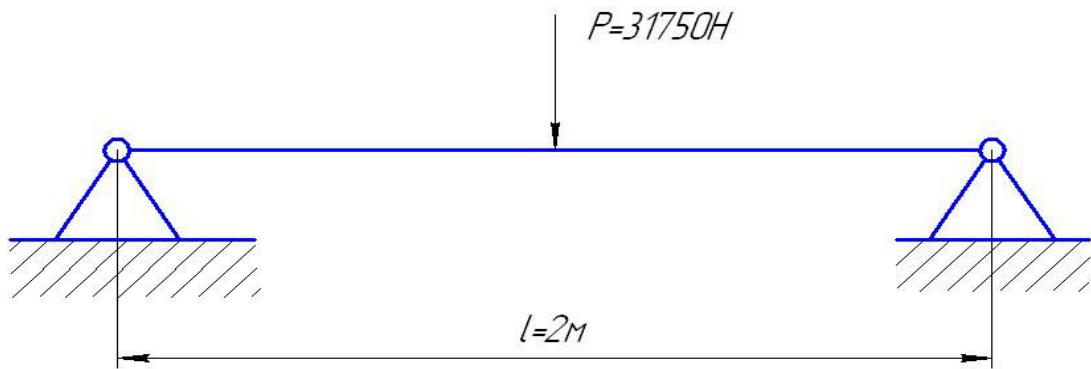


Рисунок 3.4 - Схема к расчету лонжерона верхней рамы

После подстановки всех значений в формулу (3.10) получим:

$$y = \frac{3175 \cdot 200^3}{48 \cdot 491 \cdot 2 \cdot 10^6} = 0,54 \text{ см} = 5,4 \text{ мм} \leq [y] = 8 \text{ мм}.$$

Условие выполняется.

3.2.3 Проверка на прогиб лонжеронов подъемного механизма

На лонжероны подъемного механизма действует сила со стороны пневмобаллона. Произведем проверку лонжеронов на прогиб из условия действия силы в центре. К расчету представлена на рисунке 3.5.

$$y = \frac{P \cdot l^3}{192 \cdot E \cdot I_Y \cdot n} \leq [y], \quad (3.11)$$

где: P – сила, действующая на лонжерон, Н (принимаем равным половину грузоподъемности подъемника);

l – расстояние между опорами лонжерона, м;

E – модуль упругости материала лонжеронов, Па;

I_Y – осевой момент инерции швеллера №14 по оси у (принимаем $I_Y = 45,4 \text{ см}^4$ [2]);

n – количество лонжеронов;

$[y]$ – допустимый прогиб (принимаем $[y] = 4 \text{ мм}$).

$$y = \frac{7500 \cdot 130^3}{192 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 45,4 \cdot 3} = 0,32 \text{ см} = 3,2 \text{ мм} \leq [y] = 4 \text{ мм}$$

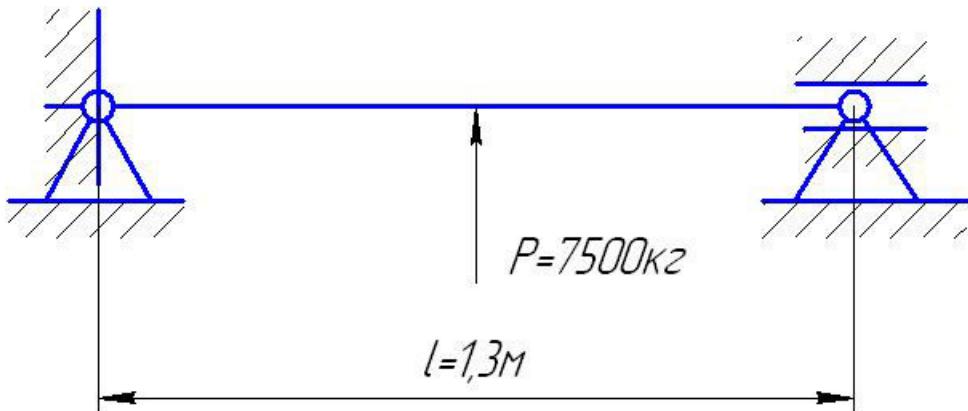


Рисунок 3.5 - Схема к расчету лонжерона подъемного механизма

3.2.4 Расчет оси шарнира

На рисунке 3.6 представлена схема к расчету оси шарнира, из которого видно, что на ось шарнира действуют разнонаправленные силы. Поэтому произведем проверка осей шарниров на срез и смятие. Проверка оси на срез производится по следующему условию:

$$\tau_c = \frac{P}{\pi \cdot \frac{d^2}{4}} \leq [\tau_c], \quad (3.12)$$

где: P – нагрузка на ось шарнира, Н;

d – диаметр оси, м (принимаем $d = 0,03\text{ м}$);

$[\tau_c]$ – допускаемое напряжение материала оси на срез (для Ст3 принимаем $[\tau_c] = 60\text{ МПа}$ [2]);

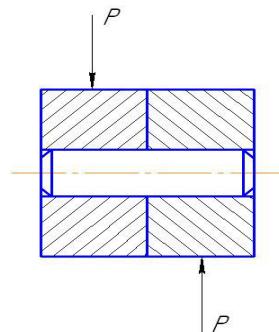


Рисунок 3.6 - Схема нагружения оси шарнира

$$\tau_c = \frac{18750}{3,14 \cdot \frac{0,03^2}{4}} = 26,5 \text{ МПа} < [\tau_c] = 60 \text{ МПа}.$$

Условие выполняется.

Проверка осей шарниров на смятие производится по следующему условию:

$$\tau_{cm} = \frac{P}{d \cdot l} \leq [\tau_{cm}] \quad (3.13)$$

где: l – длина втулки, м;

$[\tau_{cm}]$ – допускаемое напряжение на смятие, МПа (для Ст3 принимаем $[\tau_{cm}] = 80 \cdot \text{МПа}$ [2]).

$$\tau_{cm} = \frac{18750}{0,03 \cdot 0,06} = 10,4 \text{ МПа} \leq [\tau_{cm}] = 80 \text{ МПа}.$$

Условие выполняется.

3.2.6 Определение диаметра фундаментных болтов

Внутренний диаметр фундаментного болта для закрепления подъемника на полу определяется по следующей формуле:

$$d = 1,31 \cdot \sqrt{\frac{P}{[\sigma_p] \cdot n}}, \quad (3.14)$$

где: P – максимально возможная нагрузка на фундаментные болты, Н;

n – количество фундаментных болтов (в нашем случае $n = 14$);

$[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение на растяжение материала болта (для Ст3 принимаем $[\sigma_p] = 90 \cdot \text{МПа}$ [2]).

$$d = 1,31 \cdot \sqrt{\frac{200000}{90 \cdot 14 \cdot 10^6}} = 18,5 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр фундаментных болтов равным М20 по ГОСТ-7805-70.

3.3 Технология изготовления пневмобаллона

В пункте 3.2.1 был выбран материал для изготовления пневмобаллонов для подъемного механизма: резиновая пластина II, лист ПБМ-С-3-9-1000x2000x4.8 ГОСТ 7338-77 – пластина типа II с тремя тканевыми прокладками, толщиной 9 мм, размером 1000x2000 мм, повышенной масло-бензостойкости, работоспособной в среде нефтяных масел при температуре от -40 до +80°C [1].

Для изготовления вентиля пневмобаллона выбираем Трубу трубы 15x2,5 по ГОСТ 3262 – 75. Для этого сначала изготавливаем три круглые заготовки из сырой резины толщиной 2 мм: 180, 170 и 90 мм. Между двумя из этих заготовок укладывается два слоя прорезиненного чефера диаметром 150 мм с нанесением слоя клея (рисунок 3.7). Затем заготовки просушивают.

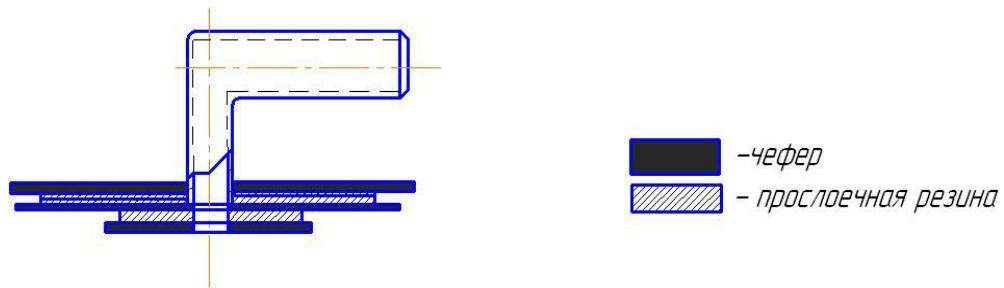


Рисунок 3.7 – Изготовление вентиля пневмобаллона

Затем в центре заготовок просверливают отверстие диаметром 20 мм и заготовки надевают заготовку трубы для вентиля. На основание вентиля надевают третью заготовку. Собранную заготовку с вентилем вулканизируют. Рекомендуются следующие режимы вулканизации: температура - 145±5°C, продолжительность вулканизации – 25 мин, нагрев – односторонний.

Далее приступают к изготовлению самого пневмобаллона. Для этого изготавливают заготовки из резиновой пластины размером 760x760 мм. Углы этих заготовок должны быть закруглены радиусом 100 мм. Края каждой заготовки необходимо срезать отдельно по слоям резиновой пластины. Ширина среза каждого слоя должна быть не менее 20 мм (рисунок 3.8). Каждый срезанный слой заготовки необходимо шероховать.

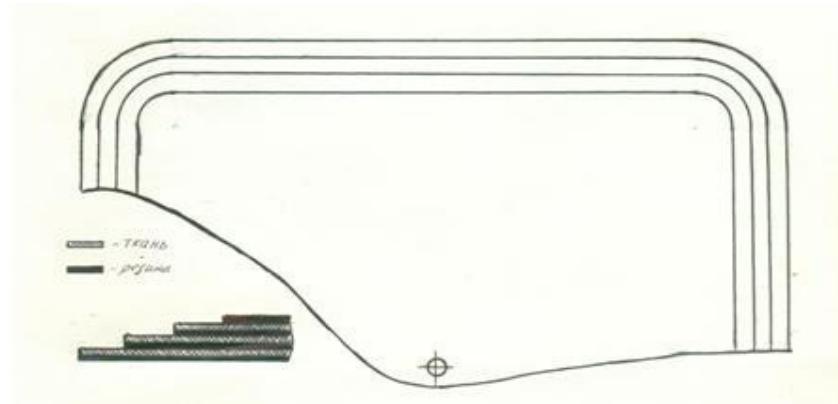


Рисунок 3.8 - Заготовка из резиновой пластины для изготовления пневмобаллона

Для установки вентиля берется одна из заготовок, в центре которого пробивается отверстие диаметром 15 мм. Поверхность вокруг этого отверстия необходимо шероховать. Затем на эту поверхность, а также на поверхность основания вентиля наносится в два слоя. При этом каждый слой клея необходимо просушивать. Основание вентиля прикладывают к поверхности пластины и прикатывают роликом.

Затем приступают к проклейке двух заготовок из резиновой пластины. На края пластин наносят 2 слоя клея. Каждый слой клея необходимо просушить при температуре 40°C в течении 1 ч. Затем края пластин прикладывают друг другу внутренними сторонами.

На шов накладывают обрезиненный корд толщиной 1,2 мм и прослоечную резину толщиной 0,7 мм, на каждый слой которых наносят слой клея и прикатывают роликом (рисунок 3.9).

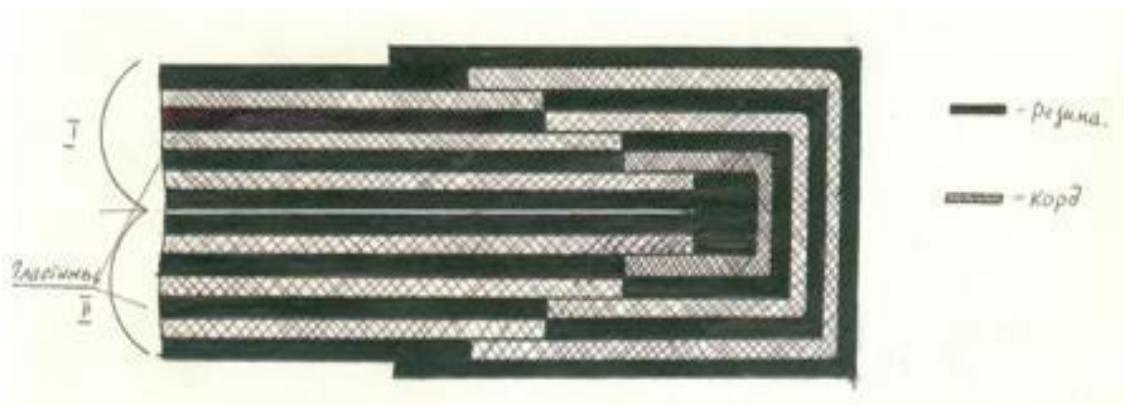


Рисунок 3.9 – Схема сборки пневмобаллона из резиновых заготовок.

После сборки шов пневмобаллона по периметру вулканизируют, применяя следующие режимы: температура $145\pm5^{\circ}\text{C}$, продолжительность 25 мин. После этого пневмобаллон тщательно осматривают. При этом необходимо обратить внимание на отсутствие трещин вулканизированных участках. Затем пневмобаллон испытывают на герметичность и прочность при давлении 0,63 МПа.

3.4 Требования по сборке и испытанию пневматического подъемника

Площадка для сборки и установки пневматического подъемника должна иметь ровную, гладкую и чистую поверхность.

Сначала на площадку укладывается нижняя рама. Затем к нижней раме устанавливают шарниры. При этом оси и шарниры необходимо смазать консистентной смазкой. Затем нижнюю раму крепят к полу фундаментными болтами.

Затем приступают к установке подъемного механизма. Для этого на нижнюю опору устанавливают пневмобаллон. После установки пневмобаллона необходимо произвести проверку его на работоспособность. Подачей сжатого воздуха давлением 0,05…1,0 МПа. При этом верхняя платформа должна поднимать и опускать без заеданий и перекосов.

Затем приступают к установки лонжеронов. Монтируют воздуховоды и элементы пневмосистемы подъемника. После чего производится проверка герметичности пневмосистемы.

После завершения сборки подъемника, производится его испытание в следующих режимах:

1. Испытание без нагрузки

Для этого в пневмосистему подается сжатый воздух под давлением 0,2…0,25 МПа и проводится подъем и опускание подъемника без нагрузки. При этом проверяют плавность хода (подъем и опускание) верхней рамы, герметичность пневмосистемы, отсутствие перекосов, посторонних шумов и.т.д.

2. Испытание рабочей нагрузкой

Для этого на подъемник устанавливают автомобиль. В пневмосистему подают сжатый воздух под давлением 0,5…0,02 МПа. Проверяется плавность подъема и опускания автомобиля, отсутствие перекосов, разрушений и повреждений подъемника и самого автомобиля, продолжительность опускания, который должен быть не менее 1 мин. если условие не соблюдается автомобиль снимают с подъемника, проверяют герметичность пневмосистемы и работоспособность и регулировки обратного клапана пневмосистемы. После устранения выявленных неисправностей испытание повторяют.

3. Испытание полной нагрузкой.

Для этого на подъемник устанавливают автомобиль массой не менее 20 тонн. В пневмосистему подают воздух под давлением 0,63 МПа. Проверяют отсутствие разрушений подъемника, прогибов рамы и других его частей.

После завершения испытания на табличке подъемника указывается дата проведения испытания и дата следующего испытания.

3.5 Требования по эксплуатации пневматического подъемника

Для пневматического подъемника предусмотрено проведение периодического технического обслуживания. Техническое обслуживание состоит из следующих видов работ: очистительные, контрольно-регулировочные, смазочные и крепежные.

Работы по смазки составных частей подъемника, а также по проверки их креплении проводятся не реже 1 раза в 6 месяцев. Смазки соединений составных частей подъемника производится через масленки смазкой УС – 2 ГОСТ 1033 – 75.

Испытание пневмобаллона, а также регулировочные работы проводятся не реже 1 раза в 2 месяца.

Своевременное проведение технического обслуживания и испытания подъемника обеспечивает его работоспособность в течении всего срока службы, а также безопасность его эксплуатации.

3.6 Экономическое обоснование пневматического подъемника

3.6.1 Расчёт массы и стоимости конструкции пневматического подъемника

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r) \cdot K \quad (3.15)$$

где G_k – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_r – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K=1,05\dots1,15$).

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Расчёт массы сконструированных деталей

№ пп	Наименование деталей.	Объём деталей, см ³ .	Удельный вес, кг/дм ³	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Ограждение	33.16	0.78	26	2	52
2	Платформа верхняя	99.74	0.78	78.2	2	156.4
3	Платформа опорная	134.31	0.78	105.3	2	210.6
4	Пневмобаллон	48.47	0.78	38	2	76
5	Рама верхняя	83.67	0.78	65.6	1	65.6
6	Рама нижняя	85.97	0.78	67.4	1	67.4
7	Шарнир	61.48	0.78	48.2	2	96.4
8	Опорный ланжерон	44.64	0.78	35	6	210
Итого:						934.4

Определим массу конструкции по формуле 4.1, подставив значения из таблицы 4.1:

$$G = (934.40 + 750.00) \cdot 1.20 = 1937.06 \text{ кг}$$

Определение балансовой стоимости новой конструкции производится на основе сопоставления ее отдельных параметров по расчетно-конструктивному способу с использованием среднеотраслевых нормативов затрат на 1 кг. массы:

$$C_6 = [G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_m) + C_{pd}] \cdot K_{naq} \quad (3.16)$$

где G_k – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

C_3 – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб. ($C_3=0,02\dots0,15$);

E – коэффициент измерения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска (так как конструкция является штучным производством, принимаем $E=1,5$);

C_m – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг. ($C_m=0,68\dots0,95$);

C_{pd} – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб.;

K_{naq} – коэффициент, учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости ($K_{naq} = 1,15\dots1,4$).

$$C_6 = (934.40 \cdot (0.15 \cdot 1.50 + 0.95) + 249000.00) \cdot 1.40 = 350137.09 \text{ руб.}$$

3.6.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, приведём исходные данные (см. таблицу 3.2).

Таблица 3.2 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
1	2	3
Масса конструкции, кг	1937.06	2500
Балансовая стоимость, руб.	350137.09	450000
Потребная мощность, кВт	4.5	8.8
Часовая производительность, ед/ч	6.7	5.5
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	450	450
Норма амортизации, %	16.6	16.6
Норма затрат на ремонт ТО, %	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч	400	400

С помощью этих данных рассчитываются технико-экономические показатели эффективности конструкции, и дается их сравнение.

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Энергоемкость процесса определяется из выражения:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_z} \quad (3.17)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – часовая производительность конструкции; ед./ч.

Подставив значения в формулу (3.17) получим:

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{8.8}{5.5} = 1.60 \text{ кВт}\cdot\text{ч/ед}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{4.5}{6.7} = 0.67 \text{ кВт}\cdot\text{ч/ед}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} \quad (3.18)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{сл}$ – срок службы конструкции, лет.

$$M_{e0} = \frac{2500.00}{5.5 \cdot 400 \cdot 7} = 0.1623 \text{ кг/ед.}$$

$$M_{e1} = \frac{1937.06}{6.7 \cdot 400 \cdot 7} = 0.1033 \text{ кг/ед.}$$

Фондоёмкость процесса определяется по формуле:

$$F_e = \frac{C_b}{W_z \cdot T_{год}} \quad (3.19)$$

где C_b – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{450000}{5.5 \cdot 400} = 204.55 \text{ руб/ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{350137.09}{6.7 \cdot 400} = 130.65 \text{ руб/ед.}$$

Трудоёмкость процесса определяется по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z} \quad (3.20)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{5.5} = 0.18182 \text{ чел ч/ед}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{6.7} = 0.14925 \text{ чел ч/ед}$$

Себестоимость работы определяется по формуле:

$$S = C_{зп} + C_э + C_{рто} + A \quad (3.21)$$

где $C_{зп}$ – затраты на оплату труда, руб/ед;

$C_{рто}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/ед;

$C_э$ – затраты на электроэнергию, руб/ед;

A – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на заработную плату определяются по формуле:

$$C_{зп} = Z \cdot T_e \quad (3.22)$$

где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{3n0} = 450 \cdot 0.18182 = 81.82 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{3n1} = 450 \cdot 0.14925 = 67.16 \text{ руб./ед}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_e = \Pi_e \cdot \mathcal{E}_e \quad (3.23)$$

где Π_e - комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт.

$$C_{30} = 6 \cdot 1.60 = 9,60 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{30} = 6 \cdot 0.67 = 4,03 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяются по формуле:

$$C_{pto} = \frac{C_6 \cdot H_{pto}}{100 \cdot W_q \cdot T_{год}} \quad (3.24)$$

где H_{pto} - суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{pto0} = \frac{450000 \cdot 15}{100 \cdot 5.5 \cdot 400} = 30.6818 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{pto1} = \frac{350137.09 \cdot 15}{100 \cdot 6.7 \cdot 400} = 19.5972 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяются по формуле:

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_q \cdot T_{год}} \quad (3.25)$$

где a - норма амортизации, %.

$$A_0 = \frac{450000 \cdot 16.6}{100 \cdot 5.5 \cdot 400} = 33.9545 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{350137.09 \cdot 16.6}{100 \cdot 6.7 \cdot 400} = 21.6876 \text{ руб./ед.}$$

Полученные значения подставим в формулу 3.21:

$$S_0 = 81.82 + 9,60 + 30.6818 + 33.955 = 156.05 \text{ руб./ед.}$$

$$S_1 = 67.16 + 4.03 + 19.5972 + 21.688 = 112.48 \text{ руб./ед.}$$

Приведённые затраты определяются по формуле:

$$C_{прив} = S + E_H \cdot F_e = S + E_H \cdot k \quad (3.26)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_H = 0,1$);

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 156.05 + 0.15 \cdot 204.55 = 186.736 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 112.48 + 0.15 \cdot 130.65 = 132.076 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_q \cdot T_{\text{год}} \quad (3.27)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (156.05 - 112.48) \cdot 6.7 \cdot 400 = 116782.86 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_q \cdot T_{\text{год}} \quad (3.28)$$

$$E_{\text{год}} = (186.74 - 132.08) \cdot 6.7 \cdot 400 = 146489.57 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{61}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.29)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{350137.09}{116782.86} = 3,0 \text{ лет}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{эфф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_6} \quad (3.30)$$

$$E_{\text{эфф}} = \frac{116782.86}{350137.09} = 0.33$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	2	3	4	5
1	Часовая производительность, ед/ч	5.5	6.7	122
2	Фондоёмкость процесса, руб./ед	204.5455	130.6482	64
3	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	1.6000	0.6716	42
4	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0.1623	0.1033	64
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/ед.	0.1818	0.1493	82
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	156.05	112.48	72
7	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	186.74	132.08	71
8	Годовая экономия, руб./ед.	116782.86		
9	Годовой экономический эффект, руб.	146489.57		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	3.00		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0.33		

Как видно из таблицы 3.3 спроектированная конструкция пневматического подъемника является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: 3,0 года, и коэффициент эффективности равен: 0,33.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе спроектирован шиномонтажный участок пункта технического обслуживания грузовых автомобилей и автомобилей, разработаны мероприятия по техническому обслуживанию автомобилей, обоснованы методы организации технического обслуживания автомобилей, разработан автомобильный пневматический подъемник.

Разработанный подъемник предназначен для поднятия автомобилей и автобусов с вывешиванием колес для их снятия и замены. Произведен расчет технико-экономических показателей разработанного подъемника. В результате внедрения разработанной конструкции можно получить годовую экономию в размере 116782.86 руб., срок окупаемости капитальных вложений составит 3,0 года.

Спроектированный шиномонтажный участок отвечает современным требованиям и оснащен необходимым оборудованием и инструментами. Обоснованы площадь поста, подбор оборудования и количества обслуживающего персонала.

В данной работе также рассмотрены вопросы охраны труда и окружающей среды при проведении технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Правильная организация и своевременное проведение технического обслуживания и ремонта автомобилей позволит обеспечить их работоспособность в течении всего срока эксплуатации, снизить затраты на ремонт и запасные части, а также повысить уровень технической готовности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анульев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т.: Т. 1. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
2. Анульев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т.: Т. 2. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.: ил.
3. Анульев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т.: Т. 3. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2001. – 864 с.: ил.
4. Безопасность жизнедеятельности: Производственная безопасность и охрана труда на предприятиях автосервиса: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю. Г. Сапронов. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 304 с.
5. Безопасность жизнедеятельности : Учебное пособие / Под редакцией Н.Н. Гребневой. Тюмень : Изд-во ТюмГУ, 2012. 320 с.
6. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС). – Казань, 2012. – 64 с.
7. Дипломное проектирование автотранспортных предприятий: Учебное пособие / Туревский И. С. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 240 с.
8. Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте. ПОТ Р М-027-2003. - СПб.: ЦОТПБСП, 2003.
9. Мишин М.М. Проектирование предприятий технического сервиса.: Учебное пособие./М.М. Мишин, П.Н. Кузнецов – Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2008. – 213 с.

10. Предприятия автосервиса. Производственно-техническая база: учебное пособие. Изд. 2-е. доп. и перераб./ Рыбин Н. Н. - Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та , 2005.—147 с.
11. Профилактика профессиональных заболеваний : учеб. пособие / Е. Г. Бардина, О. М. Зуева, Л. А. Иванова ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2016.
12. Сарбаев В.И., Селиванов С.С., Коноплев В.Н., Демин Ю.Н. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов / Серия «Учебники, учебные пособия».—Ростов н/Д:«Феникс», 2004.—448с
13. Сырбаков А.П. Диагностика и техническое обслуживание: учебное пособие / А.П. Сырбаков, М.А. Корчуганова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 220 с.
14. Тищенко Н.Т. Технологические процессы технического обслуживания, ремонта и диагностики автомобилей [Текст]: учебное пособие / Н.Т. Тищенко, Ю.А. Власов, Е.О. Тищенко. –Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2010. – 159 с.
15. Шапошников Ю.А. Технология технического обслуживания и текущего ремонта автомобиля. Курс лекций для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство». - Барнаул: АлтГТУ, 2009. - 274с.
16. Экология и автомобиль : учебник для нач. проф. образова-ния / М.В. Графкина, В.А. Михайлов. — 4-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 112 с.
17. Яговкин А.И. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин. - М: Академия, 2008. – 400 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 – Распределение годового объема работ

Место выполнения по видам работ			Трудоемкость по видам работ (годовой объем)										ΣT_{Γ} , чел·час			
			EO _C		EO _T		TO-1		TO-2		TP					
			%	чел·час	%	чел·час	%	чел·час	%	чел·час	%	чел·час				
Зоны	Зона EO	Уборочно-моечные	30	9666,6	100	2080,6								11747,2		
		Заправочные.	11	3544,4										3544,4		
		Остальные	59	19011										19011		
	TO-1 (кроме диагностики)						92	35817,4						35817,4		
	TO-2 (кроме диагностики)								93	48275,4				48275,4		
	Д-1 (общая)						8	3114,6			1	1031,2		4145,8		
	Д-2 (углубл)								7	3633,6	1	1031,2		4664,8		
	TP постовые (кроме диагн)										42	43311,7		43311,7		
	Агрегатный										17	17530,9		17530,9		
	Слесарно-механический										8	8249,8	48*	11637,9		
Участки (цеха)	Электротехнический										7	7218,6	25*	6061,3		
	Аккумуляторный										2	2062,5		2062,5		
	Ремонт приборов сист. Питания										3	3093,7		3093,7		
	Шиномонтажный										2	2062,5		2062,5		
	Вулканизационный										2	2062,5		2062,5		
	Кзнично-рессорный										3	3093,7	2*	484,9		
	Медницкий										2	2062,5	1*	242,45		
	Сварочный										2	2062,5	4*	969,8		
	Жестяницкий										2	2062,5	4*	969,82		
	Арматурный										3	3093,7		3093,7		
	Обойный										3	3093,7	16*	3879,28		
	Таксометровый										-	-	-	-		
Общая территория (вспомогательные)													50	24245,5		
Всего			100	32222	100	2080,6	100	38932	100	51909	100	103123,2		48491		
* - процент берется от строки общая территория (вспомогательные).																

* - процент берется от строки общая территория (вспомогательные).

Приложение 2 – Численность производственных рабочих

Место выполнения по видам работ			Годовой объем работ Σ ТГ, чел · час	Годовой фонд времени		Количество технологически необходимых рабочих		Количество рабочих штатных		Коэффициент штатности $\eta_{ш} = \frac{P_T}{P_{ш}}$		
				Φ_T , ч	$\Phi_{ш}$, ч	Расч.Р _T	Прин. Р _T	$P_{ш} = T_G / \Phi_{ш}$, чел	Расч. Р _ш	Прин. Р _ш		
Зоны	Зона ЕО	Уборочномоечные	11747,2	2070	1820	5,67	6	6,45	6	1		
		Заправочные	3544,4	2070	1820	1,7	2	1,9	2	1		
		Остальные	19011	2070	1820	9,1	9	10,44	10	0,9		
	ТО-1 (кроме диагностики)		35817,4	2070	1820	17,3	17	19,67	20	0,85		
	ТО-2 (кроме диагностики)		48275,4	2070	1820	23,3	23	26,52	26	0,88		
	Д-1 (общая)		4145,8	2070	1820	2	2	2,27	2	1		
	Д-2 (углубл.)		4664,8	2070	1820	2,2	2	2,56	2	1		
	TP (кроме диагн)		43311,7	2070	1820	20,9	21	23,79	24	0,87		
	Агрегатный		17530,9	2070	1820	8,4	8	9,6	10	0,8		
	Слесарно- механический		19887,7	1830	1610	10,8	11	12,3	12	0,91		
Участки (цеха)	Электротехнический		13279,9	2070	1820	6,4	6	7,29	7	0,85		
	Аккумуляторный		2062,5	1830	1610	1,1	1	1,28	1	1		
	Ремонтприборов сист. питания		3093,7	1830	1610	1,69	2	1,92	2	2		
	Шиномонтажный		2062,5	2070	1820	0,99	1	1,13	1	1		
	Вулканиза-ционный		2062,5	2070	1820	0,99	1	1,13	1	1		
	Кзнечно-рессорный		3578,6	1830	1610	1,95	2	2,22	2	2		
	Медницкий		2305	1830	1610	1,25	1	1,43	1	1		
	Сварочный		3032,3	1830	1610	1,65	2	1,88	2	2		
	Жестяницкий		3032,3	1830	1610	1,65	2	1,88	2	2		
	Арматурный		3093,7	1830	1610	1,69	2	1,92	2	2		
Общий			6972,9	2070	1820	3,3	3	3,83	4	0,75		
Таксометровый			-	-	-	-	-	-	-	-		
Общая территория (вспомогательные)			24245,5	2070	1820	11,7	12	13,3	13	0,92		
Всего:			276757,7	-	-	-	136	-	152			