

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Институт механизации и технического сервиса

Направление подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность (профиль): «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»

Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проект поста технического обслуживания легковых автомобилей с разработкой подъемника для проверки стояночного тормоза

Шифр ВКР.230303.233.21

Студент группы Б272-08у  Гиниятуллин Р.Ф.,

подпись

Ф.И.О.

Руководитель доцент  Матяшин А.В.,

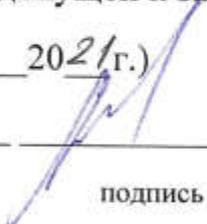
ученое звание

подпись

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол № 10 от 09.03. 2021 г.)

Зав. кафедрой профессор  Адигамов Н.Р.,

ученое звание

подпись

Ф.И.О.

Казань – 2021 г.

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

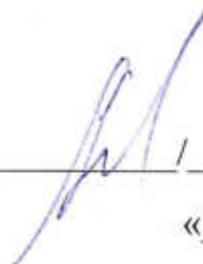
Институт механизации и технического сервиса

Направление подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность (профиль): «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»

Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

Зав. кафедрой



«УТВЕРЖДАЮ»

Азхагомов Н. Р.

«23» 02 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Тимееву Р. Р.

Тема ВКР Проект поста технического обслуживания легковых автомобилей в разрезной поребрике для проверки стенового горюча

утверждена приказом по вузу от «24» 02. 2021 г. № 51

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР 09.03.2021

2. Исходные данные 1. Наука техн. сб-я

по исследуемому вопросу
2. Комплект обслуживаемых автомобилей
3. Условия эксплуатации и режим работы.

3. Перечень подлежащих разработке вопросов _____

1. Состояние вопроса
2. Технологическая часть ВКР
3. Конструкторская часть ВКР

4. Перечень графических материалов _____

1. План ПТО
2. Операционно-технологическая карта
3. Видов конструкции
4. Сборочные и рабочие чертежи
5. Экономические расчеты

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Вопросы охраны труда	доц. Тарзиев ИК
Экономические расчеты	доц. Сафиуллин ИИ

6. Дата выдачи задания 15.02.2021.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ состояния вопроса	20.01.2021	по плану
2	Технологическая часть	1.02.2021	по плану
3	Конструкторская часть	15.02.2021	по плану
4	Экономические расчеты	20.02.2021	по плану
5	Оформление ВКР	07.03.2021	по плану

Студент Тимургуллин Р.Р. (ИИ)

Руководитель ВКР доц. Владислав В. Аляев

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе

на тему «Проект поста технического обслуживания легковых автомобилей с разработкой подъемника для проверки стояночного тормоза»

Состав выпускной квалификационной работ:

1. Пояснительная записка (___ листов машинописного текста);
2. Графическая часть (6 листов формата А1).

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает ___ рисунков, ___ таблицы. Список используемой литературы содержит ___ наименований.

В первом разделе рассмотрен анализ состояния вопроса по теме выпускной квалификационной работы, а в частности, рассмотрены особенности эксплуатации автомобилей и организации технической эксплуатации, описание мероприятий, проводимых при техническом обслуживании тормозной системы, а также обзор конструкций оборудования для проверки эффективности работы тормозной системы.

Во втором разделе выполнены технологические расчет по организации работы поста технического обслуживания легковых автомобилей, а также обоснован площадь этого поста и подобрано оборудование. Разработаны мероприятия по охране труда и окружающей среды при выполнении работ на посту технического обслуживания.

В третьем разделе приводится описание разрабатываемого подъемника для проверки стояночной тормозной системы и конструктивные расчеты элементов подъемника. Приводятся требования безопасной эксплуатации данной конструкции и расчеты по технико-экономическому обоснованию подъемника.

Пояснительная записка завершается заключением и списком использованной литературы.

ANNOTATION

to the final qualifying work

on the topic "Project of a maintenance station for cars with the development of a lift for checking the parking brake"

The composition of the final qualifying work:

1. Explanatory note (___ typewritten sheets);
2. Graphic part (6 sheets of A1 format).

The explanatory note consists of an introduction, three sections, a conclusion and includes ___ figures, ___ tables. The list of used literature contains ___ titles.

In the first section, the analysis of the state of the issue on the topic of the final qualification work is considered, and in particular, the features of the operation of cars and the organization of technical operation, a description of the measures taken during the maintenance of the brake system, as well as an overview of equipment designs to check the effectiveness of the brake system are considered.

In the second section, technological calculations for organizing the work of a maintenance post for passenger cars were performed, and the area of this post was substantiated and equipment was selected. Measures have been developed to protect labor and the environment when performing work at the maintenance post.

In the third section, a description of the developed lift for testing the parking brake system and structural calculations of the lift elements are given. The requirements for safe operation of this structure and calculations for the feasibility study of the lift are given.

The explanatory note ends with a conclusion and a list of used literature.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА	
1.1 Особенности эксплуатации автомобильного транспорта	
1.2 Организация технической эксплуатации легковых автомобилей ...	
1.3 Технология проверки тормозных систем автомобилей	
1.4 Оборудование для проверки тормозной системы автомобилей	
1.5 Патентный обзор способов и оборудования для проверки стояночного тормоза автомобиля	
1.6 Цели и задачи ВКР	
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1. Выбор данных для технологического расчета.....	
2.2 Определение количества условных автомобилей	
2.3 Определение объема работ, выполняемых на посту ТО	
2.3.1 Корректирование удельной трудоемкости ТО и ремонта автомобилей	
2.3.2 Определение годовой трудоемкости ТО и ремонта автомобилей	
2.3.3 Определение трудоемкости вспомогательных работ	
2.3.4 Расчет общего объема работ.....	
2.4 Расчет количества рабочих зон на посту ТО	
2.5 Определение количества обслуживающего персонала	
2.5.1 Определение явочного количества основного обслуживающего персонала	
2.5.2 Определение количества вспомогательного персонала	
2.6 Выбор технологического оборудования для поста ТО	
2.7 Обоснование площади поста ТО автомобилей	
2.8 Обоснование планировочного решения поста ТО	

2.9	Безопасность жизнедеятельности.....	
2.9.1	Обеспечение безопасности труда при ТО и ремонте автомобилей	
2.9.2	Требования пожарной безопасности	
2.9.3	Физическая культура на производстве.....	
2.10	Экологическая безопасность	
3.	КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА.....	
3.1	Обоснование темы конструкторской разработки	
3.2.	Назначение разрабатываемого подъемника	
3.3	Устройство и принцип действия подъемника	
3.4	Конструктивные расчёты	
3.4.1	Расчёт сварных соединений платформы	
3.4.2	Расчёт подшипника	
3.4.3	Расчёт оси на срез	
3.4.4	Расчёт гидропривода	
3.5	Требования безопасности при выполнении работ на подъемнике ...	
3.6	Экономическое обоснование конструкции	
3.6.1	Расчёт массы и стоимости конструкции.....	
3.6.2	Расчёт технико-экономических показателей эффективности	
	конструкции и их сравнение.....	
	ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ	
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
	СПЕЦИФИКАЦИИ.....	

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время во всех отраслях народного хозяйства нашей страны используются различные транспортные и транспортно-технологические машины и оборудования, которые отличаются сложностью конструкции, оборудованные современными агрегатами и системами. Обслуживание и ремонт современной техники необходимо осуществлять в специализированных предприятиях технического сервиса.

Для предприятий, эксплуатирующих автомобильный транспорт большое значение имеет обеспечение их высокой работоспособности. Это достигается своевременной и качественным выполнением операции технического обслуживания и ремонта машин, а также их правильной организацией. От высокой работоспособности автомобильного транспорта зависит эффективность выполнения технологических процессов любого предприятия, обусловленное снижением себестоимости выполняемых работ и повышением показателей конечных результатов хозяйственной деятельности предприятия.

В современных условиях для правильной организации технического обслуживания и ремонта техники необходимо соответствующая материальная база и квалифицированный персонал. Снижение затрат на техническое и ремонт техники обеспечивается применением современных технологий, технологического оборудования и технических средств. Кроме того, используемое при техническом оборудовании и ремонте технологическое оборудование должен быть простым по конструкции, в эксплуатации и универсальным.

В связи с этим, в данной работе рассматриваются вопросы, связанные с эксплуатацией и организацией технического обслуживания легковых автомобилей, а также с обоснованием конструкции подъемника для проверки стояночного тормоза.

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1 Особенности эксплуатации автомобильного транспорта

На эффективность эксплуатации автомобильного транспорта, в основном, оказывают влияние эксплуатационные и природно-климатические факторы.

К эксплуатационным факторам относятся технические, организационные и производственные условия эксплуатации автомобильного транспорта.

К техническим условиям относятся условия, которые влияют на надежность и работоспособность автомобилей. Например, своевременное и качественное выполнение элементов технической эксплуатации, наличие технологического оборудования и другие.

К организационным условиям относятся форма организации технической эксплуатации, состав обслуживающего персонала, их квалификация и другие.

К производственным условиям относятся форма организации работы автомобильного парка, рациональность планирования состава и количества автомобилей и непосредственная их производственная эксплуатация.

От природно-климатических факторов зависит интенсивность износа систем и агрегатов автомобилей. К таким факторам относятся условия и рельеф местности, при которых эксплуатируются автомобили.

1.2 Организация технической эксплуатации легковых автомобилей

Основными элементами технической эксплуатации автомобилей является техническое обслуживание и ремонт, которые должны проводиться в специализированных производственных помещениях.

В составе материально-технической базы крупных автотранспортных предприятий имеются зоны ТО и ремонта автотранспорта. Небольшие предприятия, а также владельцы личных автомобилей проводят обслуживание и ремонт в условиях станций технического обслуживания (СТО) или фирменных автомастерских.

Организация работ на специализированных участках технического обслуживания и ремонта автомобилей предполагает их выполнение на отдельных рабочих постах. Рабочие посты могут быть разделены по видам выполняемых работ (универсальные или специализированные), по расположению на участке (параллельного или последовательного расположения).

В зависимости от вида выполняемых работ рабочие посты оснащаются соответствующим оборудованием и техническими средствами. Кроме этого, рабочие посты могут иметь напольное исполнение, могут быть расположены на осмотровых ямах. На постах напольного исполнения производятся работы, не требующие подъема автомобиля, например, осмотровые, уборочно-моечные и другие.

На постах, расположенных на осмотровых ямах проводятся работы снизу автомобиля, что делает их более универсальной по сравнению с постами напольного исполнения. Кроме того, посты могут быть оборудованы подъемниками, что позволяет выполнять работы сразу на двух уровнях с вывешиванием автомобиля.

Подъемниками могут быть оборудованы универсальные и специализированные посты. На специализированных постах подъемник может быть оснащен специализированным оборудованием, например, пост регулировки схождения передних колес автомобилей.

На производственных участках могут быть организованы посты обслуживания и ремонта отдельных систем или узлов автомобилей, таких как электрооборудование, системы питания, шиномонтажный пост и другие.

1.3 Технология проверки тормозных систем автомобилей

Проверка тормозной системы автомобиля включает в себя проверку технического состояния тормозных колодок, тормозных дисков, работоспособности стояночного тормоза, уровня тормозной жидкости в системе, а также проверку степени износа отдельных узлов тормозной системы.

Эффективность работы тормозной системы влияет на безопасность движения автомобиля. Проверка тормозной системы производится при периодических технических обслуживаниях, а также при выявлении снижения эффективности ее работы. Поэтому проверку тормозной системы автомобиля необходимо начинать с проверки ее эффективности в целом, при котором можно выявить признаки неисправности тормозной системы, основными из которых являются: скрежет, глухой шум или вибрация при торможении, увод автомобиля в сторону в процессе торможения, а также неправильная работа педали тормоза. На постах технического обслуживания и ремонта автомобилей эффективность тормозной системы проверяется на специальных тормозных стендах.

После выявления признаков неисправности приступают к более детальной проверке тормозной системы. При этом выполняются следующие операции:

1. Внешний осмотр. При этом проверяют герметичность тормозной системы, внешнее состояние тормозных шлангов, трубок и элементов тормозных механизмов колес. На элементах тормозной системы, в местах соединения шланг и трубок не должно быть течи тормозной жидкости. Шланги и трубки не должны быть трещины, разрывы, потертости. Они должны быть надежно закреплены. Не допускается наличие вмятин, механических повреждений и глубокой коррозии на трубках тормозной системы. При обнаружении неисправностей шланги и трубки следует заменить, течь тормозной жидкости устранить.

2. Проверка уровня и состояния тормозной жидкости. Уровень тормозной жидкости должен быть на отметки, нанесенным на корпус бачка. При низком уровне жидкости, если отсутствует течь, необходимо произвести долив. При этом проверить совместимость старой и новой жидкости. Цвет тормозной жидкости должен быть светлым. Не должно быть посторонних механических примесей.

3. Проверка технического состояния и степени износа колодок (накладок и дисков) тормозных механизмов передних и задних колес. Тормозные колодки и накладки следует заменить, если величина их износа выше допустимого значения. Тормозной диск должен вращаться свободно, без заеданий. На рабочих поверхностях тормозного диска не должно быть трещин и глубоких борозд. Также следует проверить осевое биение тормозного диска, т.к. его наличие способствует появлению биения и вибрации при торможении.

4. Проверка стояночной тормозной системы. Проверка стояночного тормоза автомобиля осуществляется на площадке или эстакаде с уклоном. При этом величина уклона, при котором автомобиль должен находиться неподвижно, зависит от типа автомобиля (рисунок 1.1).



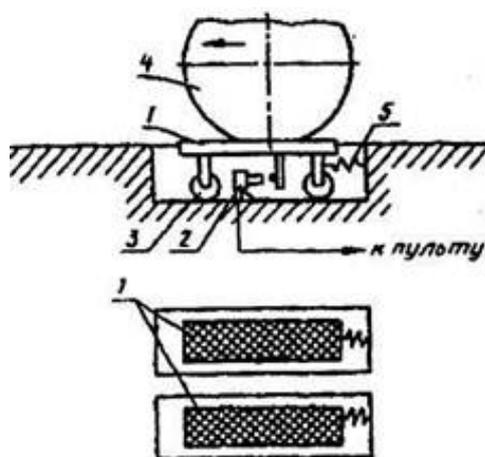
Рисунок 1.1 – Проверка стояночной тормозной системы

5. После замены и регулировки элементов тормозной системы автомобиля необходимо еще раз проверить эффективность торможения на стенде.

1.4 Оборудование для проверки тормозной системы автомобилей

Проверка эффективности тормозной системы осуществляется на стендах, обеспечивающих проверку сил сцепления заторможенных колес автомобиля с рабочей поверхностью стенда. В настоящее время выпускаются два типа тормозные стендов — площадочные и роликовые.

На рисунке 1.2 представлен площадочный тормозной стенд, который предназначен для проведения проверки общего технического состояния тормозных систем автомобиля. По конструкции стенд выполнен в виде четырех площадок 1, которые опираются на катки 3. Для обеспечения наилучшего сцепления с колесом 4 автомобиля площадки имеют рифленую поверхность. Датчики 2 фиксируют величину перемещения площадок при торможении автомобиля. Управление стендом осуществляется с помощью пульта.



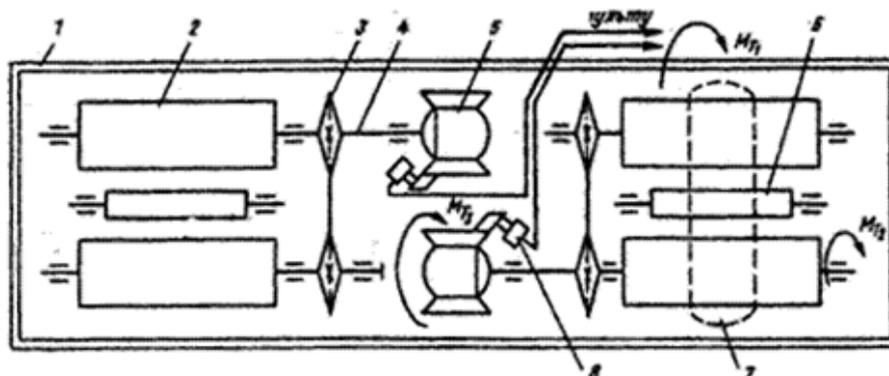
- 1 - площадки; 2 - датчики перемещения площадки; 3 - опорные катки площадки;
4 - колесо автомобиля; 5 - возвратная пружина

Рисунок 1.2 - Схема площадочного тормозного стенда

Однако такие стенды не нашли широкое применение, т.к. для использования стенда требуется площадка для разгона автомобиля. При этом стенд отличается низкой точностью результатов измерений, низким уровнем безопасности при проведении измерений.

На практике наибольшее распространение получили роликовые стенды. Общее устройство всех роликовых стендов включает в себя раму, опорно-приводное устройство, измерительные приборы (рисунок 1.3).

Роликовые стенды позволяет измерить следующие показатели: тормозную силу каждого колеса, синхронность срабатывания тормозов колес отдельной оси и время срабатывания тормозного привода.



1 - рама стенда; 2 - ролики; 3 - цепная передача; 4 - приводной вал; 5 - мотор-редуктор; 6 - пневмоподъемник; 7 - колесо автомобиля; 8 - датчик усилия

Рисунок 1.3 - Схема роликового тормозного стенда:

К достоинствам роликовых тормозных стендов относятся высокая точность измерений, удобство проведения измерений, а также возможность проведения регулировочных работ и проверки эффективности тормозной системы. Однако к недостаткам относятся высокая металло- и энергоемкость и высокую стоимость.

Как было отмечено в пункте 1.3 проверка стояночного тормоза автомобиля осуществляется на площадке или эстакаде с уклоном. Однако, не все станции технического обслуживания автомобилей имеют такую возможность, а соответствующих стендов и оборудования не существуют.

1.5 Патентный обзор способов и оборудования для проверки стояночного тормоза автомобиля

Известен способ испытания стояночной тормозной системы транспортных средств (патент RU 2244911), суть которого заключается в создании определенного усилия, с которым осуществляется тяга заторможенного стояночным тормозом транспортного средства. Создание требуемого усилия может осуществляться с помощью лебедки через динамометр (рисунок 1.4) или с помощью набора грузов (рисунок 1.5).

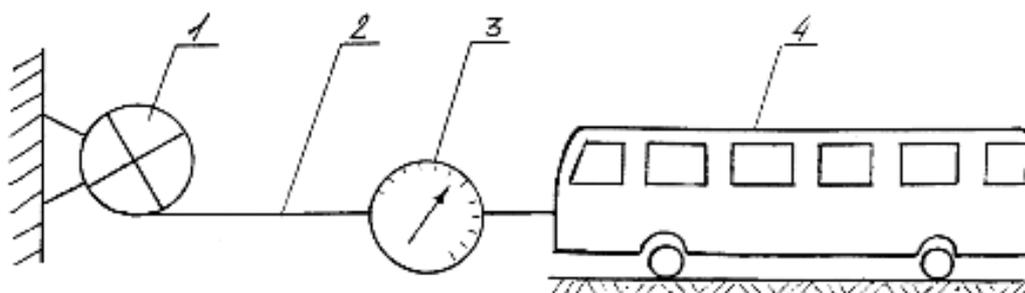


Рисунок 1.4 – Способ проверки стояночного тормоза автомобиля с помощью лебедки и динамометра

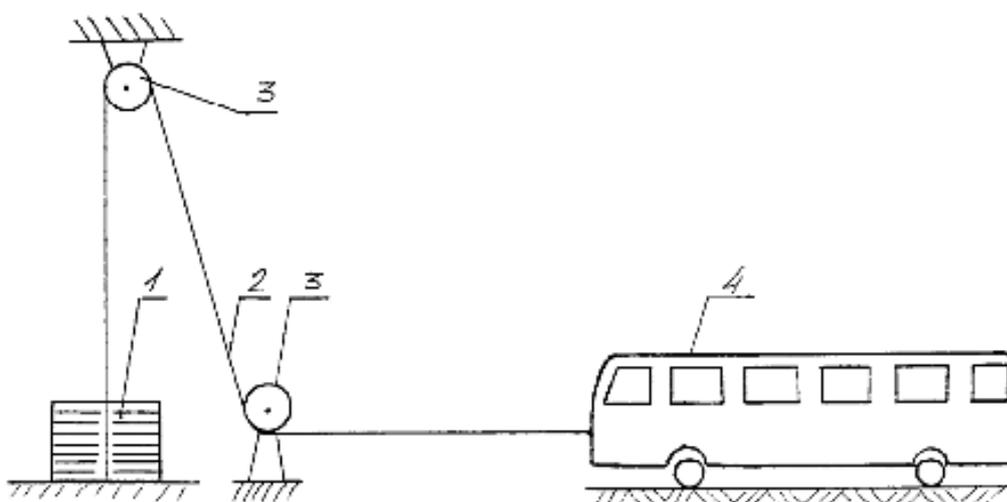
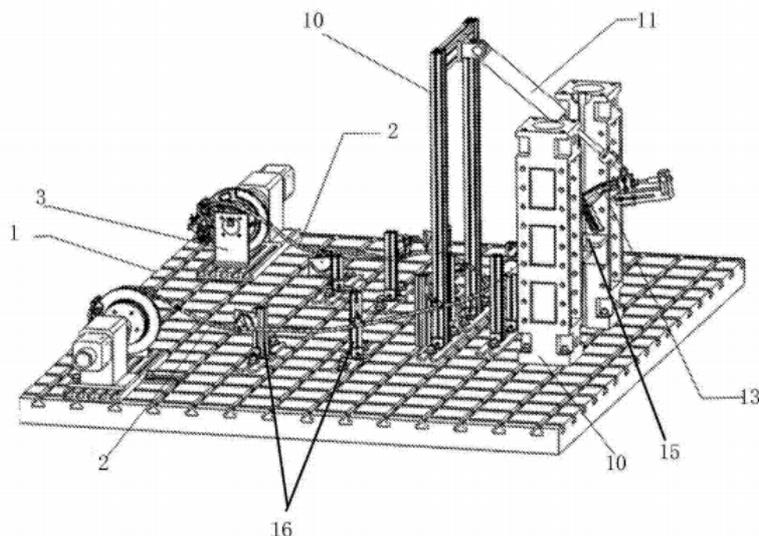


Рисунок 1.5 - Способ проверки стояночного тормоза автомобиля с помощью набора грузов

Основными преимуществами данного способа является простота проведения измерений, для которого не требуется дорогостоящего оборудования и дополнительных площадок.

Известна также установка для проверки стояночной тормозной системы (патент CN207280735U, Китай), которая состоит из испытательной платформы, драг-лайна, контроллера и двух комплектов устройств управления ступицей колеса (рисунок 1.6).



1 - испытательная платформа; 2 – драглайн; 3 - кронштейн крепления ступицы колеса; 4 – серводвигатель; 5 - ступица торможения; 6 - диски для крепления ступицы колеса; 7 – ретардер; 8 - датчик крутящего момента; 9 - угловые преобразователи; 10 - стойка; 11 – привод; 12 - привод разблокировки тормозов; 13 – рукоятка; 14 - датчик тягового усилия; 15 – скобки; 16 – опора троса

Рисунок 1.6 – Общий вид установки для проверки стояночной тормозной системы (патент CN207280735U, Китай)

Испытательная платформа закрепляется на основании, натянутый драглайн должен быть подсоединен к устройству управления ступицей колеса. Устройство управления ступицей колеса расположено спереди или сзади установки, два комплекта устройств управления ступицами колеса расположены параллельно. Устройство управления и устройство управления ступицей колеса электрически связаны с контроллером соответственно. Установка из стоянка тормозная система имеет простую конструкцию, гибкую регулировку, характеристики компактной компоновки и очень практична, может применяться в различных, может реализовать надежную аутентификацию стоянка тормозная система автомобиля.

Известен стенд испытания стояночных тормозных систем транспортных средств (патент RU 2630345). Данный стенд может устанавливаться на осмотровой яме или на подъемнике (рисунок 1.7).

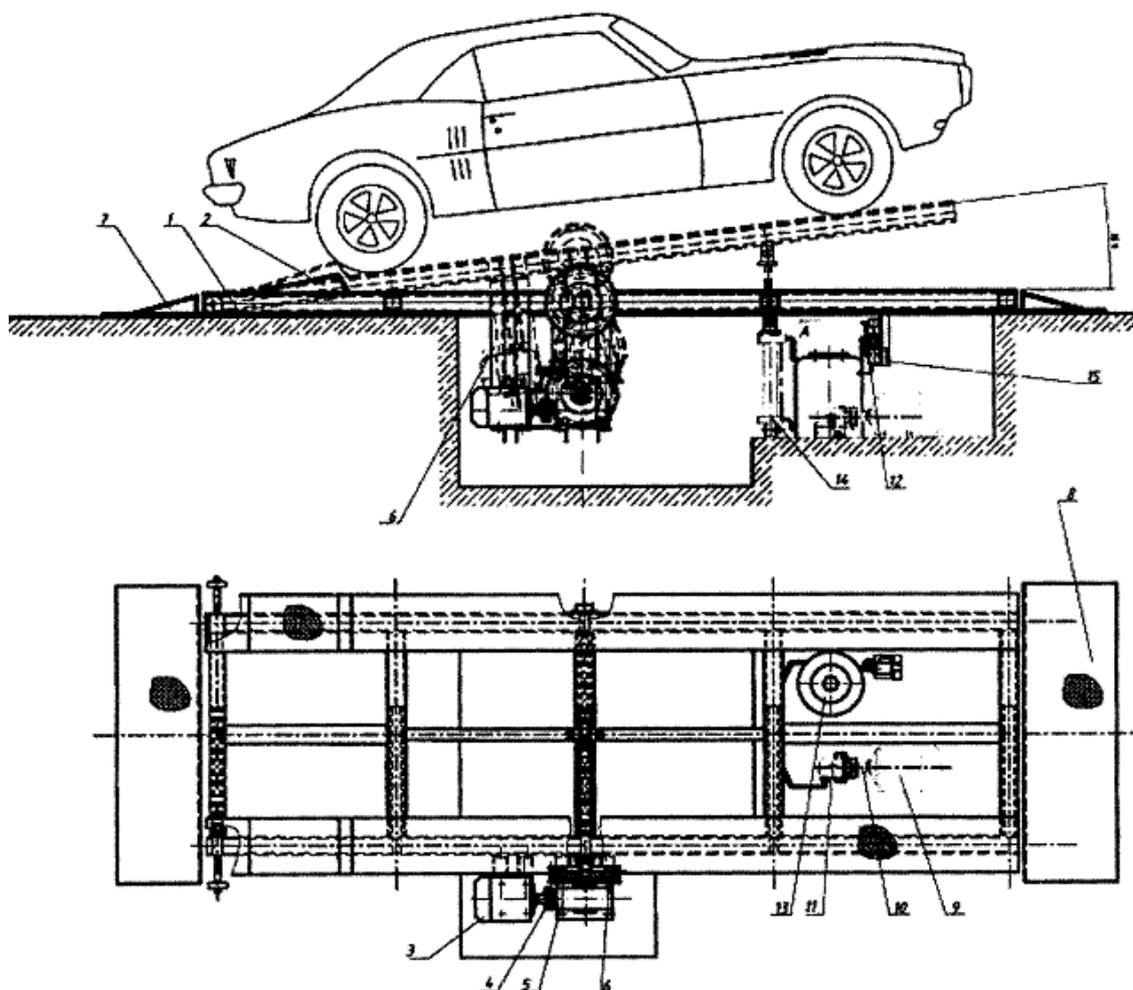


Рисунок 1.7 - Стенд испытания стояночных тормозных систем транспортных средств (патент RU 2630345)

Стенд выполнен в виде подъемника-опрокидывателя и состоит из рамы 1, в которой обеспечена возможность регулировки расстояния между опорами под колеса. Регулировка производится при помощи винтовой передачи с электроприводом, который включает в себя электродвигатель 3, червячный редуктор 5 и клиноременную передачу 6. Заезд автомобиля на подъемник осуществляется через въездной мостик 7, а выезд - через настил 8.

Подъем стенда производится гидроцилиндром 14. Стенд имеет собственную гидростанцию, элементами которого являются электродвигатель 9, муфта 10, масляной насос 11, гидрораспределитель 12 и гидробак 13. Управление стендом производится через пульт 15.

При проверке стояночного тормоза автомобиля сначала устанавливается необходимое расстояние между опорами. Автомобиль заезжает на подъемник по мостику 7 и выдвигают упоры 2. Далее осуществляется осмотр и проверка элементов стояночного тормоза, при необходимости производится регулировка стояночной тормозной системы. После производится опрокидывание автомобиля на нужный угол.

1.6 Цели и задачи ВКР

Своевременное и качественное техническое обслуживание и ремонт автомобилей имеет очень важное значение, т.к. от их технического состояния зависит безопасность движения, экологическая безопасность, а также эффективность эксплуатации.

В связи с этим, целью данной работы является изучение вопросов, связанных с техническим обслуживанием различных систем и агрегатов автомобиля, в частности, тормозной системы.

Задачами данной работы являются:

- провести анализ состояния вопроса;
- провести технологические расчеты по техническому обслуживанию легковых автомобилей;
- разработать мероприятия по охране труда и окружающей среды при техническом обслуживании автомобилей;
- обосновать конструкцию и провести расчеты стенда для проверки стояночного тормоза автомобиля;
- дать технико-экономическую оценку разработанной конструкции.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим технологический расчет поста технического обслуживания автомобилей с годовой программой обслуживания автомобилей до 1500 единиц. Данный пост предназначен для выполнения всех видов по техническому обслуживанию автомобилей.

2.1 Выбор данных для технологического расчета

Исходными данными для технологического расчёта поста технического обслуживания являются следующие:

- планируемое годовое количество обслуживаемых легковых автомобилей – 1500;
- количество обслуживаний одного автомобиля в год - 2;
- примерное распределение обслуживаемых автомобилей по классам:
 - особо малый класс – 10%;
 - малый класс – 60%;
 - средний класс – 30%;
- климатические условия эксплуатации автомобилей - умеренные;
- режим работы поста:
 - количество рабочих дней в году – 305;
 - коэффициент сменности – 1,5;
 - продолжительность смены – 7 ч.

2.2 Определение количества условных автомобилей

В качестве условного автомобиля принимаем автомобиль, на котором выполняются весь комплекс работ по техническому обслуживанию в течение года.

Количество условных автомобилей, обслуживаемых в течении года определяется по следующей формуле:

$$A_{\text{усл}} = A_{\text{ГОД}} \cdot K_{\text{ОБС}} , \quad (2.1)$$

где $A_{\text{ГОД}}$ - планируемое годовое количество обслуживаемых легковых автомобилей;

$K_{\text{ОБС}}$ - коэффициент, учитывающий долю автомобилей, пользующихся услугами поста ТО (принимаяем $K_{\text{СТО}} = 0,45...0,60$ []).

$$A_{\text{усл}} = 1500 \cdot 0,6 = 900 \text{ ед.}$$

В течении года возможно увеличение планируемого количества обслуживаемых автомобилей. В этом случае количество обслуживаемых автомобилей определяется по следующей формуле:

$$A = A_{\text{усл}} \cdot K_p \cdot K_T + A_{\text{усл}} \quad (2.2)$$

где K_p - коэффициент, учитывающий увеличение количества автомобилей в год (принимаяем $K_p = 0,06$ []);

K_T – планируемый период, в течении которого ожидается увеличение количества автомобилей, лет (принимаяем $K_T = 5$ лет).

$$A = 900 \cdot 0,06 \cdot 5 + 900 = 1170 \text{ ед.}$$

В таблице 2.1 представлено распределение общего количества обслуживаемых автомобилей по классам.

Таблица 2.1 – Распределение общего количества обслуживаемых автомобилей по классам

Класс автомобиля	% распределения	Количество обслуживаемых автомобилей
Особо малый	10	117
Малый	60	702
Средний	30	351
Всего	100	1170

2.3 Определение объема работ, выполняемых на посту ТО

2.3.1 Корректирование удельной трудоемкости ТО и ремонта автомобилей

Корректировка нормативной удельной трудоемкости ТО и ремонта автомобилей производится в зависимости от условий эксплуатации по следующей формуле:

$$t_{OP} = t_{OPi}^H \cdot K_{кл}, \quad (2.3)$$

где t_{OPi}^H - нормативная удельная трудоемкость ТО и ремонта автомобилей i -го класса, чел.·ч/1000 км (принимается по []);

$K_{кл}$ - коэффициент, учитывающий условия эксплуатации (принимается по []).

-особо малого класса: $t_{OP}^{ом} = 2,0 \cdot 1,2 = 2,4$ чел.·ч/1000км;

-малого класса: $t_{OP}^м = 2,3 \cdot 1,2 = 2,76$ чел.·ч/1000км;

-среднего класса: $t_{OP}^{сп} = 2,7 \cdot 1,2 = 3,24$ чел.·ч/1000км.

Для упрощения дальнейших расчетов определим среднее значение откорректированной удельной трудоемкости ТО и ремонта автомобилей по видам и классам по следующей формуле:

$$t_{OP,CP} = \frac{\sum (A_i \cdot t_{OPi})}{A}, \quad (2.4)$$

где A_i - количество обслуживаемых автомобилей i -го класса, ед.;

A - общее количество обслуживаемых автомобилей, ед.

$$t_{OP} = \frac{117 \cdot 2,4 + 702 \cdot 2,76 + 351 \cdot 3,24}{1170} = 2,86 \text{ чел.} \cdot \frac{\text{ч}}{1000 \text{ км.}}$$

2.3.2 Определение годовой трудоемкости ТО и ремонта автомобилей

Годовая трудоемкость ТО и ремонта автомобилей определяется с учетом удельной трудоемкости, количества автомобилей и их годового пробега по следующей формуле:

$$T_{OP}^I = \frac{A \cdot t_{OP} \cdot L_T}{1000}, \quad (2.5)$$

где L_T - средний годовой пробег автомобилей, км (принимается $L_T=15000$ км).

$$T_{OP}^I = \frac{1170 \cdot 2,86 \cdot 15000}{1000} = 50193 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$$

2.3.3 Определение трудоемкости вспомогательных работ

На посту технического обслуживания, кроме основных видов работ по ТО и ремонту автомобилей, проводятся вспомогательные работы, трудоемкость которых определяется по следующей формуле:

$$T_{ВСП} = (0,1 \dots 0,15) T_{OP}^I. \quad (2.6)$$

$$T_{ВСП} = 0,13 \cdot 50193 = 6525 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$$

2.3.4 Расчет общего объема работ

Общая объем работ, выполняемых на посту технического обслуживания определяется по следующей формуле:

$$T_{СТО} = T_{OP}^I + T_{ВСП}. \quad (2.7)$$

$$T_{СТО} = T_{OP}^I + T_{ВСП} = 50193 + 6525 = 56718 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$$

2.4 Расчет количества рабочих зон на посту ТО

Количество рабочих зон на посту ТО определяется по следующей формуле []:

$$n_{OP}^I = \frac{K \cdot T_{OP}^I \cdot \kappa_{НП}}{\Phi_{ЯВ} \cdot K_{СМ} \cdot P_{П} \cdot \eta_{П}}, \quad (2.6)$$

где K – коэффициент, учитывающий долю работ, выполняемых в одной рабочей зоне (принимается $K=0,75$ []);

$\kappa_{\text{НП}}$ – коэффициент неравномерности поступления автомобилей на отдельные рабочие зоны (принимается $\kappa_{\text{НП}}=1,15\dots1,2$ []);

$\Phi_{\text{ЯВ}}$ – годовой фонд времени явочного рабочего, ч;

$K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности (согласно исходных данных $K_{\text{см}}=1,5$);

$P_{\text{П}}$ – количество обслуживающего персонала в одной зоне, чел.
($P_{\text{П}} = 1,5\dots2$);

$\eta_{\text{П}}$ – коэффициент использования рабочей зоны (принимается $\eta_{\text{П}} = 0,95$ []).

$$n'_{\text{ОР}} = \frac{0,75 \cdot 50193 \cdot 1,15}{2150 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 0,95} = 4,2.$$

Принимаем количество постов равным 5. Тогда годовой объем работ, выполняемых в одной рабочей зоне будет равен $T_{\text{ОР}}^1 = \frac{50193}{5} = 10038,6 \text{ чел.} \cdot \text{ч.}$

2.5 Определение количества обслуживающего персонала

2.5.1 Определение явочного количества основного обслуживающего персонала

Явочное количество основного обслуживающего персонала определяется по следующей формуле []:

$$P_{\text{ЯВ}}^{\text{ТО,Р}} = \sum (n_{\text{ОР}i} \cdot P_{\text{П}i}), \quad (2.7)$$

где $n_{\text{ОР}i}$ – количество рабочих зон;

$P_{\text{П}}$ – количество обслуживающего персонала в одной зоне, чел.
($P_{\text{П}} = 1,5\dots2$).

$$P_{\text{ОСН}} = 5 * 2 = 10 \text{ чел.}$$

2.5.2 Определение количества вспомогательного персонала

Количество вспомогательного персонала определяется по следующей формуле:

$$P_{ЯВ,i}^{ВСП} = \frac{T_{ВСП,i}}{\Phi_{ЯВ} \cdot C}, \quad (2.8)$$

где $T_{ВСП,i}$ - годовая трудоемкость вспомогательных работ, чел.ч.

$$P_{ЯВ}^{ВСП} = \frac{6525}{2150 \cdot 1,5} = 2,02.$$

Принимаем количество вспомогательных рабочих равным 2.

Таким образом, общее количество обслуживающего персонала поста ТО равен $P_{пост} = 10 + 2 = 12$ чел.

2.6 Выбор технологического оборудования для поста ТО

Выбор оборудования и технических средств для поста ТО автомобилей производится исходя из выполняемого перечня работ.

Пост ТО автомобилей оснащен различным технологическим оборудованием для проведения всех работ по техническому обслуживанию и ремонту, инструментами и приспособлениями, организационной оснасткой (стеллажи, столы и т.п.), а также различными вспомогательным оборудованием.

Перечень технологического оборудования для поста ТО приведен в приложении 1.

2.7 Обоснование площади поста ТО автомобилей

Площадь рабочей зоны проведения работ по ТО и ремонту автомобилей определяется по следующей формуле []:

$$F_{З,ОР} = f_a \cdot (n_{ОР,З} \cdot K_{П} + n_{ожТО,Р} \cdot K_{ож}), \quad (2.9)$$

где f_a - площадь, занимаемая автомобилем, m^2 (принимаем $f_a = 9,2 m^2$);

$n_{OP,3}$ - количество постов ТО и ремонта;

K_{Π} - коэффициент, учитывающий расстановку автомобилей на рабочих постах (принимаем $K_{\Pi} = 5$ []);

$K_{ож}$ - коэффициент, учитывающий расстановку автомобилей на постах ожидания (принимаем $K_{ож} = 2,5$ []).

$$F_{3,OP} = 9,2 \cdot (4 \cdot 5 + 2 \cdot 2,5) = 230 \text{ м}^2.$$

Площадь зоны осмотра автомобилей определяется по следующей формуле:

$$F_{ПОДГ} = f_a \cdot (n_{подг} \cdot K_{\Pi}). \quad (2.10)$$

$$F_{ПОДГ} = 9,2 \cdot (2 \cdot 5) = 92 \text{ м}^2.$$

Площадь зоны наружной мойки и очистки определяется по следующей формуле:

$$F_{уч,i} = f_a \cdot n_{P,i} \cdot K_{\Pi}, \quad (2.11)$$

где $n_{P,i}$ - количество рабочих постов i -го участка;

$n_{P,i}$ - количество вспомогательных постов i -го участка;

$$F^{ум} = 9,2 \cdot 2 \cdot 4 = 73,6 \text{ м}^2.$$

Площадь универсального участка определяется по формуле:

$$F_{уч,i} = \Sigma f_{iA} \cdot K_{OB}, \quad (2.12)$$

где Σf_{iA} - суммарная площадь, занимаемая оборудованием в плане, м^2 (приложение 1);

K_{OB} - коэффициент плотности расстановки оборудования (принимаем $K_{OB} = 3,5 \dots 4$ []).

$$F_{уч}^{унив} = 6,45 \cdot 4 = 25,8 \text{ м}^2.$$

Общая площадь производственных помещений определяется по формуле:

$$F_{ПП} = F_{3,OP} + \Sigma F_{уч,i}, \quad (2.13)$$

где $\Sigma F_{уч,i}$ - суммарная площадь производственных помещений, м^2

$$F_{ПП} = 230 + 73,6 + 25,8 = 329,4 \text{ м}^2.$$

2.8 Обоснование планировочного решения поста ТО

При выборе планировочного решения поста ТО и ремонта автомобилей необходимо учитывать расположение рабочих зон, которое должно быть с учетом вида выполняемых работ. При этом необходимо руководствоваться следующими рекомендациями:

- зона ТО и ремонта автомобилей должна быть непосредственно связана со всеми производственно-складскими помещениями;

- административно-бытовые помещения, магазин запасных частей и автопринадлежностей, помещения для клиентов должны располагаться смежно, при этом офисные помещения должны иметь сообщение как с зоной ТО и ремонта автомобилей, так помещениями для клиентов;

- зона уборки и мойки машин должно располагаться отдельно и иметь возможность отдельного въезда и выезда автомобилей;

- посты для выполнения контрольно-диагностических работ, а также технического осмотра следует располагать таким образом. Чтобы ими можно было пользоваться и при выполнении работ по ТО и ремонту автомобилей;

- складские помещения для хранения запасных частей, материалов и инструментов по возможности должны располагаться близи друг от друга рядом с рабочей зоной, при этом необходимо предусмотреть возможность наружной загрузки.

В зоне ТО и ремонта принимаем двухстороннее расположение рабочих постов. Имеются отдельные въезд и выезд из зоны ТО и ремонта, которые оборудованы подъемными воротами.

Офисные, бытовые помещения, магазин запасных частей и помещение для клиентов располагаются в административно-бытовом корпусе.

Схема планировочного решения проектируемого поста ТО представлена в графической части выпускной работы.

2.9 Безопасность жизнедеятельности

2.9.1 Обеспечение безопасности труда при ТО и ремонте автомобилей

Помещение, в котором проводятся работы по ТО и ремонту должен соответствовать строительным и санитарным нормам и правилам []. На рабочих постах должны быть обеспечены безопасные и благоприятные условия труда, которые представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Благоприятные условия труда для обслуживающего персонала

Показатель	Значение показателя			
Температура воздуха, °С	17,8	18,3	20,7	22,3
Относительная влажность воздуха, %	100	90	50	30

Для обеспечения безопасных условий труда помещение должно быть оборудовано общеобменной вентиляцией. При этом согласно СанПиН 2.2.4.548-96 необходимо обеспечить оптимальную температуру внутри помещения 16°С (согласно СанПиН 2.2.4.548-96). Рабочие посты, в которых по технологии выполнения работ производится запуск двигателя или возможно выделение вредных веществ должны быть оборудованы принудительной вентиляцией и местными отсосами.

Поверхность пола в рабочей зоне должен быть ровным. В течении смены необходимо постоянно очищать поверхность пола от мусора, пролитого масла, топлива и других технических жидкостей. При выполнении работ по ТО и ремонту автомобилей на бетонных полах следует использовать деревянные переносные настилы.

Въезды и выезды делают без порогов и выступов и оборудуют тепловыми завесами.

Рабочие зоны (посты) должны быть хорошо освещены в сочетании естественного и искусственного освещения. Количество и расположение

приборов искусственного освещения должно быть таким, чтобы обеспечить правильное направление светового потока, без резких теней.

При выборе технологической планировки поста технического обслуживания необходимо размещать технологическое оборудование и рабочие зоны, чтобы обеспечить безопасность выполнения всех работ.

Следует своевременно проводить обслуживание и ремонт технологического оборудования, инструментов и приспособлений, т.к. запрещается использовать неисправное оборудование, инструменты. Если нет возможности ремонта, то неисправные инструменты следует заменить новыми. Если технологическое оборудование имеет вращающиеся или подвижные части, то они должны быть огорожены от обслуживающего персонала защитными кожухами.

На посту технического оборудования используется различные подъемники и подъемно-транспортное оборудование, которые должны быть оборудованы устройствами, исключающими самопроизвольное опускание груза. Подъем и опускание груза следует производить плавно, без резких рывков.

Все работы по ТО и ремонту автомобилей должны выполнять квалифицированный обслуживающий персонал с использованием средств индивидуальной защиты. При этом важно соблюдать технологию выполнения работ.

2.9.2 Требования пожарной безопасности

На посту технического обслуживания автомобилей необходимо соблюдать следующие основные требования пожарной безопасности:

- 1) Ответственность за состояние пожарной безопасности несет руководитель поста ТО.
- 2) В каждой рабочей зоне должны быть инструкции о мерах пожарной безопасности.

- 3) Обслуживающий персонал поста ТО допускается к работе только после прохождения инструктажа по обеспечению пожарной безопасности.
- 4) На территории должны быть специально оборудованные места для курения;
- 5) Уборка горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды должны производиться в установленном порядке.
- 6) По окончании смены необходимо производить осмотр помещений, проверить их закрытие и обесточивание электрооборудования;
- 7) Огневые и другие пожароопасные работы следует проводить в регламентном порядке.
- 8) Все помещения СТОА должны быть оборудованы пожарным инвентарем, который должен содержаться в исправном состоянии.
- 9) Должны быть выделены площадки для расположения контейнеров для сбора горючих отходов, мусора и т. п.
- 10) Сбор использованных обдирочных материалов необходимо производить в металлических ящиках с плотно закрывающимися крышками.
- 11) Запрещается эксплуатировать электроинструменты поврежденными проводами, вилками и розетками.
- 12) Запрещается применять нестандартные (самодельные) электроинструменты, аппараты защиты от перегрузки и короткого замыкания.
- 13) На посту ТО автомобилей огнетушители следует располагать так, чтобы они были легкодоступны и их было видно хорошо, а также в местах, где отсутствует воздействие прямых солнечных лучей, тепловых потоков, механических воздействий и других неблагоприятных факторов (вибрация, агрессивная среда, повышенная влажность и т. п.).

2.9.3 Физическая культура на производстве

Производственная физическая культура предполагает выполнение ряда физических упражнений, которые направлены на поддержание работоспособности работника и снижение его утомляемости. Так как наибольшая утомляемость человека наступает при выполнении монотонных операций, работе в неудобных позах, при повышенных температурах и т.д.

В связи с этим, в рабочее время рекомендуется проводить производственную гимнастику. Производственная гимнастика включает в себя ряд упражнений, которые подбираются с учетом характера выполняемой работы: рабочая поза, характер движений и т.п. Такие упражнения рекомендуется проводить 2 раза в течении смены через каждые 2...2,5 ч работы. Упражнения можно выполнять прямо на рабочих местах при благоприятных санитарно-гигиенических условиях.

2.10 Экологическая безопасность

Основными направлениями обеспечения экологической безопасности при выполнении работ по ТО и ремонту автотранспорта являются:

- назначение ответственного лица, отвечающего за экологическую безопасность на посту ТО и ремонта машин;
- разработка плана мероприятий по экологической безопасности и постоянный контроль за их выполнением;
- применение безопасных и ресурсосберегающих технологий ТО и ремонта с использованием экологически безопасных материалов;
- сбор и утилизация производственных отходов;
- внедрение мероприятий, направленных на сокращение вредных выбросов и отходов;
- внедрение технических средств защиты борьбы с шумом, вибрацией;
- стимулирование обслуживающего персонала за соблюдение требований экологической безопасности;
- обучение обслуживающего персонала по экологической безопасности при ТО и ремонте автомобилей.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА

3.1 Обоснование темы конструкторской разработки

Согласно ГОСТ Р 51709-2001 стояночная тормозная система должен обеспечивать неподвижное состояние автомобиля на определенном уклоне (см. рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Проверка стояночной тормозной системы автобусов

Из рисунка 3.1 видно, что для автобусов с максимальной разрешённой массой значение уклона должен быть не менее 16%, а для снаряжённой массы – не менее 23%. Для грузовых автомобилей со снаряжённой массой стояночная тормозная система должен обеспечивать неподвижное состояние на уклоне не менее 31%. Продолжительность испытания при указанных значениях уклона составляет не менее 1 минуты. При проверки стояночной тормозной системы следует измерять усилие, прилагаемое к органу управления. Оно не должно превышать 490Н.

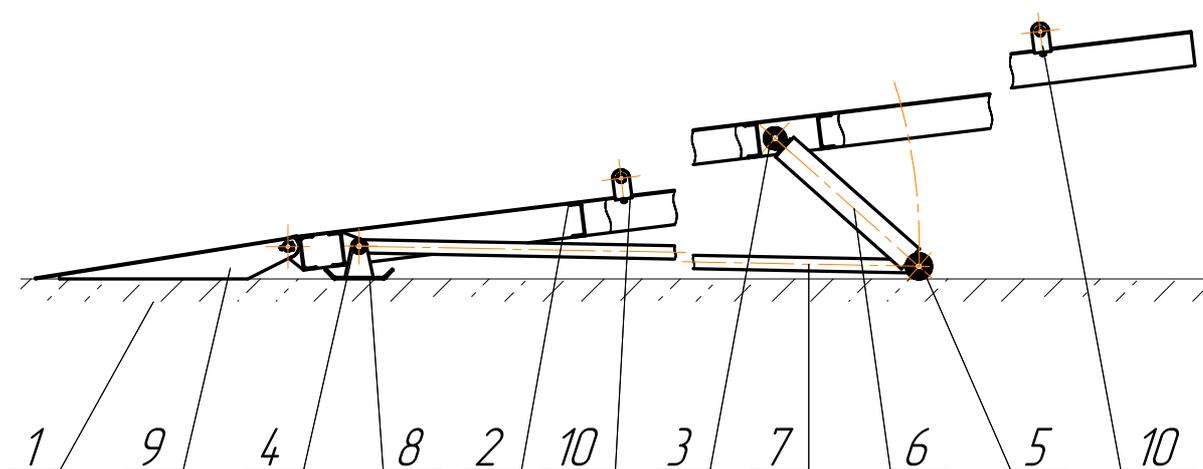
Таким образом, в данной работе производится разработка конструкции подъемника для проверки стояночной тормозной системы автобусов.

Основные требования к конструкции подъемника:

- грузоподъёмность 20 тонн;
- мобильность;
- простота изготовления и эксплуатации.

					ВКР 23.00.00.639.21		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Галлямов Р				Лит.	Лист
Провер.		Матяшин А.В.					Листов
Реценз.					1		
Н. Контр.					Казанский ГАУ		
Утверд.							

Подъемник для проверки
стояночной тормозной системы



1 –основание; 2 – платформа; 3,4 – шарнирное соединение;

5 – ролики; 6 – гидроцилиндр; 7 – тяга; 8 – опора; 9 – башмак; 10 – проушина.

Рисунок 3.2 – Схема подъемника для проверки стояночной тормозной системы автомобилей

Основание для установки подъемника должен быть ровным и иметь твердую (бетонную или асфальтированную) поверхность.

Для обеспечения заезда автомобилей на подъемники установлены башмаки 9, которые при подъёме платформы поднимаются вверх. Это предотвращает съезд автомобиля с платформы в поднятом состоянии.

Платформа 2 имеет проушины 10 для возможности её перемещения автокраном (погрузка/разгрузка).

Подъем и опускание платформы осуществляется гидроцилиндрами 6, которые подключаются к отдельно стоящей гидростанции. Для подключения гидроцилиндров к гидростанции применяются быстросъёмные гидравлические муфты.

Данная разработка отличается простотой конструкции, мобильностью и универсальностью, т.к. ее можно использовать как внутри помещения, так и на улице в качестве пандуса, ramпы или подъёмной платформы, что обеспечивает экономическую эффективность ее эксплуатации.

3.4 Конструктивные расчёты

3.4.1 Расчёт сварных соединений платформы

Каркас платформы собран сварным соединением из швеллеров. В местах установки шарниров швеллеры имеют усиления. Рассмотрим расчет сварных соединений элементов каркаса платформы. В данном случае применен тавровое соединение.

Допускаемое усилие сварного шва определяется По формуле

$$[P] \geq [\tau_{\phi}] \cdot 0,7 \cdot k \cdot l \quad (3.1)$$

где $[\tau_{\phi}]$ – допустимое напряжение для сварного шва на срез, Н/м²;

k – величина катета шва, м;

l – длина шва; $l = 20$ см.

$$[\tau_{\phi}] = 0,6 [\sigma_p] \quad (3.2)$$

где $[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение на срез, Н/см².

$$[\sigma_p] = 1400 \text{ Н/см}^2$$

$$[\tau_{\phi}] = 0,6 \cdot 1400 = 8400 \text{ Н} \cdot \text{см}^2$$

$$[P] = 8400 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 20 = 47040 \text{ Н}$$

Определение усилия

$$P = \frac{2M_k}{l}, \quad (3.3)$$

где l - величина длины шва, м

$$P = \frac{2 \cdot 5000}{0,08} = 12500$$

Итак, $P < [P]$ условие выполняется.

3.4.2 Выбор и расчет подшипника

В конструкции стенда имеется 2 опоры, 2 ролика. В каждом ролике предусматриваем по 2 подшипника серии № 60212, у которого динамическая грузоподъемность составляет $C = 52000 \text{ Н}$; а статическая - $C_0 = 31000 \text{ Н}$; $e = 0,19$ (по таблице 1 [1]).

Выбранный подшипник предназначен для восприятия радиальной нагрузки, величина которого в расчете на один подшипник равняется:

$$R_{S1} = 20 \cdot 10^3 \cdot 9,81 / 8 = 24525 \text{ Н.}$$

Динамическая приведённая нагрузка на подшипник определяется по следующей формуле:

$$P = V \cdot R \cdot K_{\delta} \cdot K_t \quad (3.4)$$

где K_{σ} – коэффициент безопасности, учитывающий характер нагрузки, (принимаем $K_{\sigma} = 1,5$);

K_T – коэффициент, учитывающий работу подшипника при температуре до 100°C , (принимаем $K_T = 1$);

V – коэффициент, учитывающий вращение внешнего или внутреннего кольца (в нашем случае вращается внутреннее кольца, тогда $V = 1$).

$$P = V \cdot R_1 \cdot K_{\delta} \cdot K_t = 1 \cdot 24525 \cdot 1,1 \cdot 1 = 26977 \text{ Н.}$$

Требуемая динамическая грузоподъемность подшипника определяется по следующей формуле

$$C_{TP} = P \cdot \sqrt[3]{\frac{L_{10h} \cdot n \cdot 60}{10^6}} \quad (3.5)$$

$$C_{TP} = 26977 \sqrt[3]{\frac{1200 \cdot 1 \cdot 60}{10^6}} = 11222 \text{ Н}$$

Таким образом, требуемая динамическая грузоподъемность подшипника $C_{TP} = 11222 \text{ Н} < C = 52000 \text{ Н}$. Подшипник выбран правильно.

Ресурс подшипника в часах определяется по следующей формуле:

$$L_h = \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot n} \geq L_{hp}, \text{ ч} \quad (3,6)$$

где L – ресурс работы подшипника в млн оборотов;

n – частота вращения вала, об/мин;

L_{hp} – рекомендуемое значение ресурса, ч, $L_{hp} = 17,5 \cdot 10^3 \text{ ч}$.

Определим ресурс работы подшипника L :

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^m \quad (3,7)$$

где C – динамическая грузоподъёмность подшипника, Н;

P – приведенная динамическая нагрузка на подшипник, Н;

m – коэффициент, зависящий от типа подшипника, $m=3$ – для шариковых подшипников.

Ресурс работы подшипника:

$$L = \left(\frac{26977}{52000} \right)^3 = 0,139 \text{ млн. об.}$$

Ресурс подшипника в часах:

$$L_h = \frac{10^6 \cdot 0,139}{60 \cdot 4} = 581 \text{ ч}$$

Ресурс подшипников достаточный для применения в конструкции подъемника.

3.4.3 Расчёт оси на срез

Диаметр оси определяют из расчёта на срез по следующей формуле []:

$$\tau_{cp} = \frac{P}{\pi d_w^2 / 4} \leq [\tau_{cp}], \quad (3.8)$$

где τ_{cp} – напряжение на срез;

$[\tau_{cp}]$ – допускаемое напряжение на срез;

$d_{ш}$ - диаметр оси, мм;

P - сила, действующая на ось (с запасом) (принимаем $P= 200$ кН).

Из формулы (3.8) получаем:

$$d_o = 1.13 \sqrt{\frac{P}{[\tau_{ср}]}}. \quad (3.9)$$

$$d_o = 1.13 \sqrt{\frac{26977 \cdot 2}{264}} = 16,15 \text{ мм}.$$

В нашем случае из конструктивных соображений принимаем диаметр оси равным 60 мм. Произведем проверку по напряжению среза:

$$\tau_{ср} = \frac{26977 \cdot 2}{3,14 \frac{60^2}{4}} = 19 < 264$$

Условие выполняется.

3.4.4 Расчёт элементов гидросистемы подъемника

Исходными данными для расчета элементов гидросистемы усилие на штоке гидроцилиндра и скорость его перемещения.

Ориентировочное значение скорости перемещения штока можно определить по следующей формуле []:

$$v_{ш} = \frac{l}{t}, \quad (3.10)$$

где l - величина ход штока, м;

t - время подъема, с.

Подставив значения получим:

$$v_{ш} = \frac{2,055}{60} = 0,034 \text{ м/с}.$$

Выходная мощность гидропривода определяется по следующей формуле []:

$$P_2 = F_{ui} \cdot v_{ui}, \quad (3.11)$$

где F_{ui} - усилие на штоке гидроцилиндра, Н.

В нашем случае усилие на штоке определим из расположения гидроцилиндра и нагрузки, которая на него действует:

$$F_{ui} = 20000 \cdot 9,81 / (\cos 45 \cdot 2) = 140142 \text{ Н.}$$

тогда получим:

$$P_2 = 140142 \cdot 0,034 = 4764 \text{ Вт.}$$

Расчётная мощность определяется по формуле []:

$$P_{cp} = K_{з.у} \cdot K_{з.с} \cdot P_2, \quad (3.12)$$

где $K_{з.у}$ - коэффициент запаса по усилию, $K_{з.у} = 1,15 \dots 1,25$;

$K_{з.с}$ - коэффициент запаса по скорости, $K_{з.с} = 1,2 \dots 1,4$.

Подставив значения получим:

$$P_{cp} = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 4764 = 6575 \text{ Вт.}$$

Руководствуясь рекомендациями на стр. 184 [1], подбираем номинальное давление в сети $p_{ном} = 6.3 \text{ Мпа}$ (63000000Па).

Тогда по формуле [], определяем максимальное давление в сети:

$$p_{max} = (1.1 \dots 1.5) p_{ном} \quad (3.13)$$

$$p_{max} = 1,1 \cdot 6.3 = 6.9 \text{ МПа.}$$

Полезную площадь гидроцилиндра рассчитывают по формуле []:

$$A_u = K_{з.у} \cdot F_u / p_{ном}, \quad (3.14)$$

$$A_u = 1.15 \cdot 140142 / 6300000 = 0.020 \text{ м}^2$$

Принимаем $A_u = 0,02 \text{ м}^2$ (5000 мм²)

Диаметр гидроцилиндра определяется по формуле []:

$$D = 1,13 \sqrt{A_\delta}, \quad (3.15)$$

$$D = 1,13 \sqrt{0,02} = 0,12 \text{ м}$$

Принимаем диаметр гидроцилиндра 120 мм

С учётом рекомендаций [], принимаем диаметр штока $d_{ш} = 0,06 \text{ м}$.

Необходимая подача насоса определяется по формуле []:

$$Q = K_{з.у} \cdot A_u \cdot v_u \quad (3.16)$$

$$Q = 1.15 \cdot 0.02 \cdot 0.034 = 0.78 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{с}$$

Проверочный расчёт гидропривода

При работе бесштоковой полости диаметр гидроцилиндра определяется по формуле []:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{F_\delta}{z \cdot p_{ин} \cdot \eta_{i.i} \cdot \eta_\delta \cdot \eta_i}}, \quad (3.17)$$

где η_u - механический КПД гидроцилиндра, $\eta_u = 1$;

η_n - КПД шарнирного подшипника в густой смазке, $\eta_n = 0,98$;

$\eta_{н.н}$ - Гидравлический КПД.

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{140142}{6300000 \cdot 0.98 \cdot 0.95}} = 0.115 \text{ м.}$$

Шток цилиндра рассчитывают на продольный изгиб по формуле []:

$$F_a = 10^6 \cdot K \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I / L^2, \quad (3.18)$$

где F_a - наименьшая осевая сжимающая сила, Н;

K - коэффициент, зависящий от способа заделки концов штока, []
 $K=2$;

$I = \pi d^4 / 64$ – момент инерции.

$$I = 3,14 \cdot 0,06^4 / 64 = 0,00000063$$

$$F_a = \frac{10^6 \cdot 2 \cdot 3,14^2 \cdot 22 \cdot 10^4 \cdot 63 \cdot 10^{-8}}{2050} = 162250 \text{ Н}$$

Наименьшая осевая сжимающая сила больше заявленной (162кН > 140кН). Условия прочности соблюдаются.

3.5 Требования безопасности при выполнении работ на подъемнике

1. Общие требования безопасности

1.1. К выполнению работ с применением подъемника для проверки стояночного тормоза допускаются лица не моложе 18 лет, которые не имеют медицинских противопоказаний, прошедшие вводный и первичный инструктажи, обучение правилам эксплуатации подъемника и стажировку на рабочем месте.

Таблица 3.2 - 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	Рама	1223,21	0,78	959	1	959
2	Тяга	86,73	0,78	68	4	272
3	Заезд	31,89	0,78	25	2	50
4	Башмак	12,76	0,78	10	2	20
5	Ролик	3,19	0,78	2,5	4	10
6	Гидроцилиндр	163,27	0,78	128	2	256
7	Ось	6,38	0,78	5	2	10
8	Кольца	0,03	0,78	0,02	58	1,16
9	Ось	2,55	0,78	2	2	4
10	Ось	3,19	0,78	2,5	2	5
11	Проушина	1,91	0,78	1,5	4	6
12	Ось	2,55	0,78	2	2	4
Итого:						1597,16

Масса покупных деталей и цены на них представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Масса покупных деталей и цены

№ пп	Наименование деталей	Количество	Масса, кг		Цены, руб	
			Одной	Всего	Одной	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Болты	4	1	4	1,2	4,8
2	Подшипники	8	1	8	300	2400
Итого:			12		2404,8	

Определим массу конструкции по формуле 3.19, подставив значения из таблиц 3.2 и 3.3:

$$G = (1597,16 + 12,00) \cdot 1,15 = 1850,53 \text{ кг}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_{\bar{o}}}{W_u \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} \quad (3.23)$$

где $C_{\bar{o}}$ – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{125000}{10 \cdot 600} = 20,833 \text{ руб/ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{51231,79}{12 \cdot 600} = 7,1155 \text{ руб/ед.}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_u} \quad (3.24)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ чел ч/ед}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{12} = 0,0833 \text{ чел ч/ед}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (3.25)$$

где $C_{\text{зн}}$ – затраты на оплату труда, руб/ед;

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

$C_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб/ед;

A – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.29)$$

где a - норма амортизации, %.

$$A_0 = \frac{125000 \cdot 14}{100 \cdot 10 \cdot 600} = 2,91667 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{51231,79 \cdot 14}{100 \cdot 12 \cdot 600} = 0,99617 \text{ руб./ед.}$$

Полученные значения подставим в формулу 3.25:

$$S_0 = 6,00 + 1,80 + 3,125 + 2,9167 = 13,84 \text{ руб./ед.}$$

$$S_1 = 5,00 + 1,35 + 1,06733 + 0,9962 = 8,41 \text{ руб./ед.}$$

Приведённые затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}} = S + E_{\text{н}} \cdot k \quad (3.30)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_{\text{н}} = 0,1$);

$F_{\text{е}}$ – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 13,84 + 0,1 \cdot 20,833 = 15,925 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 8,41 + 0,1 \cdot 7,1155 = 9,12506 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.31)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (13,84 - 8,41) \cdot 12 \cdot 600 = 39082,78 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.32)$$

$$E_{\text{год}} = (15,93 - 9,13) \cdot 12 \cdot 600 = 48959,60 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.33)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{51231,79}{39082,78} = 1,3109 \text{ лет}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} \quad (3.34)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{39082,78}{51231,79} = 0,7629$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - 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	10	12	120
2	Фондоёмкость процесса, руб./ед	20,8333	7,1155	34
3	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	0,5000	0,3750	75
4	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,0056	0,0857	1542
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/ед.	0,1000	0,0833	83
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	13,84	8,41	61
7	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	15,93	9,13	57
8	Годовая экономия, руб./ед.	39082,78		
9	Годовой экономический эффект, руб.	48959,60		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	1,31		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,76		

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В данной работе рассмотрены вопросы, связанные с обеспечением работоспособности автомобилей путем организации их технического обслуживания и ремонта.

В работе выполнены технологические расчеты проекта станции технического обслуживания автомобилей, подобрана необходимая технологическая оснастка и обосновано количество обслуживающего персонала.

В данной работе также рассмотрен вопрос проверки тормозной системы автомобиля, т.к. от ее технического состояния зависит безопасность движения автомобилей. Рассмотрена технология проверки тормозной системы, произведен анализ конструкции оборудования. По результатам анализа предложен подъемник для проверки стояночного тормоза автомобилей, который отличается простотой конструкции, удобством эксплуатации и универсальностью.

Сравнение технико-экономических показателей разработанной и существующей конструкции показало, что использование разработанной конструкции позволяет добиться уменьшения основных технико-экономических показателей: фондоемкости, трудоемкости и уровня эксплуатационных затрат. Внедрение разработанной конструкции подъемника позволит получить годовую экономию в размере 39082,78 руб, при этом срок окупаемости капитальных вложений составит 1,3 года.

Необходимо отметить, что разработанная конструкция подъемника отличается универсальностью, т.к. он может применяться при техническом обслуживании в условиях ремонтных мастерских сельскохозяйственных и автотранспортных предприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя в 3-х томах. Издание 9.- Москва: Машиностроение, 2006 г. Под редакцией И.Н. Жестковой
2. Булгариев Г.Г, Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ.- Казань: КГАУ, 2011.- 64 с.
3. Бураев, М. К. Технологическое проектирование предприятия технического сервиса : учебное пособие / М. К. Бураев, А. И. Аносова. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2018. — 124 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143181> (дата обращения: 26.01.2021).
4. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учебное пособие / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. — 13-е изд., испр. и доп. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2017. — 564 с. — ISBN 978-5-7038-4688-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106297> (дата обращения: 26.01.2021).
5. Коротченко, И. С. Охрана окружающей среды : учебное пособие / И. С. Коротченко, Е. Н. Еськова. — Красноярск : КрасГАУ, 2014. — 502 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90757> (дата обращения: 26.01.2021).
6. Маслов, Г.Г. Техническая эксплуатация средств механизации АПК: учебное пособие / Г. Г. Маслов, А. П. Карабаницкий. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2809-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104876> (дата обращения: 26.01.2021).
7. Михайлов, А. С. Эксплуатация машинно-тракторного парка : учебное пособие / А. С. Михайлов. — Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2019.

— 134 с. — ISBN 978-5-98076-296-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130820> (дата обращения: 26.01.2021).

8. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие.- Казань: РИЦ Школа, 2004.- 144 с.

9. Охрана труда : учебное пособие / М. Н. Шапров, Е. Ю. Гузенко, И. С. Мартынов [и др.]. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2017. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100825> (дата обращения: 26.01.2021).

10. Прочностные расчеты отдельных элементов технологического оборудования : учебное пособие / А. П. Леонтьев, А. Г. Мозырев, А. Н. Гребнев, С. Г. Головченко. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. – 144 с.