

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка испытательного стенда для тормозной системы легковых
автомобилей

Обучающийся

Р.Р. Кривошеев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент Л.А. Угарова

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

Консультант

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

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

Тольятти 2022

Аннотация

Выпускная квалификационная работа (бакалаврская работа) выполнена на тему: «Разработка испытательного стенда для тормозной системы легковых автомобилей».

Одной из самых важных систем в автомобиле, является тормозная система. При ее неисправности автомобиль становится смертельно опасным как для водителя, едущих с ним пассажиров, так и для всех остальных участников дорожного движения. Поэтому исправность тормозной системы автомобиля - залог сохранности не только здоровья, но и жизни.

Цель бакалаврской работы – разработка конструкции испытательного стенда для тормозной системы легковых автомобилей.

Пояснительная записка содержит четыре раздела, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 65 страниц с приложениями.

Графическая часть содержит 6 листов формата А1, выполненных в автоматизированной системе разработки и оформления конструкторской и проектной документации КОМПАС-График. Выполненная бакалаврская работа полностью соответствует утвержденному заданию.

В первом разделе рассмотрены различные типы тормозных систем, применяемых на современных автомобилях.

Во втором разделе составлены техническое задание и предложение на разработку испытательного стенда для тормозной системы легковых автомобилей, выполнены расчеты конструкции.

В третьем разделе рассмотрены признаки неисправности тормозной системы, составлен технологический процесс испытания автомобиля на тормозном стенде.

В четвертом разделе рассмотрена безопасность и экологичность технологического процесса испытания тормозной системы легкового автомобиля на тормозном стенде.

Содержание

Введение.....	4
1 Состояние вопроса	6
2 Конструкторская часть	14
2.1 Техническое задание на разработку конструкции испытательного стенда для тормозной системы легковых автомобилей.....	14
2.2 Техническое предложение на разработку конструкции испытательного стенда для тормозной системы легковых автомобилей.....	16
2.3 Расчет конструкции испытательного стенда.....	28
3 Технологический процесс	37
3.1 Признаки неисправности тормозной системы.....	37
3.2 Технологический процесс испытания автомобиля на тормозном стенде...	39
4 Безопасность и экологичность технического объекта	40
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса испытания тормозной системы легкового автомобиля на тормозном стенде	43
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	44
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	45
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	50
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания тормозной системы легкового автомобиля на роликовом тормозном стенде.....	53
Заключение	55
Список используемой литературы и используемых источников.....	56
Приложение А. Спецификации.....	62

Введение

В начале разработки автомобилей особое внимание уделялось динамичности и устойчивости конструкции. Причина этого – относительно низкие скорости и в основном плохие дороги. С дальнейшими улучшениями в строительстве более качественных дорог наблюдается увеличение скорости автомобилей, но также и увеличение интенсивности движения, поэтому на первый план выходят вопросы безопасности дорожного движения, а, следовательно, и эксплуатационные и технические свойства управляемости и устойчивости. Интенсивность транспортных потоков на улицах и дорогах требует от каждого водителя полной концентрации и готовности в любой момент выполнить соответствующие маневры со своим транспортным средством, чтобы изменить скорость или направление движения в соответствии с требованиями, предъявляемыми дорожной ситуацией.

Конструкция и техническое состояние самого транспортного средства в современных дорожных условиях должны соответствовать требованиям движения, при котором транспортное средство должно иметь возможность хорошо и быстро менять направление и скорость в соответствии с пожеланиями водителя с минимальным потреблением энергии. При торможении в случае внезапной опасности необходимо обеспечить минимальный тормозной путь (максимальное замедление) без потери устойчивости (заноса) транспортного средства. Торможение в случае внезапной опасности очень важно, поскольку оно определяет безопасное движение, хотя и используется очень редко (3-5% от общего количества тормозов). Как бы ни было важно, чтобы транспортное средство безопасно останавливалось в определенных условиях, так же важно, чтобы оно не теряло своей устойчивости во время торможения, то есть двигалось по линии, продиктованной водителем. Во время резкого торможения транспортное средство часто становится неустойчивым, что может привести к серьезным последствиям. Устойчивость теряется, когда торможение

выполняется на пределе сцепления на одной или обеих осях транспортного средства.

«Одной из важнейших проблем, стоящих перед автомобильным транспортом, является повышение эксплуатационной надежности автомобилей за счет их качественного и своевременного ремонта и техобслуживания. Решение этой проблемы обеспечивается как автомобильной промышленностью путем выпуска более надежных автомобилей, так и совершенствованием методов технического обслуживания и ремонта автомобилей» [8].

Автомобильный рынок России уже долгое время переживает большие трудности. В 2021 году обозначилась серьезная проблема с поставками новых автомобилей из-за пандемии коронавируса. В автосалонах наблюдался сильный дефицит нового транспорта. Преимущественно это происходило из-за недостатка электронных компонентов, разрывом цепочек поставок и ростом цен на сырье (в первую очередь на сталь) необходимых для производства машин.

Теперь же к этому прибавилась еще одна проблема – санкционные ограничения, наложенные США и Европой на российские организации.

В условиях санкционных ограничений в отношении Российской Федерации и как следствие дефицита иностранных запчастей и деталей, повышения цен на автомобили, запчасти, поднятие расценок на техническое обслуживание, представляется интересным проведение качественной диагностики автомобиля, для своевременного выявления и предотвращения возможного дорогостоящего ремонта.

В работе будет рассмотрена разработка конструкции испытательного стенда для тормозной системы легковых автомобилей.

1 Состояние вопроса

Как гласит первый закон движения Ньютона, объект остается в покое или в движении до тех пор, пока к нему не будет приложена внешняя сила, таким образом, эта идея породила тормозную систему в автомобильной промышленности.

В автомобильной промышленности транспортное средство и эффективная тормозная система также важны, как и источник энергии, чем выше мощность двигателя, тем выше должно быть тормозное усилие.

Торможение является важным элементом безопасности автомобиля. 90% аварий транспортных средств с наездом сзади и 60% лобовых столкновений можно эффективно избежать, если транспортное средство затормозит заранее, как только будет отпущена педаль акселератора. Обычная гидравлическая тормозная система используется уже давно и широко применяется в различных транспортных средствах, включая грузовики и автобусы. Однако эффективность тормозной системы зависит не только от трения тормозного диска, используемого фрикционного материала и размера тормозной колодки, но также от силы, действующей на главный цилиндр, и давления, доступного в тормозной жидкости. Для повышения производительности тормозная система продолжает технологически улучшать свои функции для достижения более высоких показателей безопасности и предотвращения несчастных случаев со смертельным исходом.

Тормозная система автомобиля – это совокупность деталей и механизмов, основное назначение которых – как можно быстрее замедлить вращение колес. Современные системы оснащены электронными устройствами и механизмами, стабилизирующими автомобиль в условиях экстренного торможения или на нестабильных дорогах.

Все современные автомобили оборудованы тормозами на все четыре колеса. В тормозной системе современных автомобилей используется

гидравлическая система. Различают следующие типы тормозов: дисковые или барабанные.

Передние тормоза считаются более важными, чем задние, потому что автомобиль во время торможения переносит вес вперед на передние колеса. Исходя из этого, на многих автомобилях устанавливаются более эффективные дисковые тормоза на передние колеса. Барабанные тормоза обычно используются на задних колесах. Примечательно, что в некоторых автомобилях используется полностью дисковая тормозная система как спереди, так и сзади.

Существуют различные типы тормозных систем:

- механическая тормозная система,
- гидравлическая тормозная система,
- пневматическая тормозная система,
- электромагнитная тормозная система,
- электрическая тормозная система,
- дисковая тормозная система,
- барабанная тормозная система,
- аварийный тормоз,
- ручная тормозная система.

В механической тормозной системе к педали прикладывается определенное усилие, которое передается на барабан с помощью механических компонентов, которые используются в качестве рычагов для передачи усилия из одной точки в другую для замедления транспортного средства.

Замедление скорости или мощности тормоза зависит от поверхностного трения, а также от приложенной к нему силы срабатывания.

Преимущества механической тормозной системы:

- механические тормоза проще и удобнее в обслуживании;
- дешевле, чем гидравлическая тормозная система;
- подходит для аварийного и стояночного тормозов.

Гидравлический тормоз является основным типом привода в рабочей тормозной системе. Гидравлическая тормозная система работает, направляя жидкость через гидравлический тормозной контур – главный и рабочий цилиндры. Эти цилиндры соединены тормозными трубками. Когда водитель нажимает на педаль тормоза, шток и поршень в главном цилиндре нажимаются, жидкость течет по тормозной трубке. Жидкость поступает в рабочие цилиндры колес. Рабочие цилиндры наполняются, и давление жидкости выталкивает поршни, чтобы задействовать тормоза. Существует практика использования сдвоенных гидравлических контуров на случай отказа одного из них.

«Гидравлическая тормозная система состоит из:

- педали тормоза,
- усилителя тормоза,
- главного тормозного цилиндра,
- колесных цилиндров (рабочих цилиндров),
- тормозных трубопроводов» [2].

«Педаль тормоза передает усилие от ноги водителя на главный тормозной цилиндр.

Усилитель тормозов создает дополнительное усилие, передаваемое от педали тормоза. Наиболее популярным является вакуумный усилитель тормозов.

Поршень главного тормозного цилиндра подает жидкость по тормозным трубопроводам к рабочим цилиндрам. Давление привода тормоза увеличивается. Поршни рабочего цилиндра перемещают тормозные колодки к дискам (барабанам).

Дальнейшее нажатие на педаль повышает давление жидкости и включаются тормозные механизмы, что замедляет вращение колес и проявляет тормозные силы в месте контакта шин с дорогой. Торможение колес осуществляется в соответствии с усилием, приложенным к педали. Давление жидкости при торможении может быть от 10 до 15 МПа.

Когда водитель отпускает педаль она возвращается в исходное положение под давлением возвратной пружины. Поршень главного цилиндра также возвращается на место. Пружины отводят колодки от дисков или барабанов. Тормозная жидкость поступает от рабочих цилиндров к главному тормозному цилиндру по трубопроводам. Давление в тормозной системе упало» [20].

Гидравлическая тормозная система обладает следующими преимуществами по сравнению с механической тормозной системой:

- обеспечивает одинаковое тормозное усилие на всех колесах;
- относительное тормозное усилие меньше, чтобы обеспечить ту же мощность;
- полностью компенсирован, поэтому каждый тормоз получает полную долю усилия на педали;
- более эффективная, чем механическая;
- подходит для всех типов автомобилей с независимой подвеской.

«Современный коммерческий транспорт оборудуется пневматическими тормозными системами. Принцип действия пневматических систем основан на применении энергии сжатого воздуха. Использовать воздух в качестве рабочего газа – отличное техническое решение. Это основная особенность данного вида тормозных систем и главное отличие от других, применяемых на практике. Пневматические тормозные системы укомплектованы множеством элементов управления и исполнения» [16].

«Упрощенно принцип действия можно описать так: воздушный насос – компрессор, который имеет привод от двигателя, накачивает в систему воздух из атмосферы. Благодаря регулятору давления, в системе создается и поддерживается предусмотренное характеристиками давление воздуха. Запас воздуха, сжатого компрессором, накапливается в специальных баллонах – ресиверах, крепящихся к раме транспортного средства. При надавливании педали тормоза водителем, воздух из ресиверов по трубкам и шлангам заполняет тормозные камеры. Своими штоками камеры приводят в действие

механизмы тормозных колодок. Тормозные колодки передают энергию сжатого воздуха тормозным барабанам (дискам) колес. Движение транспорта замедляется. При отпускании водителем педали тормоза, воздух из тормозных камер возвращается в атмосферу. Механические детали системы с помощью встроенных пружин принимают исходное положение. Машина вновь набирает скорость» [23].

Преимущества пневматической тормозной системы:

- пневматическое тормозное оборудование намного надежнее гидравлических тормозов;
- если в пневматической тормозной системе есть утечка, потери меньше, чем при утечке в гидравлической тормозной системе;
- сжатый воздух, используемый в работе, может напрямую сбрасываться в атмосферу.

Несмотря на то, что пневматическая система имеет много преимуществ по сравнению с гидравлической тормозной системой, она требует гораздо больше места для установки пневматической тормозной системы.

Кроме того, гидравлическая система намного дешевле, чем пневматическая тормозная система.

Электромагнитная система торможения может использоваться как в современных, так и в гибридных автомобилях. В настоящее время в основном используется в трамваях и метро. Принципы электромагнетизма заключаются в достижении торможения без трения.

Магнитный поток проходит в направлении, перпендикулярном направлению вращения конкретного колеса, электрический ток течет в направлении, противоположном вращению колеса, создавая силу, противодействующую вращению колеса, которая, следовательно, уменьшает и замедляет скорость вращения.

Электромагнитная система торможения увеличивает срок службы и надежность тормозов.

Преимущества электромагнитной системы торможения:

- конструкция тормозов дешевле, чем у пневматической системы;
- быстрая скорость срабатывания;
- отсутствие затрат на замену тормозных колодок;
- при этом торможении выделяется небольшое количество тепла, тогда как при механическом торможении выделяется огромное количество тепла.

Электрическая тормозная система используется в электромобилях, в которых торможение производится с помощью электродвигателей и при этом является основным источником энергии.

Подразделяется на три типа.

- торможение противотоком – реверсивное торможение, при котором обмотка статора асинхронного двигателя отключается от сети переменного тока и включается на постоянное напряжение. При этом энергия торможения выделяется в самом двигателе. Этот тип обеспечивает большой тормозной момент;
- система динамического торможения – мощность двигателя отключается от источника питания, и он работает как генератор, Таким образом, кинетическая энергия превращается в электрическую энергию вращения;
- рекуперативное торможение – механическая энергия преобразуется в электрическую энергию. Часть энергии возвращается в источник питания, а остальная энергия теряется в виде тепла в обмотках и подшипниках.

Преимущества электрической тормозной системы:

- более эффективна, чем механическая тормозная система, которая требует дорогостоящей и частой замены;
- за счет использования электрического торможения скоростная способность системы значительно возрастает при перевозке тяжелых грузов;

- помогает в экономии энергии, так как небольшое количество энергии возвращается в сеть;
- не образуется металлическая пыль от колодок;
- безопаснее, плавнее и работает без ударов.

«Дисковые гидравлические тормоза являются одной из разновидностей тормозных механизмов фрикционного типа. Их вращающаяся часть представлена тормозным диском, а неподвижная – суппортом с тормозными колодками. Несмотря на достаточно распространенное применение тормозов барабанного типа, дисковые тормоза все же приобрели наибольшую популярность.

Схема работы дисковых тормозов:

- при нажатии водителем на педаль тормоза, ГТЦ создает давление в тормозных трубках;
- для механизма с фиксированной скобой: давление жидкости воздействует на поршни рабочих тормозных цилиндров с обеих сторон тормозного диска, которые, в свою очередь, прижимают к нему колодки. Для механизма с плавающей скобой: давление жидкости воздействует на поршень и корпус суппорта одновременно, заставляя последний перемещаться и прижимать колодку к диску с другой стороны;
- диск, зажатый между двумя колодками, уменьшает скорость за счет силы трения. что, в свою очередь, приводит к торможению автомобиля;
- после того, как водитель отпустит педаль тормоза, давление пропадает. Поршень возвращается в исходное положение за счет упругих свойств уплотнительной манжеты, а колодки отводятся с помощью небольшой вибрации диска в процессе движения» [23].

Барабанная тормозная система – это тип тормоза, в котором барабан, который в основном используется для тормозных колодок, вместе с его механизмом прикреплен к ступице колеса таким образом, что внутренние

части остаются неподвижными, а внешняя часть барабана вращается вместе с колесом.

При торможении механические связи вызывают небольшое расширение тормозных колодок, из-за чего внешняя фрикционная поверхность тормозных колодок входит в фрикционный контакт с вращающейся частью барабана, что способствует остановке или замедлению колес.

Преимущества барабанной тормозной системы:

- выделяет меньше тепла, поскольку большая часть тормозной силы создается передними тормозами автомобиля;
- выделяет меньше твердых частиц, чем дисковые тормоза;
- площадь фрикционного контакта находится на окружности, поэтому он обеспечивает большее тормозное усилие, чем дисковый тормоз того же диаметра;
- требует меньше обслуживания, дешевле по конструкции по сравнению с дисковыми тормозами.

Система аварийного торможения также известная как стояночные тормоза, действует как вторичная и независимая тормозная система для всех рабочих тормозов.

Помогает удерживать транспортное средство неподвижным при стоянке, применяется в аварийных ситуациях при выходе из строя основных гидравлических тормозов.

Выводы по разделу.

В разделе «Состояние вопроса» были рассмотрены различные типы тормозных систем, применяемых на современных автомобилях.

2 Конструкторская часть

2.1 Техническое задание на разработку конструкции испытательного стенда для тормозной системы легковых автомобилей

Данное изделие относится к стендам для испытания тормозных параметров легковых автомобилей. Стенд предназначен к эксплуатации в закрытых помещениях с твердым половым покрытием (бетонная стяжка, металлическая плитка и так далее), с температурой воздуха от 8°C до 50°C. Изделие необходимо выполнить таким образом, чтобы было возможным изготавливать его силами СТО. Также при проведении работ полностью исключить применение дополнительных механических устройств.

Возможен экспорт за рубеж.

«Источниками разработки служат:

- справочники и каталоги оборудования,
- интернет сайты,
- методические пособия,
- другая техническая литература» [6].

Рекомендуемые характеристики испытательного стенда для тормозной системы легковых автомобилей:

- тип – роликовый, стационарный, электрический, автоматизированный;
- габаритные размеры (длина×ширина) не более, мм – 2025×950;
- начальная скорость торможения, имитируемая на стенде, км/ч – 5;
- размер колеи диагностируемого автомобиля, мм – от 1050 до 1650.

«Органы управления должны находиться на высоте от 900 до 1000 мм от уровня пола на силовом шкафу, расположенном в области прямого обзора из салона автомобиля не преграждающем проезд. Усилие нажатия на кнопку не должно превышать 15 Н, также все основные управляющие органы

должны быть продублированы на пульте дистанционного управления, который может быть расположен в руках оператора, находящегося в салоне автомобиля. Все элементы управления должны находиться в зоне досягаемости рук оператора, без перемещения туловища. Рабочее положение оператора – стоя или сидя (в салоне автомобиля). Кнопки управления выполнить из черного пластика. Кнопку экстренной остановки привода выполнить из красного пластика и большего размера, нежели остальные кнопки управления. Кнопки и рычаги управления предполагается сгруппировать и поместить на отдельную панель управления

На шкафу расположить систему визуализации измеряемых параметров в цифровом виде с указанием тормозных сил на каждом колесе испытуемой оси, разницы тормозных сил, усилия нажатия на педаль и времени срабатывания системы. Информация должна быть легко читаема с водительского места в салоне автомобиля» [1].

«Внешние очертания должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер изделия, острые углы рекомендуется скруглить, рекомендуется окрасить механизм в черный цвет, барабаны допускается не окрашивать. Наружные плоскости перекрытия узлов и агрегатов окрасить в черный цвет с желтыми полосами. Не допускаются выступающие за габариты стенда узлы и детали, если того не требует их функциональное предназначение. Внешняя форма изделия должна быть продиктована соображениями компоновки отдельных элементов в одно целое» [4].

Условия эксплуатации:

«Для безотказной и эффективной работы данного изделия необходимо предусмотреть проведение ТО не менее 1 раза в 3 месяца. Составные части конструкции должны легко подвергаться сборке-разборке. Для защиты от коррозии все основные металлические поверхности должны быть окрашены влаго-маслостойкими красками. Детали вращения должны быть смазаны и

защищены от попадания пыли и грязи. Изделие должно транспортироваться в разобранном виде» [12].

«В разрабатываемой конструкции стенда должны применяться по возможности однородные материалы, должно быть исключено сочетание разнородных материалов (типа сталь-алюминий, сталь-пластик), применение цветных металлов должно быть сведено к минимуму (заменить по возможности фторопластами), необходимо исключить выполнение неразъемных соединений по деталям из цветных металлов» [19].

2.2 Техническое предложение на разработку конструкции испытательного стенда для тормозной системы легковых автомобилей

На основании полученного технического задания требуется разработать испытательный стенд для тормозной системы легковых автомобилей.

Данное оборудование предполагает выполнение следующих операций технологического процесса:

- установка и снятие автомобиля на рабочие поверхности стенда;
- имитация торможения одной из осей автомобиля движущегося со скоростью 5 км/ч, с замером тормозных сил каждого колеса на оси, при одновременной фиксации усилия нажатия на педаль тормоза и времени срабатывания системы.

Первым этапом предлагается рассмотреть испытательные стенды для тормозной системы, с целью определения оптимальных характеристик и сравнения с параметрами, представленными в техническом задании, то есть необходимо удостовериться, возможно ли разработать конструкцию данного стенда в соответствии с представленными параметрами.

Предлагаю рассмотреть три варианта испытательных стенда для тормозной системы легковых автомобилей:

- универсальный тормозной стенд для легковых и грузовых автомобилей Nussbaum BT 610;
- силовой роликовый тормозной стенд для легковых автомобилей MBT 2100;
- универсальный тормозной стенд СТМ 3500М;

Общий вид универсального роликового стенда Nussbaum BT 610 представлен на рисунке 1, а его технические характеристики в таблице 1.

«Новая электроника и инновационный дизайн, в сочетании с проверенной надежной технологией и обновляемым программным обеспечением гарантируют не только эффективную работу, но и обеспечивают в любое время возможность модульного расширения тормозного стенда до комплексной линии контроля с подключением к персональному компьютеру. Компактный тормозной стенд обеспечивает надежное тестирование трения качения, овальности барабанов или биения тормозных дисков, тормозных усилий и удельной тормозной силы. Возможность работы в составе линии проверки автотранспортных средств при ГТО. Отображение измеренных результатов на аналоговом табло или персональном компьютере» [22].



Рисунок 1 – Универсальный тормозной стенд для легковых и грузовых автомобилей Nussbaum BT 610

Таблица 1 – Технические характеристики Nussbaum ВТ 610

Параметр	Значение
Предел показаний шкалы, кВт	2×8/40 кВт
Мощность электродвигателей, кВт	2×9
Предел измерений, кН	40
Скорость измерений, км/ч	2,5
Диаметр роликов, мм	282
Ведущий ролик возвышен на, мм	50
Ширина колесной базы, установка на яме, мм	от 800 до 3000
Ширина колесной базы, установка без ямы, мм	от 600 до 2800
Максимальная нагрузка на ось, т	13

Общий вид силового роликового тормозного стенда МВТ 2100, который соответствует требованиям к оборудованию для Гостехосмотра и имеет широкие сетевые возможности благодаря компьютерному интерфейсу, представлен на рисунке 2, а его технические характеристики в таблице 2.



Рисунок 2 – Силовой роликовый тормозной стенд МВТ 2100

Таблица 2 – Технические характеристики МВТ 2100

Параметр	Значение
Допустимая нагрузка на ось, т	3,5
Скорость измерений, км/ч	5
Мощность электропривода, кВт	2×3,0
Диаметр роликов, мм	202
Минимальная колея, мм	780
Максимальная колея, мм	2200

Общий вид универсального тормозного стенда СТМ 3500М представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Универсальный тормозной стенд СТМ 3500М

«Достоинства:

- самоцентрировка автомобиля при испытаниях, автоматическое включение и отключение приводов при наезде и выезде;
- повышенная износостойкость роликов обеспечена специальной закалкой и обработкой поверхности. покрытие роликов абсолютно устойчиво к шипованным шинам;
- антикоррозийная защита всех элементов роликовой установки;
- широкий диапазон рабочих температур от минус 10°С до плюс 40°С позволяет использовать стенд в неотопливаемых помещениях или в составе контейнерных мобильных станций диагностики.
- динамическое измерение тормозных сил колес и осевых нагрузок при торможении с учетом загрузки осей при торможении» [17].

Учитывая анализ оборудования, предлагается использовать в качестве прототипа рассмотренный ранее универсальный тормозной стенд СТМ 3500М, технические характеристики которого представлены в таблице 4.

«Испытательный стенд для тормозной системы предназначен для контроля эффективности тормозных систем легковых автомобилей массой в снаряженном состоянии до 2,5 тонн и шириной колеи от 950 до 1750 мм в условиях автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания, электрические сети которых не связаны с сетями жилых домов. Стенд может эксплуатироваться в помещениях, отвечающих требованиям категории размещения 4 при климатическом исполнении «У» и «УХЛ» по ГОСТ 15150-69. По устойчивости к механическим воздействиям – исполнение стенда обыкновенное по ГОСТ Р 52931-2008» [6].

Таблица 4 – Технические характеристики стенда

Параметр	Значение
Габаритные размеры (длина×ширина), мм	2025×950
Начальная скорость торможения, имитируемая на стенде, км/ч	5
Допускаемое отклонение скорости, %	10
Диапазон измеряемой тормозной силы на одном колесе, кН	от 0 до 5
Пределы погрешности измерений, не более, %	±4
Мощность электрического привода, кВт	8
Размер колеи диагностируемого автомобиля, мм	от 1050 до 1650
Диаметр ролика, мм	500
Напряжение питающей сети, В	380

Тормозной стенд представляет собой напольное диагностическое оборудование. Общий вид стенда представлен на листе 2 и 3 графической части ВКР. Состоит из рамы, опорного устройства, в которое входят два блока роликов, связанных цепной передачей, мотор-редуктора и подъемного механизма, стационарного и дистанционного пультов управления и индикации. Опорное устройство крепится фундаментными болтами с опорной плитой к полу помещения. Спецификация на тормозной стенд представлена в Приложение А (рисунок А1).

«Рама состоит из стальных сварных листов. Она прикреплена болтами к опорным устройствам. Каждый из двух блоков роликов включает в себя мотор-редуктор, ведущий и поддерживающий ролики, связанных между собой цепной передачей, датчик силоизмерительной системы, подъемного устройства, датчика частоты вращения, силоизмерительного датчика, датчика тормозного момента и датчика готовности.

Ролики крепятся опорами к опорному устройству. Мотор-редуктор установлен на опоре приводного вала ролика. Привод роликов состоит из мотор-редуктора МРГУ-100-12,5-1 МН 4228-66 с двигателем 4А 100 S2, момент которого через цепную передачу передается на два приводных вала, которые вращают ролики тормозного стенда. Цепная передача закрыта кожухом от внешних воздействий. Сверху каждый блок роликов закрывается крышкой и трапом» [19].

Спецификация на приводной механизм стенда представлена в Приложение А (рисунки А2-А4).

Для обеспечения выезда автомобиля блоки роликов имеют подъемные устройства.

«Подъемное устройство выполнено в виде рычажного механизма, приводимого в движение эксцентриком. Эксцентрик приводится во вращение электродвигателем 4 АА 63 А2 через червячный глобоидный редуктор РГУ-40-63-3 МН 4228-66.

Узел электрооборудования состоит из пульта управления, блока управления двигателями, датчиков и проводов.

Стойка приборная состоит из силового шкафа, блока проборов и пульта дистанционного управления. В силовом шкафу расположены шасси и кассета, которые крепятся к каркасу шкафа при помощи винтов. На шасси установлены реле, трансформаторы, предохранители, магнитный пускатель, блок зажимов для подключения стойки приборной к сети, разъем для подключения опорного устройства» [19].

В кассете расположены печатные платы и преобразователи ПА-1,12.

На правой боковой стойке установлены крючки для подвешивания пульта дистанционного управления и намотки его кабеля, болт заземления.

Спереди и сзади силовой шкаф закрывается крышками.

Сверху крышек устанавливается съемный резиновый коврик.

В основании силового шкафа имеются отверстия для установки стойки приборной на фундаментные болты.

Блок прибора состоит из каркаса, лицевой, задней панелей и верхней крышки.

На каркасе установлен разъем выхода на внешние устройства. К разъему можно подключить регистрирующую аппаратуру (самописцы или осциллографы) с длиной передающего кабеля не более 2 м и выходным сопротивлением не менее 100 кОм.

Доступ к приборам осуществляется через съемную заднюю панель.

Пульт дистанционного управления состоит из корпуса и двух крышек. На передней крышке расположены органы управления. На задней крышке закреплена планка для подвешивания пульта.

Устройство силоизмерительное применяется для задания силы на тормозной педали при проверке эффективности тормозной системы автомобиля.

Устройство силоизмерительное состоит из корпуса, крышки, мембраны, штока и манометра, который служит указателем силы. Внутренние полости корпуса и манометра между собой соединены трубкой и заполнены тормозной жидкостью. Корпус с помощью пружинного захвата фиксируют на педали тормоза, а манометр подвешивают на рулевое колесо. При нажатии на педаль тормоза через устройство силоизмерительное в полости корпуса создается пропорционально приложенной силе давление, контроль которого осуществляется по манометру.

«Принцип действия стенда заключается в том, что колеса одной оси автомобиля устанавливаются на ролики блоков роликов.

Ведущие ролики приводятся во вращение с заданной скоростью от балансирно – подвешенных мотор – редукторов. При затормаживании колес возникающие реактивные моменты передаются на датчики УСПП силоизмерительных систем. Датчики вырабатывают электрические сигналы, пропорциональные тормозной силе на каждой паре роликов, и поступают на компаратор неравномерности и компаратор суммы, и через фильтры и АЦП – на экран монитора, который показывают тормозную силу в кН.

На компараторах неравномерности и суммы сигналы усилителей сравниваются с опорным напряжением. Если их сумма больше опорного напряжения, то на мониторе высвечивается надпись «Годен», а если их разница больше опорного напряжения, то высвечивается надпись «неравномерности левой или правой стороны, в зависимости от знака разницы» [19].

В автоматизированном режиме сигнал компаратора суммы включает плату управления, которая через 1,5 с вырабатывает сигналы остановки испытания, поступающие на цифровые приборы, на компараторы, на силовой щит.

В результате цифровые приборы и световое табло компараторов зафиксируют свои показания, а мотор – редукторы отключатся. При этом, если в конце испытания срабатывает компаратор неравномерности, то компаратор суммы возвратится в исходное состояние, и надпись «Годен» погаснет.

На компараторы опорного напряжения подаются с генератора, который имеет три опорных напряжения. Включение каждого опорного напряжения индицируется световыми табло режимов измерения.

Для контроля и установки опорных напряжений необходимо перевести переключатель S1, при этом вход прибора замкнется на общий привод, а на выход прибора подается часть опорного напряжения, соответствующая показаниям цифрового прибора в кН тормозной силы оси автомобиля.

Опорное напряжение для каждого режима регулируется своим переменным резистором.

Последовательный переход от одного режима измерения к другому осуществляется при включении мотор – редукторов с пульта дистанционного управления 1У /ПД/, при этом схема платы управления возвращается в исходное состояние.

При неавтоматизированном режиме ключ S2 размыкается и световое табло, генератор опорных напряжений и плата управления отключаются. Приборы работают непрерывно, а выключение и отключение мотор – редукторов осуществляется с дистанционного пульта.

Стенд имеет два режима работы: автоматизированный и неавтоматизированный. Автоматизированный режим работы применяется для быстрой проверки тормозных систем автомобилей. Для более углубленного диагностирования тормозных систем применяется неавтоматизированный режим.

«Автоматизированный режим.

Включите стенд и дайте прогреться в течение 15 минут.

Переключателем «автомат» включите автоматизированный режим работы, при этом одна из сигнальных ламп табло режимов засветится.

Последовательно установите режимы измерения для передней, задней осей и ручного тормоза, руководствуясь табло режимов. Для режима измерения «передняя ось» установите нормативное значение тормозной силы для передней оси проверяемого автомобиля; для режима измерения «задняя ось» – для задней оси; для режима измерения «ручной тормоз» – для стояночного тормоза. Отожмите кнопку «норма». Нормативные значения проверяемых автомобилей приведены в памяти ЭВМ тормозного стенда.

Установите автомобиль на ролики стенда колесами передней оси. Включите приводы роликов нажатием кнопки «Пуск». Установите режим измерения «передняя ось». Показания результата заносятся автоматически в диагностический лист. Усилие прокручивания незаторможенных колес у

исправных автомобилей должно быть не более 0,5 кН. Большее значение свидетельствует о притормаживании колес.

Нажмите на педаль тормоза быстро, но без удара и удерживайте ее. Если тормозная система проверяемой оси в норме, то на мониторе высветится табло «годен», а приводы роликов должны автоматически отключиться через 1,5 с после начала торможения. Показания автоматически заносятся в диагностическую карту. Если приводы роликов не отключаются через указанное выше время, то тормозная система колес проверяемой оси не в норме. Если высветится табло «неравномерность», то коэффициент осевой неравномерности проверяемой оси может быть больше нормативного значения. При этом дефекты имеются в той тормозной системе колеса, на стороне которого высвечивается табло. Вычисление коэффициента осевой неравномерности производится автоматически. Значение коэффициента осевой неравномерности также показано на экране монитора. При значении коэффициента в пределах более 0,13 тормозная система проверяемой оси не в норме. Включите подъемный механизм нажатием кнопки «подъемник».

Установите автомобиль на ролик колесами задней оси. Установите режим измерения «задняя ось». Проверку состояния тормозной системы задней оси проводите аналогично.

Установите режим измерения «ручной тормоз». Затяните рычаг стояночного тормоза. Состояние тормозной системы стояночного тормоза определяется аналогично.

При отрицательном результате проверки тормозной системы автомобиля повторите проверку в неавтоматическом режиме для оси, тормозная сила колес которой не в норме» [14].

«Неавтоматизированный режим работы.

Установите неавтоматизированный режим работы, нажав переключатель «автомат», при этом сигнальная лампа табло режимов погаснет. Установите автомобиль на стенд передней осью. На педаль тормоза

установите устройство силоизмерительное. Включите приводы роликов нажатием кнопки «Пуск».

Нажмите на тормозную педаль через устройство силоизмерительное с силой 0,4 кН, не более 2 –3 раза с интервалами от 5 до 10 С для прогрева тормозов.

Нажмите на тормозную педаль с силой 0,5 кН, не более, считайте показания с приборов установившееся значение тормозных сил. Включите приводы роликов нажатием на кнопку «Стоп». Нажмите на кнопку «подъемник».

Установите автомобиль на ролики колесами задней оси. Проверку состояния тормозной системы задней оси проводите аналогично (включая контроль стояночного тормоза)» [12].

Оценка тормозной системы автомобиля.

«Общая удельная тормозная сила для рабочей тормозной системы автомобиля должна быть не менее 0,53, для стояночного тормоза не менее 0,16.

Коэффициент осевой неравномерности тормозных сил для автомобилей должен быть не более 0,09 – 0,13» [4].

Определение неисправности привода тормозов.

«Плавно нажмите на педаль и в момент начала нарастания тормозной силы на каждом колесе определите усилие на педали, при котором колодки тормоза автомобиля прижимаются к барабану. При исправном приводе тормоза значение силы не должно превышать 0,1 кН» [7].

Определение плавности действия тормозных систем и полноты растормаживания.

«Для определения плавности действия тормозов и полноты растормаживания медленно нажмите на педаль тормоза при вращающихся колесах и следите за показаниями приборов – указателями величин тормозных сил. При исправных тормозах тормозная сила должна возрастать пропорционально силе на педали. После нажатия на педаль резко отпустите

ее и следите за величиной тормозной силы. Быстрое падение ее до значения силы, затрачиваемой на прокручивание незаторможенного колеса, свидетельствует о полном растормаживании тормозного механизма. Повторное нажатие на педаль производите в быстром темпе и следите за показаниями приборов. Если при медленном нажатии на педаль тормозные силы обоих колес примерно одинаковы, а при быстром – тормозная сила одного из колес отстает от другого, то сопротивление в приводе этого колеса повышено» [6].

Оценка эллипсности, загрязнения, замасливания, увлажнения тормозных барабанов.

«Проверку эллипсности тормозных барабанов производите при усилии на педали от 0,15 до 0,20 кН. Колебания показаний тормозной силы на 0,2 – 0,4 кН и пульсирование педали синхронное с вращением колес свидетельствует об эллипсности тормозных барабанов. Проверая каждое колесо в отдельности, определите, какой тормозной барабан имеет указанный дефект. Отсутствие пропорциональности между значениями силы на педали и тормозной силой (особенно при малых и средних усилиях) свидетельствует о сильном загрязнении, замасливании или увлажнении тормозных накладок. Увлажнение легко отличить от замасливания по возрастанию тормозной силы в процессе торможения из-за испарения влаги, вследствие нагрева тормозов» [9].

Оценка работы тормозной системы автомобиля с гидровакуумным усилителем.

«Проверку тормозной системы, имеющей гидровакуумный усилитель, производите путем сравнения развиваемой тормозной силы с усилителем и без него. Сначала определите тормозную силу на колесах передней (задней) оси при усилии на педали 0,2 кН. После чего запустите двигатель и с тем же усилием на педали снимите показания тормозной силы. Тормозная сила при исправном усилителе и работающем двигателе должна быть в 2,0 – 2,5 раза

больше, чем при неработающем двигателе. При необходимости произведите регулировку тормозов на стенде.

Нажмите и отпустите кнопку «подъемник». Выедете автомобилем со стенда» [13].

2.3 Расчет конструкции испытательного стенда

«К основным параметрам испытательных стендов для тормозной системы легковых автомобилей относятся:

- размеры беговых барабанов,
- расстояние между осями барабанов одной секции стенда,
- скорость вращения автомобильного колеса на стенде,
- максимально возможная тормозная сила на колесе,
- мощность электродвигателя привода каждой секции стенда,
- весовая характеристика автомобиля (развесовка)» [27].

«Диаметр барабана выбирается в зависимости от размера автомобильного колеса и обеспечения условий качения, приближенным к дорожным, который рассчитывается по формуле:

$$d_{\sigma} = (0,4 \div 0,6) \cdot d_{\kappa}, \quad (1)$$

где d_{κ} – диаметр колеса автомобиля» [11].

$$d_{\sigma} = (0,4 \div 0,6) \cdot 570 = 228 \div 342 \text{ мм.}$$

Для легковых автомобилей диаметр барабана принимают равным от 150 до 400 мм, а для данного стенда диаметр барабана принимается равным 220 мм

Рассчитываем длину по формуле:

$$L_{\sigma} = \frac{(K_H - K_B)}{2} + A, \quad (2)$$

где K_H – наибольшая наружная колея типов легковых автомобилей;
 K_B – наименьшая внутренняя колея типов легковых автомобилей.
 A – коэффициент, учитывающий тип автомобиля, для легковых автомобилей принимаем равным 150 мм.

$$L_{\sigma} = \frac{(1630 - 1110)}{2} + 150 = 410 \text{ мм.}$$

Принимаем длину барабана тормозного стенда равной 500 мм.

«Определяем общую длину продольной оси барабана (ширина стенда) определяется по формуле:

$$L_{\sigma\sigma} = 2 \cdot L_{\sigma} + L_{\text{мб}} = K_H + A, \quad (3)$$

где $L_{\text{мб}}$ – расстояние между барабанами» [11].

$$L_{\sigma\sigma} = 1630 + 150 = 1870 \text{ мм.}$$

«Расстояние между осями барабанов определяет устойчивость автомобиля на стенде и возможность самостоятельного съезда автомобиля с него, которая обеспечивается при условии равенства:

$$\operatorname{tg} \alpha = \varphi, \quad (4)$$

где α – угол между прямой, соединяющей ось колеса и ось барабана тормозного стенда и горизонтальной осью, град.;

φ – коэффициент сцепления шины с поверхностью барабана» [15].

«Для стендов, у которых барабаны расположены на одном уровне условия устойчивости и съезда автомобиля со стенда находятся в противоречии, соответственно, чем больше расстояние между осями

барабанов, тем лучше сцепление колеса с барабаном, чем меньше расстояние между осями барабанов, тем лучше съезд» [18].

Экспериментально установлено, что расстояние между осями барабанов тормозного стенда определяется по формуле:

$$l_{\max} = b \cdot (r_k + r_{\sigma}), \quad (5)$$

где b – величина, учитывающая наличие устройств, облегчающих съезд, проектируемый стенд имеет подъемное устройство, облегчающее съезд автомобиля, принимаем равный 1,65;

r_k – радиус колеса автомобиля;

r_{σ} – радиус барабана тормозного стенда.

$$l_{\max} = 1,65 \cdot (285 + 110) = 651,75 \text{ мм},$$

$$l_{\min} = 2 \cdot 110 + 20 = 240 \text{ мм}.$$

Рассчитываем оптимальное значение расстояния между осями барабанов:

$$l_{\max} \geq l_{\text{opt}} \geq l_{\min}, \quad (6)$$

$$651,75 \geq l_{\text{opt}} \geq 240.$$

Рассчитываем рекомендуемое расстояние между осями барабанов по формуле:

$$l = (r_k + r_{\sigma}) \cdot 2\varphi \cdot \sqrt{1 + \varphi^2}, \quad (7)$$

$$l = (285 + 110) \cdot 2 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{1 + 0,4^2} = 398 \text{ мм}.$$

Принимаем расстояние между осями барабанов равным 440 мм.

«Рассчитываем максимальную тормозную силу по формуле:

$$P_{\tau \max} = R \cdot \varphi, \quad (8)$$

где R – нормальная реакция ведущего барабана;
 φ – коэффициент сцепления» [11].

«Так как проектируемый тормозной стенд предполагает использование ведущих барабанов, расположенных на общем уровне и связанных цепной передачей, то нормальная реакция барабанов определяется:

$$R_1 = G \cdot (\sin \alpha_1 - \varphi \cdot \cos \alpha_1) = (1 + \varphi^2) \cdot \sin 2\alpha_1, \quad (9)$$

где G – вес автомобиля приходящегося на одно колесо
 α_1 – угол между прямой, соединяющей ось колеса и ось барабана стенда и горизонтальной прямой» [11].

$$R_1 = \frac{6000 \cdot (\sin 50^\circ - 0,4 \cdot \cos 50^\circ)}{(1 + 0,4^2) \cdot \sin 2 \cdot 50^\circ} = 2673 \text{ Н,}$$

$$R_2 = \frac{G \cdot (\sin \alpha_1 - \varphi \cdot \cos \alpha_1)}{(1 + \varphi^2) \cdot \sin 2\alpha_1}, \quad (10)$$

$$R_2 = \frac{6000 \cdot (\sin 50^\circ + 0,4 \cdot \cos 50^\circ)}{(1 + 0,4^2) \cdot \sin 2 \cdot 50^\circ} = 5373,8 \text{ Н.}$$

Реализуемая максимальная тормозная сила определяется:

$$P_{\tau \max} = \frac{G \cdot \varphi}{(1 + \varphi^2) \cdot \cos \alpha_1}, \quad (11)$$

$$P_{\tau \max} = \frac{6000 \cdot 0,4}{(1 + 0,4^2) \cdot \cos 50^\circ} = 3218,7 \text{ Н.}$$

Рассчитываем мощность электродвигателя с учетом реализуемой максимальной тормозной силы:

$$W = \frac{P_{\tau \max} \cdot V_a}{270 \cdot 1,36} = 0,00272 \cdot P_{\tau \max} \cdot V_a, \quad (12)$$

$$W = 0,00272 \cdot 3218,7 \cdot 5 = 4,37 \text{ кВт.}$$

Рассчитываем частоту вращения барабана тормозного стенда по формуле:

$$n_{\sigma} = \frac{V_a}{0,377 \cdot r_{\sigma}}, \quad (13)$$

$$n_{\sigma} = \frac{5}{0,377 \cdot 0,110} = 120,57 \text{ об/мин.}$$

Рассчитываем требуемое передаточное число привода по формуле:

$$u_{\text{общ}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\sigma}}, \quad (14)$$

$$n_{\sigma} = \frac{1500}{120,57} = 12,44.$$

Принимаем передаточное число мотор-редуктора равным общему передаточному числу привода.

«Допустимый момент на тихоходном валу, исходя из прочности по зацеплению:

$$[T]_T = \frac{(0,122 - 0,0004 \cdot u_{\text{м.р}})}{(n_{\text{дв}} + 900) \cdot A^3 \cdot K_z \cdot K_p \cdot g}, \quad (14)$$

где $[T]_T$ – допускаемый момент на тихоходном валу, исходя из прочности по зацеплению;

$u_{\text{м.р}}$ – передаточное число мотор-редуктора;

$n_{\text{дв}}$ – число оборотов червяка (число оборотов двигателя), об/мин;

A – межосевое расстояние, мм;

K_s – коэффициент формы зацепления, принимается в зависимости от передаточного числа, принимаем равным 1,1;

K_p – коэффициент режима работы, принимаем равным 1,6» [11].

$$[T]_T = \frac{(0,122 - 0,0004 \cdot 12,5)}{(1500 + 900) \cdot 100^3 \cdot 1,1 \cdot 1,6 \cdot 9,81} = 842 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

«Передаваемая мощность, допустимая по долговечности подшипников червяка, выраженная через момент на тихоходном валу:

$$P_{\sigma} = \frac{[T]_T \cdot n_{\sigma}}{9550 \cdot \eta}, \quad (15)$$

где P_{σ} – передаваемая мощность, допустимая по долговечности подшипников червяка

η – коэффициент полезного действия червячного глобоидного редуктора» [11].

$$P_{\sigma} = \frac{842 \cdot 120}{9550 \cdot 0,87} = 12,16 \text{ кВт}.$$

Окончательно рассчитываем частоту вращения ролика тормозного стенда:

$$n_{\sigma} = \frac{n_{\text{дв}}}{u_{\text{м.р}}}, \quad (16)$$

$$n_{\sigma} = \frac{1500}{12,5} = 120 \text{ об/мин}.$$

Реальная скорость вращения колес автомобиля на тормозном стенде будет равна:

$$V_a = 0,377 \cdot n_o \cdot r_o \quad (17)$$

$$V_a = 0,377 \cdot 120 \cdot 0,110 = 4,98 \text{ км/ч.}$$

«Рассчитываем силу, действующую на эксцентрик исходя из уравнения моментов:

$$F = \frac{G \cdot L}{l}, \quad (18)$$

где G – максимальная сила, действующая на ролик подъемного механизма;

L – кратчайшее расстояние от ролика до опоры,

l – расстояние от эксцентрика до опоры» [11].

$$F = \frac{6000 \cdot 0,28}{0,13} = 12923 \text{ Н.}$$

«Рассчитываем максимальный момент, действующий на ось эксцентрика:

$$M_{\max} = F \cdot e, \quad (19)$$

где e – эксцентриситет эксцентрика» [11].

$$M_{\max} = 12923 \cdot 0,08 = 1033,8 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

«Рассчитываем мощность на приводном валу эксцентрика по формуле:

$$P_{n.g} = \frac{F \cdot V}{(\eta_{\text{подш}} \cdot \eta_p)}, \quad (20)$$

где V – скорость движения подъемного механизма, принимаем равной 0,0435 м/с;

$\eta_{подш}$ – коэффициент полезного действия подшипников в опорах привода подъемного механизма;
 η_p – коэффициент полезного действия редуктора» [11].

$$P_{н.в} = \frac{6000 \cdot 0,0435}{(0,98 \cdot 0,96)} = 277 \text{ Вт.}$$

Определяем частоту вращения приводного вала эксцентрика подъемного механизма:

$$n_{нв} = \frac{60 \cdot V}{(\pi \cdot e)}, \quad (21)$$

$$n_{нв} = \frac{60 \cdot 0,0435}{(3,14 \cdot 0,08)} = 10,38 \text{ об/мин.}$$

По данным расчета принимаем электродвигатель марки 4АА63А2, со следующими техническими характеристиками:

- мощность, 0,37 кВт;
- асинхронная частота вращения, 920 об/мин;
- коэффициенты перегрузки: при пуске 2, максимальные перегрузки 2,2.

Рассчитываем требуемое передаточное число привода:

$$u_{общ} = \frac{n_{дв}}{n_{нв}}, \quad (22)$$

$$u_{общ} = \frac{920}{10,38} = 88,63.$$

Принимаем передаточное число редуктора равным общему передаточному числу привода.

Рассчитываем реальную частоту вращения приводного вала эксцентрика:

$$n_{нв.} = \frac{920}{63} = 14,6 \text{ об/мин.}$$

Рассчитываем скорость движения подъемного механизма:

$$V = \frac{\pi \cdot n_{дв.} \cdot e}{60}, \quad (23)$$
$$V = \frac{3,14 \cdot 14,6 \cdot 0,08}{60} = 0,061 \text{ м/с.}$$

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» рассмотрены аналоги, которые в настоящее время применяются на станциях технического обслуживания.

Составлены технические задание и предложение на разработку испытательного стенда для тормозной системы легковых автомобилей, также проведены расчеты конструкции, узлов и агрегатов для последующего подбора основных элементов стенда.

3 Технологический процесс

3.1 Признаки неисправности тормозной системы

Обслуживание тормозов – это стандартная рутинная работа по техническому обслуживанию, которая входит в перечень работ по обслуживанию автомобиля. Все подвижные и неподвижные части тормозной системы имеют ограниченный срок службы. Таким образом, необходимо, чтобы они регулярно ремонтировались или обновлялись в соответствии с требованиями для обеспечения безопасности пассажиров транспортного средства и участников дорожного движения [10].

Существует ряд признаков, указывающих на неисправность тормозной системы до момента её полного отказа. Рассмотрим каждый из них.

Загорается стоп-сигнал на приборной панели.

Необходимо сначала убедиться, что стояночный тормоз не включен, так как это также может привести к включению стоп-сигнала на приборной панели. Если причина не в стояночном тормозе, необходимо чтобы автомобиль проверил слесарь по ремонту автомобилей [14].

Громкие шумы.

Если замечено, что автомобиль издает высокие звуки при торможении, такие как скрип или визг, это указывает на то, что индикаторы износа тормозных колодок контактируют с диском, из-за чего возникает неприятный звук. Они встроены в тормозные колодки, чтобы сообщить, что пришло время заменить тормоза, прежде чем сам диск будет поврежден.

Если тормоза издадут скрежущий, более низкий звук при срабатывании, это может быть связано с попаданием гравия или мелкого мусора в узел суппорта, который можно легко удалить. Однако, если звук больше похож на скрежет металла по металлу, это может означать, что тормозные колодки полностью изношены [21].

Вибрации, колебания или царапины.

Когда происходит торможение, тормозные колодки воздействуют на тормозной диск, что замедляет и останавливает автомобиль. Если тормозные диски не полностью ровные и гладкие в пределах толщины примерно трех листов бумаги, это может вызвать колебания и вибрации при торможении.

Тряска или вибрация рулевого колеса или других частей автомобиля могут быть результатом неравномерного изношенного тормозного диска.

Неровное торможение также может быть вызвано повреждением тормозной системы из-за неправильной установки гаек крепления колес. Если гайки колеса не затянуты должным образом (определенным моментом, установленным заводом-изготовителем) при перестановке или замене шин, неравномерное вождение может привести к неравномерному износу тормозного диска [3].

Мягкая педаль тормоза.

Если замечено, что педаль тормоза кажется «мягкой» или сразу же касается пола при нажатии на нее, то автомобиль нуждается в немедленном техническом обслуживании. Транспортные средства с автоматической и механической коробкой передач одинаково имеют точку остановки педали тормоза в нескольких сантиметрах от пола, в зависимости модели. Если педаль тормоза касается пола, это свидетельствует о недостаточном давлении в тормозной системе. Причиной этого может быть воздух или влага в главном тормозном цилиндре, а также утечка тормозной жидкости [26].

Автомобиль тянет в одну сторону.

Если автомобиль тянет в сторону при торможении, это может быть связано с неисправностью суппортов, которые необходимо заменить.

Запах гари.

Если замечен резкий запах после торможения, это свидетельствует о перегреве сцепления или тормозов. Если это так, необходимо остановиться и дать тормозам остыть, так как вождение при данном состоянии подвергает автомобиль риску полного отказа тормозов [3].

3.2 Технологический процесс испытания автомобиля на тормозном стенде

Технологический процесс испытания автомобиля на тормозном стенде представлен на листе 6 графической части ВКР. Исполнителем является слесарь по ремонту автомобилей шестого разряда.

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический процесс» были рассмотрены признаки неисправности тормозной системы, составлен технологический процесс испытания автомобиля на тормозном стенде.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Рабочие в различных отраслях промышленности сталкиваются с вопросами безопасности, связанными с качеством воздуха, температурой и работой оборудования. Для обеспечения безопасности сотрудников в таких отраслях, как коммунальное хозяйство, нефть и газ, общественная безопасность, транспорт, производство и природные ресурсы, рабочие должны быть обеспечены технологиями, которые позволяют им исключить риски и максимально защититься от известных опасностей.

«Во всем мире насчитывается около 382 млн несчастных случаев на производстве и 172 млн жертв профессиональных заболеваний.

По оценкам Международной организации труда, каждый год в результате несчастных случаев на рабочем месте или болезней погибает 2,83 млн человек. Во всем мире насчитывается около 381 млн несчастных случаев на производстве и 160 млн жертв профессиональных заболеваний. Международная организация труда установила, что вредные и опасные вещества вызывают более 650 тыс. смертей в год, а строительная отрасль является источником наибольшего количества несчастных случаев» [7].

В отчете говорится, что улучшение качества работы включает в себя меньшую подверженность рискам, включая такие опасности, как испарения вредных веществ, контакт с химическими веществами, небезопасные методы работы и так далее.

Эффективная программа безопасности обеспечивает возврат инвестиций в размере 200%, помогая сократить расходы на компенсацию работникам и повышая производительность. Безопасность также может помочь улучшить качество работы: в отчете, охватывающем 1,2 млрд работников во всем мире, говорится, что повышение качества работы важно как для работников, так и для работодателей.

В зарубежных компаниях, использующих системы и программное обеспечение для оценки подрядчиков, а также для отслеживания и

мониторинга безопасности сотрудников и подрядчиков еще до того, как они выйдут на объект, могут увидеть сокращение числа инцидентов, связанных с безопасностью, на 50% по сравнению со средними показателями Бюро трудовой статистики.

Большинство организаций в различных отраслях используют технологии как способ повышения производительности. Автоматизация и оптимизация процессов с использованием роботов и других технологических инноваций может помочь предприятиям делать больше с меньшими затратами, снижать затраты и повышать эффективность. Однако теперь известно, что технологии также могут помочь улучшить состояние безопасности труда.

Например, предприятия используют цифровые технологии и программное обеспечение, чтобы сотрудники могли лучше понимать обстановку на рабочем месте и опасности, с которыми они могут столкнуться. Используя технологии для повышения осведомленности о рисках и их снижения, организациям будет легче соблюдать последние правила и стандарты, применимые к отрасли в каждой конкретной стране.

Существует пять способов, которыми технологии могут помочь повысить безопасность работников:

- коммуникации. Высокоскоростная связь и информация в режиме реального времени позволяют работодателям знать о состоянии качества воздуха, тепла и конкретных рисках, чтобы они могли устранить эти опасности до того, как они нанесут травму. Если произойдет травма, сотрудникам нужна надежная связь, чтобы позвать на помощь и сообщить об этом первым;
- идентификация опасности. Мгновенное управление безопасностью с помощью мобильного устройства может помочь организациям выявлять и устранять опасности по мере их возникновения. Рабочие могут фотографировать опасности и заполнять мобильные

- контрольные списки безопасности, а также проводить инструктаж на рабочем месте, для обеспечения безопасности всех работников;
- виртуальная и дополненная реальность. Виртуальная реальность и дополненная реальность могут помочь в обучении сотрудников тому, как справляться с опасными ситуациями, не подвергая их опасности. Дополненная реальность может позволить техническим специалистам или опытным работникам обучать других таким процессам, как ремонт машин, без необходимости физического увеличения числа людей в окружающей среде. Это может быть полезно, если сама процедура ремонта опасна, опасны условия;
 - дроны. Дроны можно использовать, когда объекты слишком опасны для людей, чтобы исследовать их, например, если произошла утечка газа или другой химический разлив. Дроны могут собирать информацию и позволять командам по очистке определять наиболее безопасный план действий, не подвергаясь опасности;
 - автоматизация и робототехника. Автоматизация повышает безопасность, снимая с людей бремя тяжелой ручной работы. Роботы могут выполнять тяжелую работу, позволяя людям сосредоточиться на более творческих задачах. Это особенно полезно на складах с недоукомплектованным персоналом и других объектах, где необходимость поддерживать производительность может создать культуру, при которой некоторый риск принимается в обмен на более быстрое выполнение работы. Добавление роботов к рабочей силе может облегчить нагрузку и снизить риск. Роботы также могут помочь на производственных объектах или строительных площадках, где людям больше не нужно ходить с места на место, чтобы забрать материалы, необходимые для их части сборки или сборки. Вместо этого роботы могут доставлять им нужные детали, когда они им нужны, сокращая расстояние, которое

проходят люди, и тем самым снижая утомляемость и риск несчастных случаев.

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса испытания тормозной системы легкового автомобиля на тормозном стенде

Для описания конструктивно-технологической и организационно-технической характеристики технологического процесса испытания тормозной системы легкового автомобиля на роликовом тормозном стенде составлен технологический паспорт, представленный в таблице 5.

Таблица 5 – Технологический паспорт технологического процесса испытания тормозной системы легкового автомобиля на роликовом тормозном стенде

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Испытание тормозной системы легкового автомобиля на роликовом тормозном стенде	1 Подготовка автомобиля к испытанию тормозной системы. 2 Установка автомобиля передними колесами на роликовый тормозной стенд. 3 Подготовка роликового тормозного стенда. 4 Испытание тормозов передней оси. 5 Установка автомобиля	Слесарь по ремонту автомобилей 5 разряда	Роликовый тормозной стенд, компьютер, принтер	Спецодежда

Продолжение таблицы 5

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
	задними колесами на роликовый тормозной стенд 6 Испытание тормозов задней оси. 7 Окончание испытаний тормозной системы			

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков является частью процесса, используемого для оценки того, может ли какая-либо конкретная ситуация, предмет, вещь и так далее причинить вред. Для описания всего процесса часто используется термин «оценка риска», который включает в себя следующие этапы:

- выявление опасностей и факторов риска, которые могут причинить вред (идентификация опасностей);
- анализ и оценка риска, связанного с этой опасностью;
- определение подходящих способов устранения опасности или управления риском, когда опасность не может быть устранена (управление риском).

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при испытании тормозной системы легкового автомобиля на роликовом тормозном стенде представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
1 Подготовка автомобиля к испытанию тормозной системы. 2 Установка автомобиля передними колесами на роликовый тормозной стенд. 3 Подготовка роликового тормозного стенда.	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования»	Роликовый тормозной стенд колеса испытуемого автомобиля» [9].
4 Испытание тормозов передней оси. 5 Установка автомобиля задними колесами на роликовый тормозной стенд 6 Испытание тормозов задней оси. 7 Окончание испытаний тормозной системы	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля, технологического оборудования	Детали и агрегаты роликового тормозного стенда, поверхности автомобиля
	«Повышенный уровень шума	Роликовый тормозной стенд, технологическое оборудование» [9].
	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта
	Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции
	Напряжение зрительных анализаторов	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ). Работодатель

должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации ОиВПФ производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников» [7].

Основные мероприятия:

- а) «проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и ВПФ и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:
 - 1) информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
 - 2) разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - 3) установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [7].
- б) «обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;

- в) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- г) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами;
- д) устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;
- е) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;
- ж) приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда;
- з) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- и) оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи» [24].

В целях частичного снижения или полного устранения обнаруженных ОВПФ выбираем организационно-технические методы и средства с учетом действующих на данный момент времени требований нормативных документов.

Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования»	<p>Организационно-технические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии 	<p>Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [25].</p>
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля»	<p>Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования. – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; обеспечение дистанционного управления оборудованием. 	<p>Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [13].</p>
«Повышенный уровень шума»	<p>Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами;</p>	<p>Защитные противозумные наушники, беруши противозумные» [27].</p>

Продолжение таблицы 7

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров	
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	<p>Оздоровительно-профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [26]. 	–
Монотонность труда	<p>– объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: длительность объединенных операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей; чрезмерное укрупнение операций может не соответствовать уровню квалификации работника. При совмещении профессий следует учитывать перенос (положительное) и интерференцию (отрицательное) взаимодействие навыков новой и совмещаемой профессии. Должны загружаться различные</p>	–

Продолжение таблицы 7

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	психофизиологические функции работника; – «отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное – применение систем морального и материального стимулирования; – усложнение обязанностей в процессе дежурства, а именно выполнение дополнительных задач по изучению техники, ведение записей в журнале» [9]. выбор компромиссной продолжительности периодического дежурства исходя из назначения системы человек-машина» [9].	

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Проводим идентификацию источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара (таблица 8).

Таблица 8 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
«Зона диагностики	Технологическое оборудование, применяемое в зоне диагностики	В	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [13].

Система пожаротушения является неотъемлемой частью любой противопожарной инфраструктуры. «Пожаротушение» – собирательный термин для любой инженерной группы подразделений, предназначенных для тушения пожара. Это может быть достигнуто применением огнетушащего вещества, такого как вода, пена или химические соединения.

В статье 42 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ представлена классификация пожарной техники:

- «системы, установки автоматической пожарной сигнализации, автоматической установки пожаротушения, системы оповещения и управления эвакуацией, пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
- средства индивидуальной защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент» [13].

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10, воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12;
- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);
- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру,

сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [7].

Выполним разработку мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности в целях обеспечения пожарной безопасности, определяющих порядок поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий.

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при испытании тормозной системы легкового автомобиля на стенде представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе испытания тормозной системы легкового автомобиля на роликовом тормозном стенде

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия» [25]
«Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись» [24]
«Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ» [25]
«Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ» [13].
«Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия» [25]
«Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [9]

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания тормозной системы легкового автомобиля на роликовом тормозном стенде

Выполняем идентификацию вредных и опасных экологических факторов, возникающих при технологическом процессе испытания тормозной системы легкового автомобиля на роликовом тормозном стенде, и сведем их в таблицу 10.

Таблица 10 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Испытание тормозной системы легкового автомобиля на роликовом тормозном стенде	«Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей	–	«Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор)» [2].

Выполним разработку экологических факторов, возникающих при испытании тормозной системы легкового автомобиля на стенде:

- «атмосферу – применение фильтрующих элементов в вытяжных устройствах и своевременная их замена;
- гидросферу – «контроль за процессами утилизации и захоронения выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды;
- литосферу – спецодежда, пришедшая в негодность, применяется как вторичное сырье при производстве ветоши, металлический лом, стружка отправляется на переплавку, твердые бытовые / коммунальные отходы сортируются и перерабатываются, отработанное масло собирается и перерабатывается» [22]

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан Технологический паспорт технологического процесса испытания тормозной системы легкового автомобиля на роликовом тормозном стенде (таблица 5);
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе испытания тормозной системы легкового автомобиля на роликовом тормозном стенде (таблица 6) и определены методы и средства их снижения (таблица 7);
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе испытания тормозной системы легкового автомобиля на роликовом тормозном стенде (таблицы 8, 9);
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при технологическом процессе испытания тормозной системы легкового автомобиля на роликовом тормозном стенде и разработаны мероприятия по их снижению (таблица 10).

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе бакалавра была разработана конструкция испытательного стенда для тормозной системы легковых автомобилей.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- рассмотрена;
- проведена конструкторская разработка испытательного стенда для тормозной системы легковых автомобилей, приведены техническое задание и предложение, выполнен расчет конструкции и составлено руководство по эксплуатации тележки. Разработанный испытательный стенд для тормозной системы легковых автомобилей может найти широкое применение на СТО и таксомоторных парках, как недорогая и эффективная конструкция, повышающая эффективность проведения диагностических работ тормозной системы легкового автомобиля;
- рассмотрены
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности технического объекта.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Андросенко М. В. Проектирование технологического оборудования с применением САПР : учебное пособие / М. В. Андросенко, О. А. Филатова ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова". - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

2 Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. / В. И. Ануриев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982-. - 22 см. Т. 2. - М. : Машиностроение, 1982. - 584 с.

3 Беляев В. П. Стендовые испытания автомобилей и тракторов : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Автомобиле- и тракторостроение" / В. П. Беляев; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Автомобили". - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2018. - 55, [1] с.

4 Бондаренко Е. В. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство») / Е. В. Бондаренко, Р. С. Фаскиев. - Москва : Академия, 2015. - 302, [1] с. : ил.

5 Васильев В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / В. И. Васильев, А. В. Савельев, Р. А. Зиганшин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Курганский государственный университет". - Курган : Курганский государственный университет, 2020. - 92 с.

6 Власов Ю. А. Проектирование технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / Ю. А. Власов, Н. Т. Тищенко ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования, Томский гос. архитектурно-строительный ун-т. - Томск : Изд-во Томского гос. архитектурно-строительного ун-та, 2017. - 345 с

7 Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2021. –22 с.

8 ГОСТ 5513-97. Шины пневматические для грузовых автомобилей, прицепов к ним, автобусов и троллейбусов. Технические условия = Pneumatic tyres for trucks, trailers for them, buses and trolleybuses. Specifications : межгосударственный стандарт / Разработан междунаро. техн. ком. по стандартизации МТК 97 "Шины пневматич. для автомобилей и авиац. техники". - Введен 1999-01-01 : Взамен ГОСТ 5513-86. - Москва : Изд-во стандартов, 1998. - III, 21 с.

9 Дрючин Д. А. Проектирование производственно-технической базы автотранспортных предприятий на основе их кооперации с сервисными предприятиями [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Д. А. Дрючин, Г. А. Шахлевич, С. Н. Якунин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Оренбургский государственный университет". - Оренбург : ОГУ, 2016. - 124 с

10 Испытания машин : учебное пособие / В. В. Новиков, А. В. Поздеев, А. С. Дьяков, П. В. Потапов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Волгоградский государственный технический университет. - Волгоград : ВолгГТУ, 2020. - 135, [1] с.

11 Кудрявцев Е. М. Компьютерное моделирование, проектирование и расчет элементов машин и механизмов [Текст] : учебное пособие по направлению 25.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства", профиль "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" / Е. М. Кудрявцев. - Москва : АСВ, 2018. - 327 с.

12 Малкин В. С. Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : электронное учебно-методическое пособие / В. С. Малкин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

13 Михайлов В. А. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / В. А. Михайлов, Е. В. Сотникова, Н. Ю. Калпина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 213 с.

14 Набоких В. А. Испытания автомобиля [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 550100 "Автомобиле- и тракторостроение" / В. А. Набоких. - Москва : ФОРУМ, 2015. - 223 с.

15 Основы расчета и проектирования технологического оборудования : учебное пособие / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева" ; сост. Н. А. Андреева. - Кемерово : Кузбасский гос. технический ун-т им. Т. Ф. Горбачева, 2020. - 113 с.

16 Петров В. И. Технологическое оборудование предприятий автомобильного транспорта [Текст] : учебное пособие / В. И. Петров, Н. В.

Григорьева ; Минобрнауки России, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Тульский гос. ун-т". - Тула : Изд-во ТулГУ, 2012-. - 21 см. Ч. 2: Типаж, проектирование и эксплуатация технологического оборудования. - 2012. - 545 с.

17 Прейс В. В. Методологические основы проектирования технологических машин и оборудования [Текст] : учебное пособие / В. В. Прейс ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. образования "Тульский гос. ун-т". - Тула : ТулГУ, 2015. - 103 с.

18 Проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования : учебное наглядное пособие по направлению подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства : учебное наглядное электронное издание / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Кафедра механизации строительства ; составители: Д. Ю. Густов, М. А. Степанов. - Москва : Изд-во МИСИ-МГСУ, 2020. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см.

19 Проектирование технологического оборудования : учебное пособие / И. Р. Кузеев, С. С. Хайрудинова, М. И. Баязитов [и др.] ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет". - Уфа : УГНТУ, 2018. - 140 с.

20 Севостьянова Н.С. Конструкция каркаса и боковин пневматических шин [Текст] : Обзор пат. - Москва : ЦНИИТЭнефтехим, 1978. - 109 с.

21 Соломатин Н. С. Испытания узлов, агрегатов и систем автомобиля [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190109 "Наземные транспортно-технологические средства" / Н. С. Соломатин ; М-во образования и науки

Российской Федерации, Тольяттинский гос. ун-т, Ин-т машиностроения, Каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - 2-е изд. - Тольятти, Самарская обл. : Изд-во ТГУ, 2013. - 142 с.

22 Справочник конструктора : справочно-методическое пособие / [Б. П. Белозеров и др.] ; под ред. И. И. Матюшева. - Санкт-Петербург : Изд-во Политехника, 2006 (СПб. : Техническая книга). - 1025 с.

23 Сырямин Ю. Н. Эксплуатационные испытания автомобилей : практикум / Ю. Н. Сырямин, А. Ю. Кирпичников, А. С. Алехин ; Сибирский государственный университет путей сообщения. - Новосибирск : Издательство Сибирского государственного университета путей сообщения, 2020. - 72, [1] с.

24 Технический осмотр, диагностика и обслуживание автотранспорта : научное, методическое, справочное пособие / А. И. Потапов [и др.]. - Санкт-Петербург : Научное изд-во биографической международной энциклопедии "Гуманистика", 2008. - 902, [1] с.

25 Технологические процессы технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей : лабораторный практикум : учебное пособие для обучающихся по направлениям подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (профиль: Автомобили и автомобильное хозяйство), уровень образования - бакалавриат, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (специализация: Автомобили и тракторы), уровень образования - специалитет / А. В. Агафонов, П. А. Табаков, Д. И. Федоров, В. В. Чегулов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский политехнический университет, Чебоксарский институт (филиал). - Чебоксары : Политех, 2019. - 162 с.

26 Халтурин Д. В. Испытание автомобилей и тракторов [Текст] : практикум для студентов 5-го курса, обучающихся по профилю "Автомобили и тракторы" направления подготовки 23.05.01 "Наземные транспортно-

технологические средства» / Д. В. Халтурин, Н. И. Финченко, А. В. Давыдов.
- Томск : Изд-во ТГАСУ, 2017. - 171 с.

27 Яркин Е. К. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / Е. К. Яркин, В. М. Зеленский, Е. В. Харченко ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Российский гос. техн. ун-т (Новочеркасский политехн. ин-т). - Новочеркасск : Южно-Российский гос. техн. ун-т, 2006 (Новочеркасск : ЦОП ЮРГТУ). - 321 с.

Приложение А
Спецификации

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<i>Документация</i>	
	A4			22.БР.ПЭА.400.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
	A1			22.БР.ПЭА.400.61.00.000.В0	Чертеж общего вида	2	
Справ. №					<i>Сборочные единицы</i>		
			1	22.БР.ПЭА.400.61.01.000	Рама	1	
			2	22.БР.ПЭА.400.61.02.000	Опорное устройство	2	
			3	22.БР.ПЭА.400.61.03.000	Подъемное устройство	2	
			4	22.БР.ПЭА.400.61.04.000	Пульт управления стационарный	1	
Подп. и дата					<i>Детали</i>		
			5	22.БР.ПЭА.400.61.00.005	Болт фундаментный	12	
Изм. №	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	22.БР.ПЭА.400.61.00.000	
	Разраб.	Крибашев				Общий вид	
Изм. №	Проб.	Угарова				Лит.	Лист
	Н.контр.	Угарова				Листов	1
Изм. №	Утв.	Бабровский				ТГУ ИМ	
						зр. ЭТКдп-1701а	
<i>Копировал</i>						<i>Формат А4</i>	

Рисунок А.1 – Спецификация на тормозной стенд

Продолжение Приложения А

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.		
											A1				
							<u>Документация</u>								
						22.БР.ПЭА400.61.01.000.СБ	Сборочный чертеж	1							
							<u>Сборочные единицы</u>								
						1 22.БР.ПЭА400.61.01.000	Мотор-редуктор	1							
						2 22.БР.ПЭА400.61.02.000	Опора	1							
						3 22.БР.ПЭА400.61.03.000	Ролик	2							
						4 22.БР.ПЭА400.61.04.000	Опора ролика	2							
						5 22.БР.ПЭА400.61.05.000	Рама	1							
						6 22.БР.ПЭА400.61.06.000	Мотор-редуктор	1							
						7 22.БР.ПЭА400.61.07.000	Опора	2							
						8 22.БР.ПЭА400.61.08.000	Опора подъемного механизма	2							
						9 22.БР.ПЭА400.61.09.000	Механизм подъемный	1							
						10 22.БР.ПЭА400.61.10.000	Опора	1							
						11 22.БР.ПЭА400.61.11.000	Устройство натяжное	1							
							<u>Детали</u>								
						12 22.БР.ПЭА400.61.00.012	Звездочка	2							
						13 22.БР.ПЭА400.61.00.013	Эксцентрик	2							
						14 22.БР.ПЭА400.61.00.014	Ролик подъемного устройства	1							
						22.БР.ПЭА.400.61.00.000									
						Приводной механизм стенда с подъемным роликом			Лит.	Лист	Листов				
											1	3			
									ТГУ ИМ						
									гр. ЭТКдп-1701а						
						Копировал			Формат А4						

Рисунок А.2 – Спецификация на приводной механизм стенда

