

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)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему Разработка конструкции стенда для испытания тормозной системы и ходовой
части автомобиля

Обучающийся

А.В. Крылов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент Л.А. Угарова

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

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

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

доцент И.В. Дерябин

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

О.А. Головач

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

Тольятти 2022

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка конструкции стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля».

Цель дипломного проекта – разработка конструкции стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 92 страницы с приложениями.

Графическая часть содержит 10 листов формата А1, выполненных в автоматизированной системе разработки и оформления конструкторской и проектной документации КОМПАС-График. Выполненный дипломный проект полностью соответствует утвержденному заданию.

В первом разделе рассмотрены виды стендов и приборов для проведения испытания тормозной системы ТС.

Во втором разделе сопоставлены совокупности существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска. Объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна.

В третьем разделе составлены технические задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля. Выполнены конструкторские расчеты основных параметров силовых роликов.

В четвертом разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля.

В пятом разделе рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта.

В шестом разделе определена эффективность разработки стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля с экономической стороны.

Abstract

The topic of the senior thesis is: «The design development of a stand for testing the brake system and chassis of the car».

The aim of the work is to develop the construction of the stand for testing the brake system and chassis of the car.

The senior thesis consists of an introduction, general part, a conclusion, a list of references, 1 appendices, and the graphic part on 10 A1 sheets.

The general part of the senior thesis may be divided into several logically connected parts.

The first part discusses the types of stands and instruments for testing the vehicle brake system.

In the next part, we check compliance with the patentability criteria by comparing the characteristics of the designed stand and analogues, selected from the patent search. The results show clearly that the stand doesn't meet the necessary criteria for patentability.

The readers' attention is also drawn to third part of senior thesis where we present the terms of reference, technical proposal for the design development of the stand for testing the brake system and chassis of the car. Also, we perform the design calculations of the main parameters of power rollers.

The fourth part deals with the technological process for assembling the developed stand.

The finally two parts examine the issues of project safety, environmental friendliness and the economic efficiency of the stand development.

Содержание

Введение	6
1 Состояние вопроса	8
2 Патентный анализ аналогов.....	15
2.1 Описание объекта исследования	15
2.2 Формирование программы исследования	16
2.3 Определение стран проверки.....	16
2.4 Определение категории объекта.....	16
2.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию	17
2.6 Установление глубины патентного поиска.....	17
2.7 Анализ результатов патентно-информационного поиска	25
3 Конструкторская часть.....	27
3.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля	27
3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля	30
3.3 Расчет основных параметров стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля.....	39
4 Технологический раздел	49
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	49
4.2 Определение трудоемкости сборки	52
4.3 Составление технологического процесса сборки стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля	53
5 Безопасность и экологичность технического объекта	59
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля на стенде	62
5.2 Идентификация профессиональных рисков	63
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	64

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	69
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля на стенде	72
6 Экономическая эффективность проекта	74
Заключение	74
Список используемой литературы и используемых источников	84
Приложение А. Спецификации	90

Введение

«Современный автомобиль – сложный с технической точки зрения организм, который включает в себя раму или несущий кузов с закрепленными на них узлами и агрегатами различного функционального назначения» [31].

Рабочие свойства автомобиля в течение его эксплуатации постепенно ухудшаются, по причине изнашивания деталей, узлов и агрегатов, входящих в конструкцию автомобиля, от постоянных вибраций различных амплитуд и частот, усталости материала, а также негативного воздействия окружающей среды (влажности воздуха, перепадов температуры, воздействия соляных растворов и так далее).

«В совокупности всё это приводит к появлению отказов и неисправностей, устранение которых выполняется в процессе технического обслуживания и текущего ремонта, путем выполнения регулировочных и плановых работ по техническому обслуживанию отдельных узлов, агрегатов и систем автомобиля в целом, либо путем замены отдельных деталей в случае необходимости. Хорошо известно, что эффективность использования автомобильного транспорта зависит от его технического состояния. Условием надежной работы автомобиля является систематическое и высококачественное техническое обслуживание, выполняемое в условиях современных авторемонтных предприятий и СТО А, оснащенных надлежащим оборудованием, средствами контроля и диагностирования неисправностей» [4].

«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. Это требует создания необходимой производственно-технологической базы для поддержания подвижного состава автомобильного транспорта в исправном состоянии, широкого применения прогрессивных и ресурсосберегающих технологических процессов, технического диагностирования и обслуживания, ремонта, эффективных средств механизации и автоматизации производственных процессов на авторемонтных предприятиях, повышения квалификации персонала» [9].

Автомобильный рынок России уже долгое время переживает большие трудности. В 2021 году обозначилась серьезная проблема с поставками новых автомобилей из-за пандемии коронавируса. В магазинах 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 стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля

1 Состояние вопроса

«Тормозная система является неотъемлемой частью любого автомобиля.

Надо помнить, что АБС на современных автомобилях могут применяться и другие, объединяемые с АБС дополнительные автоматические системы управления тормозами:

- система электронного распределения тормозных сил по осям автомобиля EBD (Electronic Brake Force Distribution) – применяется вместо регулятора давления и обеспечивает более точное по сравнению с ним регулирование давления в рабочих тормозных цилиндрах задних тормозных механизмов;
- противобуксовочные системы ASR (Anti-spin regulation), ETS, TCS – обеспечивают повышение силы тяги на ведущих колесах при трогании и разгоне автомобиля на скользкой дороге за счет автоматического подтормаживания пробуксовывающего колеса ведущей оси и регулирования крутящего момента двигателя;
- электронные системы обеспечения курсовой устойчивости автомобиля ESP (Electronic stability program), EBS, ELB – обеспечивают повышение курсовой устойчивости автомобиля на поворотах за счет автоматического регулирования тормозных сил, а также силы тяги на ведущих колесах и так далее» [1].

«Для данных методов устанавливаются следующие контролируемые параметры:

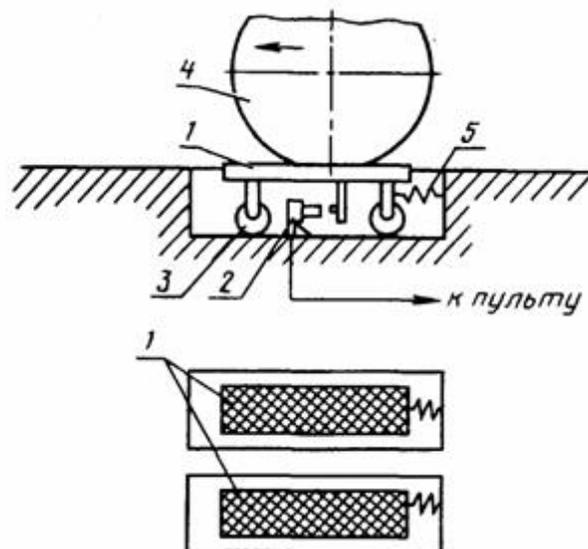
- при проведении дорожных испытаний – тормозной путь, установившееся замедление, устойчивость при торможении, время срабатывания тормозной системы, уклон дороги, на котором должно неподвижно удерживаться транспортное средство (ТС);
- при проведении стендовых испытаний – общая удельная тормозная сила, коэффициент неравномерности (относительная

неравномерность) тормозных сил колес одной оси, усилие на педали тормоза, овальность или бочкообразность тормозных барабанов и тормозных дисков соответственно» [2].

На сегодняшний день существует несколько видов стендов и приборов для проведения диагностики тормозной системы ТС.

«Статические силовые роликовые стенды представляют собой роликовые устройства, предназначенные для проворачивания («срыва») заторможенного колеса и измерения прикладываемой при этом силы. По физике процесса он аналогичен испытанию стояночной тормозной системы на уклоне. Недостатком статического способа диагностирования тормозной системы ТС является неточность результатов, так как не воспроизводятся условия реального динамического процесса торможения.

Принцип действия инерционного стенда (рисунок 1) заключается в измерении сил инерции, возникающих в процессе торможения автомобиля и приложенных в точках контакта колес с динамометрическими платформами.



1 – площадки стенда; 2 – датчик; 3 – ролик; 4 – колесо; 5 – пружина

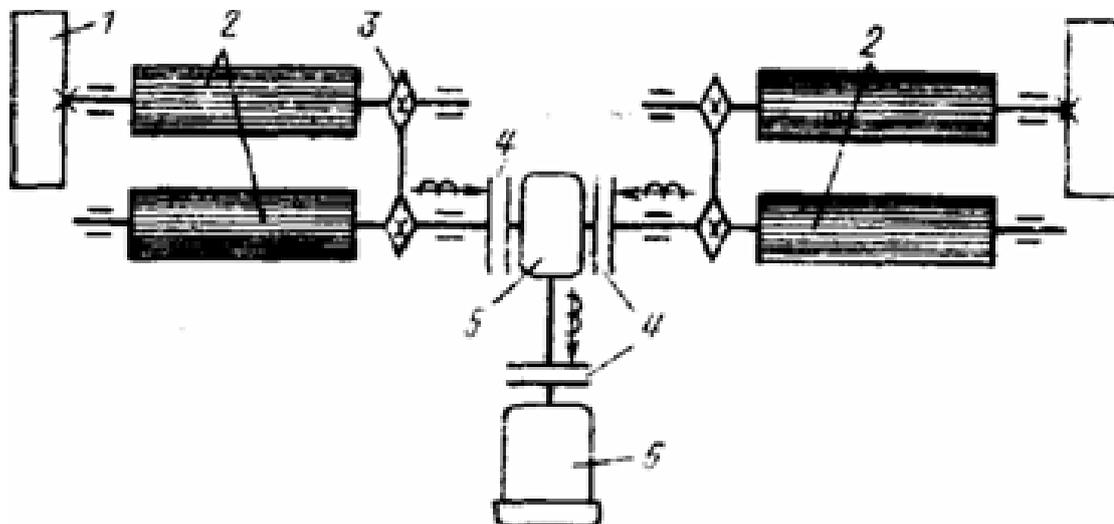
Рисунок 1 – Схема инерционного платформенного стенда

Данный стенд имеет ряд недостатков, например, при испытаниях и на роликовых тормозных стендах в процессе торможения колесо совершает как минимум более одного оборота, поэтому оценивается вся поверхность торможения тормозного механизма. Кроме того, на платформенных тормозных стендах, ввиду малых начальных скоростей торможения (по условиям безопасности) и интенсивного, быстрого торможения (из-за ограниченности тормозного пути, который определяется длиной тормозных площадок), торможение осуществляется на части поверхности торможения тормозного механизма, что неприемлемо с точки зрения оценки безопасности автомобиля. И, наконец, слишком интенсивное торможение (по вышеприведенным причинам) искажает реальную физическую картину торможения автомобиля» [30].

«При испытаниях на платформенных тормозных стендах начальная скорость автомобиля не соответствует требованиям Правил дорожного движения и ГОСТ 33997-2016, а это значит, что кинетическая энергия меньше той, что требуется для правильной оценки тормозной системы. В силу этого не потребуется максимального усилия на педали тормоза для гашения этой энергии. Таким образом, при испытаниях на платформенных тормозных стендах получаются завышенные значения по удельной тормозной силе и заниженные по усилиям на органах привода тормозных систем» [6].

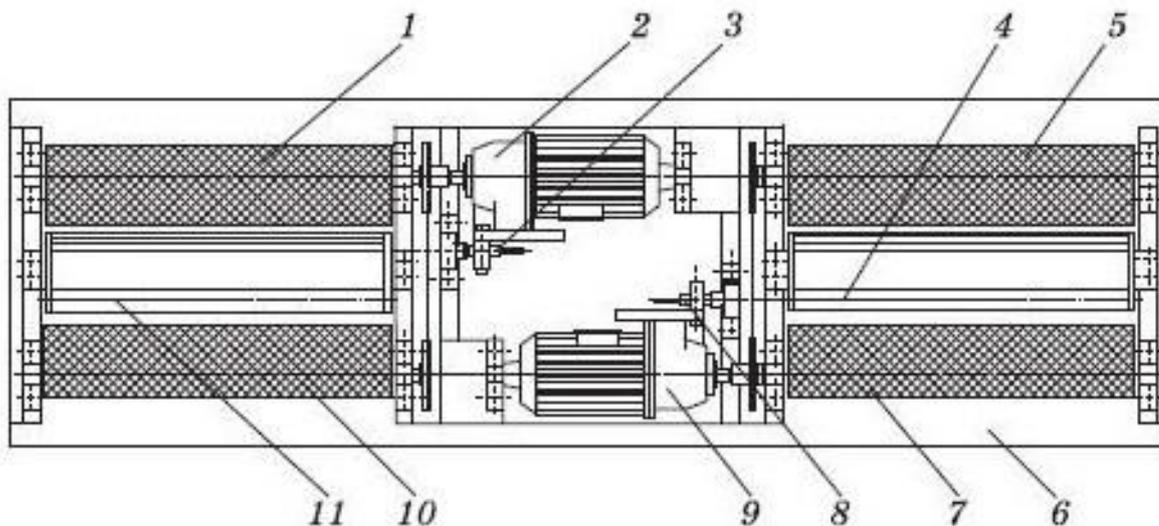
«Принцип действия инерционных роликовых стендов (рисунки 2, 3) заключается в том, что после установки автомобиля на ролики инерционного стенда линейную скорость колес доводят до 70 км/ч и резко тормозят, одновременно разобцая все каретки стенда путем выключения электромагнитных муфт. При этом в местах контакта колес с роликами стенда возникают силы инерции, противодействующие тормозным силам. Через некоторое время вращение барабанов стенда и колес автомобиля прекращается» [12].

«Пути, пройденные каждым колесом автомобиля за это время (или угловое замедление барабана), будут эквивалентны тормозным путям и тормозным силам.



1 – маховик; 2 – ролики; 3 – передача (цепная, ременная и прочие); 4 – электромагнитная муфта; 5 – редуктор; 6 – электродвигатель

Рисунок 2 – Принципиальная кинематическая схема роликового узла инерционного тормозного стенда



1,5,7,10 – ролики; 2,9 – мотор – редукторы; 3,8 – тензометрические датчики; 4,11 – следящие ролики; 6 – рама

Рисунок 3 – Опорно – воспринимающее устройство силового роликового стенда

Метод, реализуемый инерционным роликовым стендом, создает условия торможения автомобиля, максимально приближенные к реальным, но в силу высокой стоимости стенда, недостаточной безопасности, трудоемкости и больших затрат времени, необходимого для диагностирования, стенды такого типа нерационально использовать при проведении диагностирования на автопредприятиях и при техосмотре» [8].

«Силовые роликовые стенды с использованием сил сцепления колеса с роликом позволяют измерять тормозные силы в процессе его вращения со скоростью от 2 до 10 км/ч. Вращение колес осуществляется роликами стенда от электродвигателя. Тормозные силы определяют по реактивному моменту, возникающему на статоре мотор – редуктора стенда при торможении колес.

Роликовые тормозные стенды позволяют получать достаточно точные результаты проверки тормозных систем. При каждом повторении испытания они способны создать условия (прежде всего скорость вращения колес), абсолютно одинаковые с предыдущими, что обеспечивается точным заданием начальной скорости торможения внешним приводом. Кроме того, при испытании на силовых роликовых тормозных стендах предусмотрено измерение так называемой «овальности» – оценка неравномерности тормозных сил за один оборот колеса, то есть исследуется вся поверхность торможения» [14].

«При испытании на роликовых тормозных стендах, когда усилие передается извне (от тормозного стенда), физическая картина торможения не нарушается. Тормозная система должна поглотить поступающую извне энергию даже несмотря на то, что автомобиль не обладает кинетической энергией.

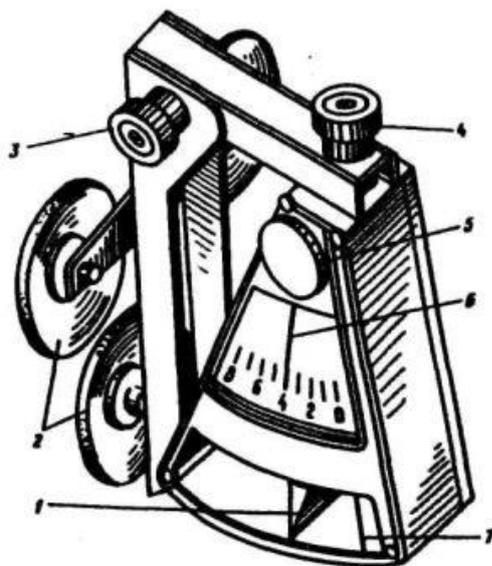
Есть еще одно важное условие – безопасность испытаний. Самые безопасные испытания – на силовых роликовых тормозных стендах, поскольку кинетическая энергия испытуемого автомобиля на стенде равна нулю. В случае отказа тормозной системы при дорожных испытаниях или на

площадочных тормозных стендах вероятность аварийной ситуации очень высока» [13].

«Современные силовые роликовые стенды для проверки тормозных систем могут определять следующие параметры:

- по общим параметрам транспортного средства и состоянию тормозной системы – сопротивление вращению незаторможенных колес, неравномерность тормозной силы за один оборот колеса, массу, приходящуюся на колесо, массу, приходящуюся на ось;
- по рабочей и стояночной тормозным системам – наибольшую тормозную силу, время срабатывания тормозной системы, коэффициент неравномерности (относительную неравномерность) тормозных сил колес оси, удельную тормозную силу, усилие на органе управления» [19].

«Для измерения величины замедления автомобиля при торможении в дорожных условиях применяют приборы, называемые деселерометрами (рисунок 4).



- 1 – ось маятника; 2 – присоски; 3 – винт фиксации стоек; 4 – винт фиксации корпуса;
5 – ручка возврата; 6 – фиксирующая стрелка; 7 – контрольная риска

Рисунок 4 – Деселерометр

Их укрепляют в кабине, на полу или ветровом стекле на присосках. Чувствительным элементом многих деселерометров служит инерционная масса (груз или жидкость), перемещение которой пропорционально замедлению.

Дорожные испытания с помощью деселерометров имеют, те же недостатки, что при испытании на инерционных платформенных стендах» [5].

Таким образом, получается, что по совокупности своих свойств именно роликовые стенды являются наиболее оптимальным решением, как для диагностических линий СТО, так и для оборудования пунктов инструментального контроля.

Выводы по разделу.

В разделе «Состояние вопроса» рассмотрены виды стендов и приборов для проведения испытания тормозной системы ТС.

2 Патентный анализ аналогов

2.1 Описание объекта исследования

«Стенд (рисунок 5) содержит основание с закрепленными на нем продольными направляющими, нагрузочное устройство и соединительное устройство.

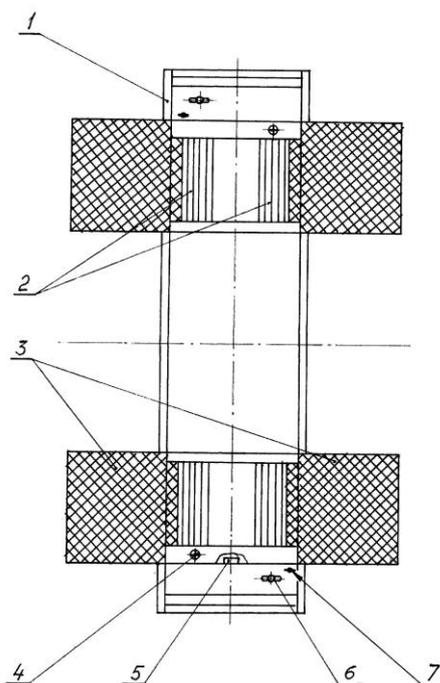


Рисунок 5 – Объект исследования

На продольные направляющие опираются балки, скрепленные с ними крепежными болтами. В балках 6 образованы поперечные направляющие. На балках установлены стойки, в которые ввинчены винты. На винтах закреплены ложементы с прижимными болтами. Стойки скреплены с поперечными направляющими крепежными болтами. На валу нагрузочного устройства закреплен болтом внешний цилиндр соединительного устройства. Во внешнем цилиндре установлен внутренний цилиндр, соединенный с ним посредством первого шлицевого соединения. Во внутреннем цилиндре

установлен вал, соединенный с ним посредством второго шлицевого соединения. На валу образован центрирующий конус и имеются зацепляющие зубья для кинематического соединения с храповиком двигателя. На внешнем цилиндре и на внутреннем цилиндре установлены фиксаторы, подпружиненные пружинами. На внутреннем цилиндре и на валу образованы выемки для размещения фиксаторов» [22].

Недостатки объекта исследования «Универсальный стенд для тормозной системы и подвески легкового автомобиля»:

Универсальный стенд для тормозной системы и подвески легкового автомобиля дорог в изготовлении.

2.2 Формирование программы исследования

Формулировка и обоснование целей исследования.

Целью исследования: создание объекта с лучшей функциональностью и дешёвого в изготовлении, что позволит быстрее проводить обслуживание и расширить спектр работ.

2.3 Определение стран проверки

«Странами проверки являются страны с наиболее широко развитой индустрии автомобильного транспорта, и в этих странах может быть наиболее полная информация об исследуемой области техники: Российская Федерация, Великобритания, Германия, США, Франция, Япония» [25].

2.4 Определение категории объекта

Исследуемый объект является устройством, так как характеризуется конструктивными признаками – формой и сопоставимостью размеров деталей: нагрузочное устройство, силовой элемент, рама, привод.

2.5 Выбор технических решений, подлежащих исследованию

Для достижения цели модернизации внесем изменения в конструкцию привода, рамы и силового элемента.

2.6 Установление глубины патентного поиска

Определение рубрики МПК и индекса УДК, АПУ, ключевые слова или словосочетания.

Проводим классификацию по МПК 8 редакции с соблюдением всех поправок и изменений: Раздел В – различные технологические процессы; транспортирование; класс В60 – транспортные средства (общие вопросы); подкласс В60Т – системы управления тормозами транспортных средств или их элементы; системы управления тормозами или их элементы вообще; главная дробная рубрика В60Т17/00 – конструктивные элементы и вспомогательные устройства тормозных систем, не отнесенные к группам 8/00, 13/00 или 15/00 или содержащие другие характерные особенности; дробная рубрика В60Т17/22 – устройства для контроля и испытания тормозных систем, сигнальные устройства.

Раздел G – физика; класс G01 – измерение; испытание; подкласс G01M – проверка статической и динамической балансировки машин, испытания различных конструкций или устройств, не отнесенные к другим подклассам; главная дробная рубрика G01M17/00 – испытание транспортных средств, G01M17/06 – рулевых характеристик; ходовых характеристик.

Индекс УДК:

- 6 – Прикладные науки. Медицина. Техника;
- 65 – Управление предприятиями. Организация производства, торговли и транспорта;
- 656 – Транспортное обслуживание. Организация и управление перевозками. Почтовая связь;

- 656.1 – Эксплуатация наземного безрельсового транспорта. Движение по улицам и дорогам;
- 656.1.5 – Организация и эксплуатация наземного (сухопутного) транспорта.

«Защита патентоспособности на изобретение составляет 25 лет, на полезную модель – 13 лет. Новые технические решения внедряются в конструкцию универсального стенда для тормозной системы и подвески легкового автомобиля медленно. Так как разработки ведутся медленно, установим глубину патентного поиска 12 лет» [6].

Составляем регламент патентно-информационного поиска и заносим в таблицу 1.

Таблица 1 – Регламент патентно-информационного поиска

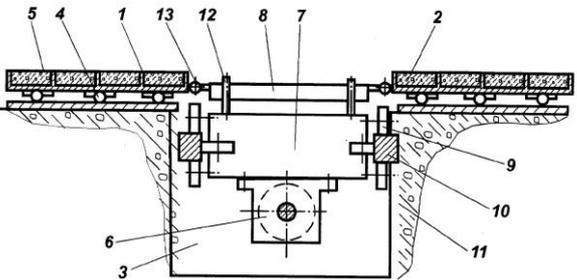
Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Рубрики: МПК (МКИ) УДК, НКИ	Страна поиска	Ретроспективность	Наименование информационной базы (фонда)
«Универсальный стенд для тормозной системы и подвески легкового автомобиля	656.1.5 B60T17/00 G01M17/00	Российская Федерация (СССР), Германия, США, Япония, Великобритания, Франция	12 лет(2010-2022)	Описания к авторским свидетельствам и патентам. Реферативный сборник Изобретения стран мира, Реферативный журналы: Автомобиль, автомобильное хозяйство, Автомобильная промышленность, Автомобильный транспорт, Мимоза (MIMOSA). Сайты: www.fips.ru , www.zr.ru » [28].

Выполняем патентно-информационный поиск и сводим информацию в таблицу 2.

Таблица 2 – Патентно-информационный поиск

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
Гидромеханический силоизмерительный стенд для диагностирования тяговых качеств автотранспортных средств	G01M17/007 B60T17/22 Хабардин В.Н.; Хабардин А.В. 2010.10.26 2012.12.10 патент № 2193984 Россия	<p>«Гидромеханический силоизмерительный стенд для диагностирования тяговых качеств автотранспортных средств, содержащий расположенные на раме две одинаковые секции для установки левого и правого колес испытываемой оси автотранспортного средства, при этом каждая секция снабжена двумя рифлеными роликами, кинематически связанными между собой цепной передачей, приводом указанных роликов и измерителем тормозной силы, отличающийся тем, что привод роликов каждой секции выполнен в виде гидравлического домкрата, размещенного горизонтально и жестко присоединенного основанием к раме секции, измеритель тормозной силы - в виде манометра, скомутированного с подпоршневой полостью рабочего цилиндра домкрата, при этом шток домкрата посредством зубчатой реечной передачи и приводного вала кинематически связан с осью одного из роликов, соединение приводного вала с указанной осью осуществлено при помощи компенсирующей муфты» [27]</p>	да	да

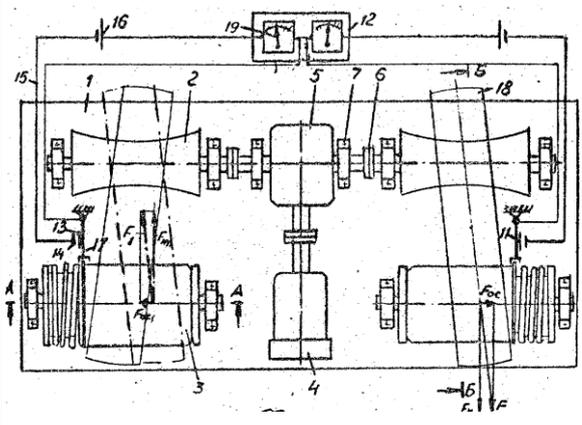
Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
Стенд для диагностирования тяговых качеств автотранспортных средств	В60Т17/22 G01L5/28 Рогов В.А.; Русских А.Н.; Комышев Г.В. 2012.07.06 2014.05.10 патент № 2323841 Россия	<p>«Стенд для диагностирования тяговых качеств автотранспортных средств, содержащий две опоры для установки колес испытываемой оси автотранспортного средства, привод опор, выполненный на основе силового цилиндра, отличающийся тем, что опоры для установки колес выполнены в виде подвижного в продольном направлении стола с горизонтальной контактной поверхностью, изготовленной из бетона, привод обеих опор состоит из пневматического силового цилиндра, нижней рамы, установленной на направляющих с возможностью продольного перемещения от силового цилиндра, и верхней рамы, установленной с возможностью вертикального перемещения относительно нижней рамы и соединенной с каждым столом посредством шарнира с продольной осью вращения» [22].</p> 	да	да
Стенд для диагностирования тяговых качеств автотранспортных средств	В60Т17/22 Рогов В.А. 2017.01.09 2017.09.27 патент № 66726 Россия	<p>«Стенд для диагностирования тяговых качеств автотранспортных средств, содержащий две опоры для установки колеса испытываемой оси автотранспортного средства, привод опор, выполненный на основе силового цилиндра, отличающийся тем, что оснащен горизонтальной плитой,</p>	да	да

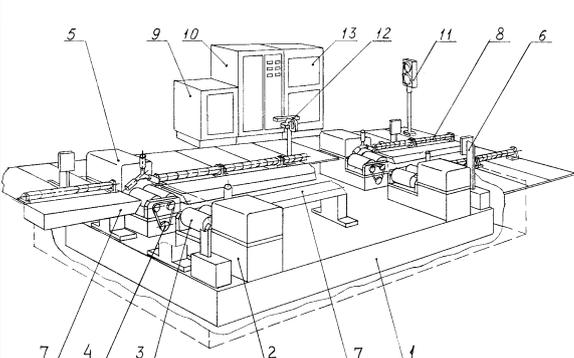
Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
		<p>опора для установки колеса выполнена в виде стола с горизонтальной контактной поверхностью, изготовленной из бетона, оснащенного катками и подвижного по плите в продольном направлении, привод опоры состоит из пневматического силового цилиндра, корпус которого соединен со столом, а шток - с плитой, причем на плите смонтированы продольные направляющие для столов» [20].</p>	да	да
Стенд для проверки и регулировки углов установки управляемых колес транспортного средства	G01M17/06 Фомин Л.У. 09.08.2010 23.02.2013 а.с.. № 1796959 Россия	<p>«Использование: в устройствах для диагностирования технического состояния транспортных средств и может найти применение в автотранспортных предприятиях и на станциях технического обслуживания. Сущность: стенд для проверки и регулировки углов установки управляемых колес транспортного средства содержит раму, на которой смонтирован электродвигатель, кинематически связанный через редуктор с приводными барабанами, выполненными с вогнутой опорной поверхностью, ведомые барабаны цилиндрической формы с подвижными в осевом направлении кольцами на наружной поверхности, взаимодействующие с механизмом</p>	да	да

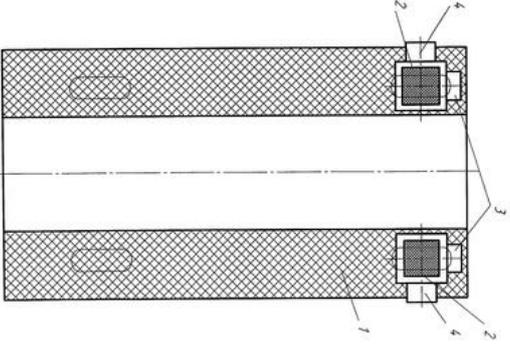
Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
		<p>измерения. Ведомые барабаны выполнены с самоустанавливающимися кольцами и снабжены расположенными на концах буртиками, между одним из которых и торцовой стороной кольца размещена распорная пружина» [15].</p> 		
Стенд для регулирования углов установки колес автомобиля	<p>G01M17/06 G01B5/24 Гаврилов Е.А., Полев М.Ю., Хлунов А.Э. 11.02.2012 20.12.2013 пат. № 2219513 Россия</p>	<p>«Изобретение относится к области машиностроения, в частности к контрольно-измерительной технике по регулировке углов установки управляемых колес транспортного средства, и может быть использовано на автосборочных и авторемонтных заводах для регулировки углов установки как передних, так и задних колес автомобиля. В стенде для регулирования углов установки колес на общей станине закреплены четыре секции, каждая из которых состоит из спаренных барабанов, выполненных вращающимися от принудительного привода, с возможностью независимого свободного перемещения в плоскости, перпендикулярной продольной оси автомобиля; измерительного блока, работающего в канале измерения угла перекоса оси автомобиля относительно</p>	да	да

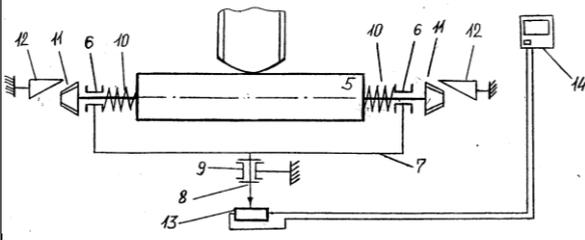
Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
		<p>оси станда и каналах измерений углов схождения и развала; измерительного коромысла, не имеющего жесткой связи с колесом и выполненного на шарнире в виде щупа с тремя роликами, расположенными под углом 120о, контактирующими с боковой поверхностью колеса вне зоны деформации от барабанов. Датчики линейных перемещений производят множество измерений (в 512 точках) за один оборот колеса, выдают через систему управления информацию в виде поправок для регулировки. Технический результат заключается в повышении точности регулирования углов установки колес и автоматизации всего цикла, что позволит в конечном итоге повысить производительность» [12].</p> 		
Устройство для проверки углов установки управляемых колес транспортного средства	G01M17/06 G01B11/26 Симоненко В.В. 19.09.2015 27.03.2017 пат. № 2308015 Россия	«Изобретение относится к области технического обслуживания транспортных средств, а именно к оборудованию для измерения углов установки управляемых колес автомобилей. Устройство для проверки углов установки управляемых колес транспортного средства содержит горизонтальную платформу с расположенными на ней подвижными в	да	да

Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
		<p>горизонтальной плоскости площадками для размещения управляемых колес автомобиля. Посредством указанного устройства измерения производят при заторможенных колесах путем их поворота, при этом устройство дополнительно содержит два датчика продольных и два датчика поперечных смещений подвижных площадок. Величины поперечных смещений подвижных площадок определяют продольные углы наклона оси поворота управляемых колес, а величины продольных смещений - углы развала колес. Технический результат заключается в сокращении времени определения развала и продольных углов наклона оси поворота управляемых колес» [12].</p> 		
Стенд для определения углов установки управляемых колес транспортного средства	G01M17/06 Козлов Г.Г., Мальчиков С.В., Блянкинштейн И.М. 23.05.2014 10.09.2017 пат. № 2089845	«Стенд для определения углов установки управляемых колес транспортного средства, содержащий ведущие беговые барабаны, кинематически связанные с приводом, ведомые барабаны и измерительное устройство, выполненное в виде измерительного элемента, установленного с возможностью поперечного	да	да

Продолжение таблицы 2

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
	Россия	<p>перемещения, а также с возможностью углового поворота и связи с датчиком измерения угла поворота, причем измерительное устройство выполнено в виде установленного с возможностью поворота на оси и связанного с датчиком угла поворота коромысла, на котором размещены опоры для оси измерительного элемента, установленного с возможностью осевого перемещения и включения привода поворота коромысла» [7].</p> 		

Проведя патентный поиск, было установлено, что идет модернизация в направлении усовершенствования рамы и привода.

2.7 Анализ результатов патентно-информационного поиска

Новый разработанный объект исследования показан в конструкторской части дипломного проекта.

Для исследования патентоспособности мы будем использовать уже определенный ранее регламент и проведенный патентный поиск.

Выявим существенные признаки ИТР и аналогов и занесем в таблицу 3.

Таблица 3 – Существенные признаки ИТР и аналогов

Конструкция проектируемого объекта	Проект	Аналоги	
		А 1 патент № 2323841	А 2 авторское свидетельство № 2089845
Нагрузочное устройство	0	+	+
Силовой элемент	0	+	-
Рама	0	+	-
Привод	0	+	+
Суммарная оценка		4	2

Согласно таблице 3 наибольшую сумму баллов имеет аналог А1 – стенд для диагностирования тяговых качеств автотранспортных средств, МПК: В60Т17/22;G01L5/28; Авторы: Рогов В.А.; Русских А.Н.; Комышев Г.В. опубл.: 2008.05.10 пат. № 2323841, Россия. Следовательно, данное ТР является наиболее прогрессивным, принимаем его для использования в усовершенствованном универсальном стенде для тормозной системы и подвески легкового автомобиля.

Проведенные патентные исследования сопоставления совокупностей существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска патент № 2323841 и авторское свидетельство № 2089845, видим, что объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна, так как все технические решения, используемые в спроектированном устройстве, являются общеизвестными из уровня вида техники.

Устройство можно сделать и использовать в условиях АТП, с минимальными экономическими и трудовыми затратами.

Выводы по разделу.

В разделе «Патентный анализ аналогов» сопоставлены совокупности существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска, объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна.

3 Конструкторская часть

3.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля

«Данное изделие относится к стендам для испытания тормозных параметров и диагностирования состояния подвески 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°С до 50°С. Изделие необходимо выполнить таким образом, чтобы было возможным изготавливать его силами СТО или АТП. Также при проведении работ полностью исключить применение дополнительных механических устройств. При этом обеспечив безопасную работу и беспрепятственный доступ к узлам подвески под днищем автомобиля» [23].

Возможен экспорт за рубеж.

«Источниками разработки служат:

- описание изобретения к авторскому свидетельству № 375515,
- справочники и каталоги оборудования,
- интернет сайты,
- методические пособия,
- другая техническая литература» [12].

«Требуется разработать стенд способный диагностировать тормозную систему легковых автомобилей, а также общетехническое состояние подвески автомобиля по наличию люфтов. Требуется, чтобы в процессе проведения испытания было возможным:

- имитировать торможение одной из осей автомобиля движущегося со скоростью около 5 км/ч, с замером тормозных сил каждого колеса на оси, при одновременной фиксации усилия нажатия на педаль тормоза и времени срабатывания системы;

- имитировать движение одной из осей автомобиля по неровности с возможностью доступа к элементам подвески, с целью визуального выявления шумов и люфтов» [14].

Рекомендуется в качестве прототипа использовать изделие на основании описания изобретения к авторскому свидетельству № 375515 кл. G 01 M 17/00.

«Характеристики стенда:

- габаритные размеры, мм 4000×1500×500;
- масса, кг 3000;
- нагрузка на ось транспортного средства, кг 2000;
- начальная скорость торможения, км/ч от 3 до 6;
- диапазон хода подвески при испытании, мм от 50 до 150;
- диапазон измерения тормозной силы на каждом колесе проверяемой оси, Н от 0 до 10000;
- измеряемая сила на педали тормоза, кгс до 80;
- напряжение питания, В 380;
- потребляемая мощность, не более кВт 10» [5].

В разрабатываемой конструкции следует предусмотреть возможность дальнейшего усовершенствования конструкции за счет расширения типов испытываемых автомобилей и возможности автоматизации процесса контроля.

«Эргономические показатели.

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.

Также на шкафу расположить систему визуализации измеряемых параметров в цифровом виде с указанием тормозных сил на каждом колесе испытываемой оси, разницы тормозных сил, усилия нажатия на педаль и времени срабатывания системы. Информация должна быть легко читаема с водительского места в салоне автомобиля» [12].

Эстетические требования:

«Внешние очертания механизма 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» [16].

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 при замене деталей или транспортировке. 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.

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» [16].

3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля

«Стенд относится к оборудованию для испытания тормозных качеств и подвески транспортных средств. Предназначается для измерения тормозных сил на колесах и выявления люфтов в подвеске возникающих при износе основных элементов воспринимающих нагрузки. Оборудование предназначается главным образом для обслуживания легковых автомобилей всех типов» [12].

«Данное оборудование необходимо для осуществления следующих действий в рамках 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;
- имитация движения проверяемой оси автомобиля по неровности с созданием возвратно-поступательных перемещений подвижных элементов подвески с возможностью доступа к ним, с целью визуального выявления шумов и люфтов» [11].

«Таким образом, при помощи данного оборудования выполняются основные технологические операции диагностических работ общетехнического состояния ходовой части автомобиля, следовательно, существует необходимость использования данного оборудования на предприятии. Применение ручного труда и подручных приспособлений

нецелесообразно ввиду соображений безопасности и соблюдения технологичности процесса.

Изделие относится к устройствам для диагностирования транспортных средств, в частности, к стендам для проведения воздействий связанных осуществлением контрольно-диагностических работ при проведении ТО легковых автомобилей» [22].

Для определения более подходящего варианта конструкции стенда, предварительно рассмотрим несколько вариантов различных конфигураций и типов существующих образцов

«Рассмотрим конструкцию стенда по описанию изобретения к а/с № 375515.

На рисунке 6 изображен стенд, общий вид сверху.

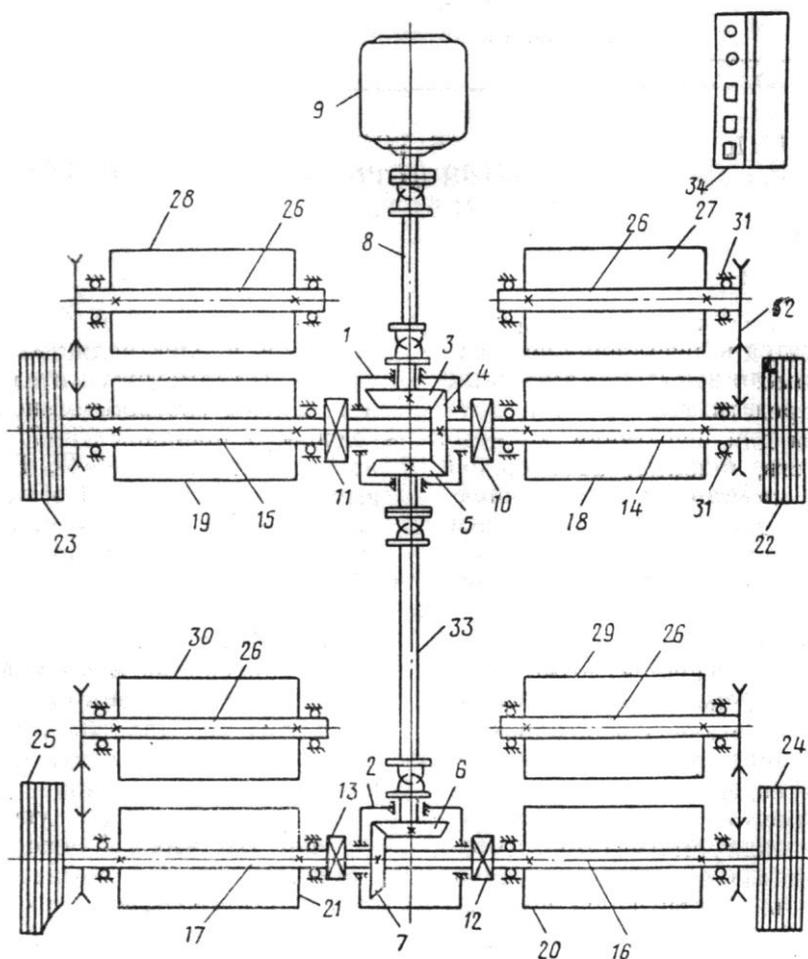


Рисунок 6 – Стенд, общий вид, сверху

Стенд содержит смонтированные на раме редукторы 1 и 2 с коническими шестернями 3-7. Шестерня 5 является ведущей и валом 5 связана с электродвигателем 9. Шестерни 4 и 7 электромагнитными муфтами 10-13 присоединены соответственно к валам 14-17 основных роликов 18-21 с наборными дисковыми массами 22-25. Параллельно роликам 18-21 к раме на промежуточных валах 26 прикреплены вспомогательные ролики 27-30. Валы 14, 15, 16, 17 и 26 установлены на подшипниках 31.

Основные и вспомогательные ролики попарно соединены ременной передачей 32 и расположены на раме разновысоко. Шестерни 5 и 6 связаны валом 33. На раме смонтирован пульт 34 для управления работой и фиксации результатов исследования.

Стенд работает следующим образом.

Испытываемый автомобиль заезжает на стенд так, что его колеса располагаются между парами разновысоких роликов 18, 27, 19, 28, 20, 29 и 21, 30. На концах валов основных роликов набирается расчетное число дисков, эквивалентное массе автомобиля и приходящейся на данное колесо.

Муфты 10-13 замкнуты. Электродвигателем 9 задается разгон роликов и колес автомобилей до оборотов, соответствующих заданной скорости испытания, что фиксируется тахометром на пульте управления. При достижении заданной скорости водитель нажимает на тормозную педаль автомобиля с заданным усилием. При этом одновременно размыкаются электромагнитные муфты, отсоединяя электродвигатель от роликов, а во вращении остаются только расчетные массы. Нажатие на педаль может быть автоматическим. При нажатии на тормозную педаль происходит процесс торможения на всех колесах, при котором определяется тормозной путь, температура тормозных накладок и так далее. При испытании с приводом от двигателя автомобиля вал 8 отключается.

В остальном работа стенда повторяется, то есть производится имитация дорожного торможения, но без влияния таких факторов, как атмосферные осадки и состояние поверхности дорог в условиях безопасности.

При соответствующих включениях электромагнитных муфт представляется возможным производить исследование различного сочетания тормозов автомобиля» [15].

Наряду с предложенным к разработке заданием были рассмотрены имеющиеся аналоги, с целью выявления возможности модернизации объекта, основываясь на известных и внедренных разработках.

Прототипом разрабатываемой конструкции будет являться ряд существующих стендов для диагностики тормозов легковых автомобилей статического типа. Одним из таких устройств будет являться существующий стенд СТМ 3500М (рисунок 7).



Рисунок 7 – Тормозной стенд СТМ-3500М

«Тормозной стенд СТМ 3500М предназначен для проверки тормозной системы полноприводных легковых автомобилей и микроавтобусов с нагрузкой на ось до 3,5 т, шириной колеи от 770 до 2210 мм и диаметром колес от 500 до 1020 мм.

Автоматическое выполнение измерений и расчет параметров тормозных систем по ГОСТ Р 51709-2001 и согласно требований приказа Министерства промышленности и торговли РФ от 6 декабря 2011 г. № 1677 "Об утверждении основных технических характеристик средств технического диагностирования и их перечня" по следующим показателям: тормозная сила, развиваемая тормозными системами АТС; масса,

приходящаяся на ось АТС; усилие, прикладываемое к органам управления тормозными системами АТС.

Отображение результатов измерений и их графической интерпретации на экране монитора и информационном табло.

Автоматическое управление режимами измерения по программе и методике ГОСТ или в ручном режиме с радиопульта.

Распечатка протокола измерений и графиков тормозных сил.

Вывод на экран монитора и светофор указаний оператору и водителю.

Автоматическая работа стенда в составе линий технического контроля с оформлением диагностической карты автомобиля.

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 СТМ: полимерная порошковая окраска;
- широкий диапазон рабочих температур от минус 10°С до плюс 40°С позволяет использовать стенд в неотапливаемых помещениях или в составе контейнерных мобильных станций диагностики;
- динамическое измерение тормозных сил колес и осевых нагрузок при торможении с учетом загрузки осей при торможении» [32].

В разрабатываемой конструкции будут использованы ряд конструктивных разработок, использованных в описаниях изобретений. Таким образом, целью разработки оборудования является устранение недостатков, присущих каждой из систем в отдельности, а также повышение степени автоматизации проведения работ, ставящих целью снижение доли ручного труда.

«Другим аналогом будет являться тормозной роликовый стенд КИ-4998 ГосНИТИ (рисунок 8). При диагностировании состояния тормозов на этом стенде измеряются:

- тормозная сила (каждого колеса отдельно),
- одновременность срабатывания тормозных механизмов,
- время срабатывания привода
- усилие нажатия на педаль.

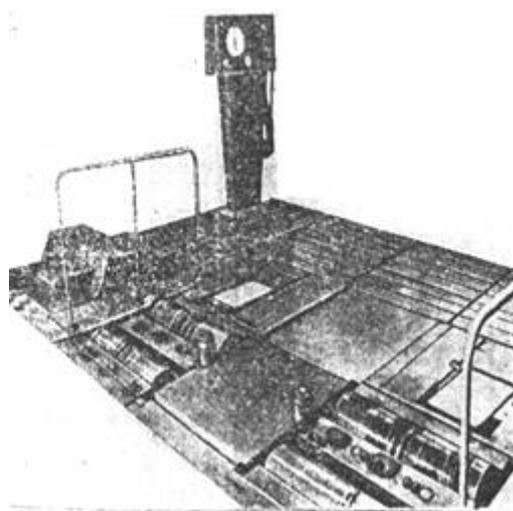


Рисунок 8 – Роликовый стенд КИ-4998 ГосНИТИ для диагностики тормозов

Контроль тормозов осуществляется следующим образом. После установки автомобиля на стенде и включения привода колеса вращаются с постоянной скоростью, определяемой параметрами привода. Для разных стендов этого типа она колеблется от 2 до 15 км/час. При нажатии на тормозную педаль и срабатывании привода возникает реактивный момент, который стремится повернуть корпус балансирного редуктора в сторону, противоположную направлению вращения роликов. В связи с тем, что реактивный момент пропорционален тормозному, рычаг, закрепленный на корпусе редуктора, воздействует на датчик с усилием, пропорциональным тормозной силе. Величину тормозной силы можно прочесть на указателе

пульта. Одновременно с этим срабатывает инерционный датчик, а его указатель (на пульте) измерит время срабатывания тормозного механизма.

Величина тормозной силы зависит от усилия нажатия на педаль тормозного привода, поэтому при диагностировании тормозов с гидравлическим приводом применяется специальное переносное устройство, называемое пневмонога. Оно отрегулировано на заданное усилие и устанавливается в кабине автомобиля так, чтобы по команде оператора нажимало своим штоком на педаль привода. У пневматических тормозов усилие в тормозном приводе устанавливается по манометру» [8].

Техническое состояние стояночного тормоза оценивается по величине тормозной силы. Для этого устанавливают автомобиль задними колесами на ролики, раскручивают и тормозят их ручным тормозом.

«Исходя из проведенного предварительного анализа конструкции и оценки конструкции аналога, можно сделать следующие выводы:

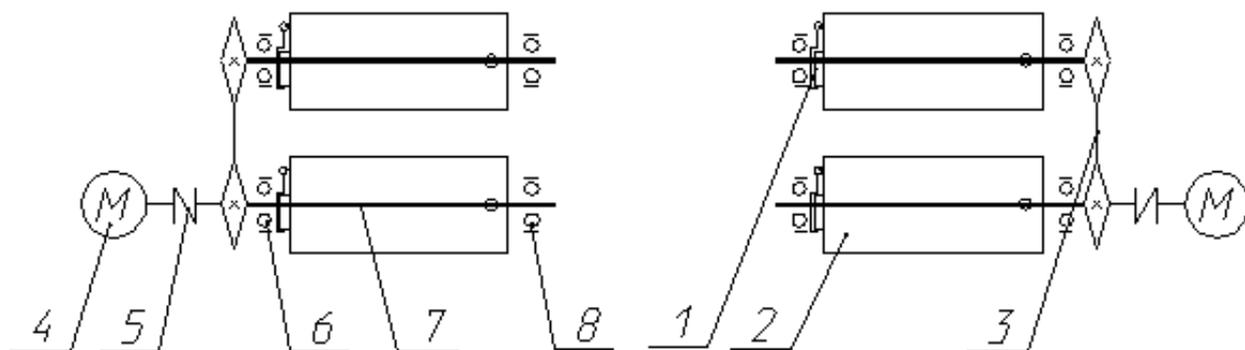
- в составе конструкции стенда будет применяться тензорезисторная система датчиков с применением АЦП и персонального компьютера;
- ввиду обговоренной в техническом задании необходимости имитировать движение одной из осей автомобиля по неровности с возможностью доступа к элементам подвески, с целью визуального выявления шумов и люфтов;
- конструкция, предлагаемая к проектированию, будет стационарной, расположенной в помещении;
- так как ни один из рассмотренных вариантов не предусматривает испытание подвески необходимо предусмотреть возможность оснащения стенда механизмом смещения и фиксации роликов относительно оси вращения с целью создания эксцентриситета» [5].

Выполним оценку вариантов. Первый вариант нам не подходит в виду сложности его переоснащения. Второй и третий варианты более всего

отвечают требованиям технического задания, позволяют использовать их как аналоги для дальнейшей проработки конструкции изделия.

При проработке возможных вариантов был учтен опыт при проектировании стендов подобного типа, также были учтены тенденции в развитии и современные разработки. Стенд предполагает испытание ходовой части, главным образом легковых автомобилей. За базовый принимаем 2 вариант ввиду возможности его технического дооснащения без значительного усложнения и удорожания всего стенда.

На рисунке 9 представлен вариант компоновки стенда в виде кинематической схемы.



1 – механизм создания эксцентриситета; 2 – беговой ролик; 3 – цепная передача; 4 – балансирный мотор-редуктор; 5 – муфта; 6,8 – подшипниковые опоры; 7 – вал.

Рисунок 9 – Кинематическая схема стенда

Компоновка конструкции предполагает выполнение отдельного привода на каждый блок роликов, связанных с ними при помощи муфт. В отличие от предложенной в описании изобретения компоновки, ролики стенда связаны между собой цепной передачей. Механизм создания эксцентриситета подразумевается приводить от мотор-редукторов. За счет изменения направления вращения привода меняется положение роликов относительно приводного вала: для режима диагностики тормозов ролики строго параллельны оси, а для режима диагностики подвески одна сторона

роликов смещается с помощью эксцентрикового механизма в радиальном направлении относительно приводного вала при шарнирно закрепленной второй стороне. Балансирные мотор-редукторы передают крутящий момент, возникающий при торможении роликов тормозной системой автомобиля на силоизмерительный модуль, соединенный с персональным компьютером. Программное обеспечение компьютера обеспечивает считывание и вывод на экран информации о тормозных усилиях, усилия нажатия на педаль и времени срабатывания тормозной системы.

На рисунке 10 представлена схема подключения двигателей стенда. Так как предполагается использовать в конструкции электродвигатели с мощностью до 10 кВт, то схема, представленная на рисунке, выполнена сообразно с мощностью. Каких либо особенностей в подключении схема не имеет.

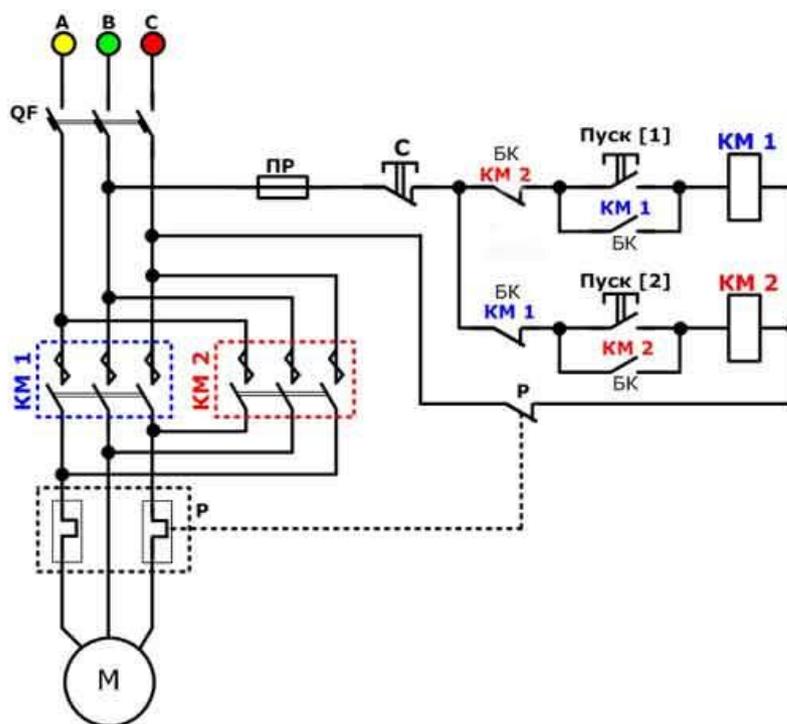


Рисунок 10 – Электрическая схема подключения двигателей установки

Спецификация на стенд для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля представлена в Приложении А (рисунки А.1, А.2, А.3).

3.3 Расчет основных параметров стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля

«Для выбора и конструирования оборудования подобного рода, необходимо определить его основные параметры. К основным параметрам силовых роликов относятся:

- размеры беговых роликов (диаметр и длина);
- расстояние между осями роликов одной секции стенда;
- скорость вращения автомобильного колеса на стенде;
- мощность электродвигателя каждой секции стенда» [14].

«Диаметр барабана выбирается в зависимости от диаметра автомобильного колеса с целью обеспечения условий качения, приближенных к дорожным. Наименьшее проскальзывание и сопротивление качению колеса обеспечивается, если диаметр барабана d_{σ} не менее 0,4 диаметра колеса d_k , то есть:

$$d_{\sigma} \geq 0,4 \cdot d_k, \quad (1)$$

$$d_{\sigma} \geq 0,4 \cdot 600 = 240 \text{ мм.}$$

Длина барабана зависит от типа и параметров автомобиля. Рекомендуется длину барабана определять по формуле:

$$l_{\sigma} = \left[\frac{(k_n - k_g)}{2} \right] + a, \quad (2)$$

где k_n и k_g – величины внутренней и наружной колеи автомобиля соответственно, мм;

a – величина, учитывающая тип автомобиля, для легковых она равна 150 мм» [23].

$$l_6 = \left[\frac{(1700 - 1380)}{2} \right] + 150 = 310 \text{ мм.}$$

С учетом возможного увода, а также принимая во внимание существующие аналоги, принимаем длину барабана 600 мм.

«Расстояние между осями роликов определяет устойчивость на стенде и возможность самостоятельного съезда автомобиля с него. Под устойчивым положением подразумевается обеспечение контакта колес автомобиля с обоими барабанами. Расстояние между барабанами может быть определено по формуле:

$$l = (r_k + r_6) \cdot \frac{2 \cdot \phi}{\sqrt{1 + \phi^2}}, \quad (3)$$

где ϕ – коэффициент сцепления шины с поверхностью барабана, принимается для барабана с продольными канавками 0,64» [23].

$$l = (300 + 170) \cdot \frac{2 \cdot 0,64}{\sqrt{1 + 0,64^2}} = 506,71 \text{ мм.}$$

Принимаем длину равную 500 мм.

«Расчет мощности электродвигателя начинаем с определения скорости вращения барабана в режиме диагностирования. Скорость принимаем исходя из соображения обеспечения устойчивости автомобиля на стенде и приемлемой мощности приводных двигателей. Учитывая, что для некоторых стендов, где используются беговые барабаны, диапазон скоростей находится в пределах от 15 до 20 км/ч., принимаем для нашего стенда скорость 20 км/ч.

Рассчитаем значения реакций на каждом из роликов и максимальное значение силы сопротивления качения (рисунок 11).

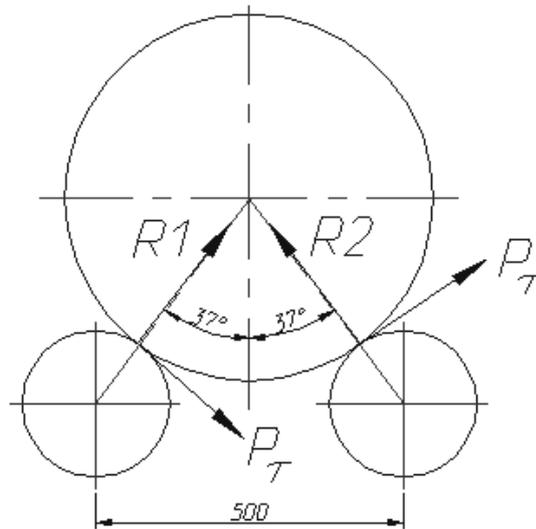


Рисунок 11 – Схема взаимодействия сил на колесо на барабанном стенде

Для разрабатываемого стенда оба барабана являются ведущими для каждого из пары колес» [27].

«Для расчета нормальных реакций барабана воспользуемся формулами:

$$R_1 = \frac{G \cdot (\sin \alpha - \phi \cdot \cos \alpha)}{(1 + \phi^2) \cdot \sin 2\alpha}, \quad (4)$$

$$R_2 = \frac{G \cdot (\sin \alpha + \phi \cdot \cos \alpha)}{(1 + \phi^2) \cdot \sin 2\alpha}. \quad (5)$$

где R_1, R_2 – нормальная реакция барабана, кг;

G – вес оси, кг» [23].

$$R_1 = \frac{1000 \cdot (0,6018 - 0,64 \cdot 0,7986)}{(1 + 0,64^2) \cdot 0,9612} = 66,94 \text{ Н,}$$

$$R_2 = \frac{1000 \cdot (0,6018 + 0,64 \cdot 0,7986)}{(1 + 0,64^2) \cdot 0,9612} = 821,39 \text{ Н.}$$

«Расчет производим, используя нагрузку на ось в целом, так как предполагается применение единого привода на оба колеса оси.

Максимальная сила сопротивления качения в этом случае составит:

$$P\tau_{MAX} = \frac{G \cdot \phi}{(1 + \phi^2) \cdot \sin \alpha}, \quad (6)$$

$$P\tau_{MAX} = \frac{1000 \cdot 0,64}{(1 + 0,64^2) \cdot 0,6018} = 754,45 \text{ Н.}$$

Мощность на валу барабана определяется из соотношения:

$$W = 0,000272 \cdot P_{\tau_{max}} \cdot V_a, \quad (7)$$

$$W = 0,000272 \cdot 754,45 \cdot 20 = 4,11 \text{ кВт.}$$

Общий КПД привода:

$$\eta = \eta_1^3 \cdot \eta_2^4 \cdot \eta_3, \quad (8)$$

где η_1 – КПД цепной передачи, принимается равным 0,96;

η_2 – КПД пары подшипников, принимается равным 0,99;

η_3 – КПД муфты, принимается равным 0,99» [23].

$$\eta = 0,96^3 \cdot 0,99^4 \cdot 0,99 = 0,84.$$

«Требуемая мощность электродвигателя:

$$W_{mp} = \frac{W}{\eta}, \quad (9)$$

$$W_{mp} = \frac{4,11}{0,84} = 4,89 \text{ кВт.}$$

Исходя из соображений обеспечения запаса мощности, а также исходя из проведенного обзора по имеющимся образцам, принимаем для двигателя установленную мощность 5,5 кВт» [22].

«При условии обеспечения скорости беговых роликов 5 км/ч или 1,4 м/с, рассчитаем их частоту вращения. Зная диаметр, определим длину окружности:

$$C = 2\pi R, \quad (10)$$

$$C = 2 \cdot 3,141 \cdot 0,12 = 0,75 \text{ м.}$$

Необходимая из скоростных условий частота вращения при этом составит:

$$n = \frac{V}{C}, \quad (11)$$

$$n = \frac{1,4}{0,75} = 1,87 \text{ с}^{-1} = 112 \text{ мин}^{-1}.$$

В данном случае более рационально использовать мотор-редуктор. Расчетному условию мощности и частоте вращения выходного вала соответствуют два установленных отдельно на каждую из секций стенда мотор-редуктора ЗМП-50, мощность 5,5 кВт, крутящим моментом – 464 Н·м» [24].

«Исходя из рассчитанных выше нормальных реакций и крутящего момента, произведем расчет осей роликов. Схема нагружения каждой из осей представлена на рисунке 12. Расчет производим сообразно с величиной большего изгибного момента.

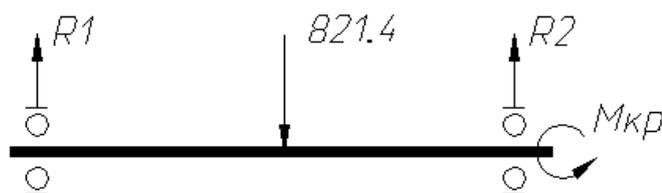


Рисунок 12 – Схема нагружения оси барабана

Произведем расчет величины реакции в опорах.

Нагрузка от колеса автомобиля распределяется равномерно между парой опор, расположенных в местах контакта оси барабана на опоры. Таким образом, реакция в каждой из пары опор будет составлять половину от общей величины нагрузки, соответственно 410,7 Н.

Тогда изгибной момент от данной нагрузки рассчитывается как:

$$M_u = R \cdot 0,4, \quad (12)$$

$$M_u = 410,7 \cdot 0,4 = 164,28 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Требуется определить минимальный требуемый диаметр оси барабана, исходя из известных приложенных к ней нагрузок, т.е. изгибающего и крутящего моментов. Определяется по следующей формуле:

$$d = \sqrt[3]{\frac{10\sqrt{M_u^2 + M_{кр}^2}}{[\sigma]}}, \quad (13)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{10\sqrt{464^2 + 164,28^2}}{[112,5 \cdot 10^6]}} = 0,035 \text{ м}$$

Принимаем минимальный диаметр для оси барабана 35 мм» [23].

«Произведем расчет цепной передачи.

На установке барабаны связаны между собой цепью с передаточным числом 1.

Выбираем цепь приводную зубчатую, с шарнирами качения (по ГОСТ 13552-81).

Коэффициент рассчитывается как:

$$K_s = k_d \cdot k_a \cdot k_n \cdot k_p \cdot k_{cm} \cdot k_n, \quad (14)$$

где k_d – передача характеризуется умеренными ударами, 1,25;

k_n – так как угол наклона более 60° , 1,25;

k_p – периодическое регулирование натяжения цепи, 1,25;

$k_{см}$ – периодическое смазывание цепи, 1,25;

k_n – работа в одну смену, 1» [5].

$$K_s = 1,25 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,25 \cdot 1,25 \cdot 1 = 2,44.$$

«Определяем число зубьев:

а) ведущей звездочки по формуле:

$$z_1 = 37 - 2 \cdot u, \quad (15)$$

$$z_1 = 37 - 2 \cdot 1 = 35.$$

б) ведомой звездочки по формуле:

$$z_2 = z_1 \cdot u, \quad (16)$$

$$z_2 = 35 \cdot 1 = 35.$$

Шаг цепи определяют ориентировочно, принимаем 25,4 мм.

$$v = \frac{z_1 \cdot t \cdot n}{60 \cdot 10^3}, \quad (17)$$

$$v = \frac{35 \cdot 25,4 \cdot 1000}{60 \cdot 10^3} = 14,8.$$

Принимаем величину скорости зубчатой цепи до 10 м/с. Исходя из принятой величины шага, а также из рассчитанной скорости цепи, определяем величину мощности, допускаемой для цепи шириной 10 мм, 6,0 кВт» [23].

«Главный параметр цепи – ширину определяют по формуле:

$$b \geq 10 \cdot \frac{N \cdot K_3}{[P_{10}]}, \quad (18)$$

$$b \geq 10 \cdot \frac{15 \cdot 2,44}{4,6} = 79,6 \text{ мм.}$$

Принимаем ближайшее табличное значение 93 мм.

Определяем число звеньев цепи, предварительно находим суммарное число зубьев:

$$z_{\Sigma} = z_1 + z_2, \quad (19)$$

$$z_{\Sigma} = 35 + 35 = 70.$$

Определяем поправку:

$$\Delta = \frac{z_2 - z_1}{2\pi}, \quad (20)$$

$$\Delta = \frac{35 - 35}{2 \cdot 3,14} = 0.$$

$$L_t = 2a_t + 0,5 \cdot z_{\Sigma} + \frac{\Delta^2}{a_t}, \quad (21)$$

$$L_t = 2 \cdot 40 + 0,5 \cdot 70 + \frac{0^2}{40} = 115 \text{ мм.}$$

Округляем до четного числа 116 мм» [23].

«Уточняем межосевое расстояние по формуле:

$$a = 0,25 \cdot t \left[L_t - 0,5 \cdot z_{\Sigma} + \sqrt{(L_t - 0,5 \cdot z_{\Sigma})^2 - 8 \cdot \Delta^2} \right], \quad (22)$$

$$a = 0,25 \cdot 25,4 \left[116 - 0,5 \cdot 70 + \sqrt{(L_t - 0,5 \cdot 70)^2 - 8 \cdot 0^2} \right] = 488 \approx 500 \text{ мм.}$$

Определяем диаметры делительных окружностей:

– ведущей звездочки по формуле:

$$d_2 = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_2}}, \quad (23)$$

$$d_2 = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{35}} = 160 \text{ мм.}$$

– ведомой звездочки по формуле:

$$d_1 = \frac{t}{\sin \frac{180}{z_1}}, \quad (24)$$

$$d_1 = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{35}} = 160 \text{ мм.}$$

Определяем силы, действующие на цепь:

– центробежная:

$$F_v = q \cdot V^2, \quad (25)$$

$$F_v = 13,2 \cdot 14^2 = 2587,2 \text{ Н;}$$

– осевая:

$$F_t = \frac{15 \cdot 10}{14} = 1071,4 \text{ Н};$$

– от провисания цепи:

$$F_f = 9,81 \cdot k \cdot f \cdot q \cdot a, \quad (26)$$

$$F_f = 9,81 \cdot 1,5 \cdot 13,2 \cdot 1,03 = 200,1 \text{ Н}.$$

Расчетная нагрузка на валы:

$$F_B = F_t + 2F_f, \quad (27)$$

$$F_B = 1071,4 + 2 \cdot 200,1 = 1471,5 \text{ Н}.$$

» [5].

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля. Выполнены конструкторские расчеты основных параметров силовых роликов.

4 Технологический раздел

4.1 Обоснование выбора технологического процесса

«Процесс сборки является одним из заключительных этапов изготовления машины.

Организационная форма сборки машин определяется типом и условиями производства. При этом решающими факторами являются годовой объем выпуска изделий, трудоемкость сборочных работ и экономическая эффективность» [26].

Для сборки стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля предлагается мелкосерийная сборка, так как данный вид модернизации не будет иметь большого количества заказов, а, следовательно, не требуется постановка изготовления на «поток».

В мелкосерийном производстве используют форму стационарной непоточной сборки с дифференциацией процесса на узловую и общую сборку. Процесс выполняется бригадами рабочих со специализацией по видам сборочных работ. Областью экономичного использования данного вида сборки является мелкосерийное производство средних по размеру и крупных машин.

Определяем такт выпуска:

$$T_{д} = \frac{F_{д} \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (28)$$

где $F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч. для стационарной сборки на необорудованных стендах;

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 25 шт. [21].

$$T_d = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{25} = 4968 \text{ мин.}$$

Следующим этапом является составление технологической схемы сборки, в которой отражена последовательность соединения составных элементов конструкции (детали, сборочные единицы).

Технологическая схема сборки стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля представлена в графической части ВКР.

На основании технологической схемы сборки, составляем перечень сборочных работ узловой и общей сборки.

Перечень выполняем в виде таблицы (таблица 4), содержащей наименование сборочных работ и данные о нормировании всех необходимых видов работ.

Таблица 4 – Перечень сборочных работ

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Сборка левой части стенда	
Поднять при помощи тельфера раму стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля	0,8
Осмотреть раму стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля	2
Взять анкерный болт М16	0,2
Установить раму стенда на предполагаемое место при помощи анкерных болтов М16 (8 шт.)	8
Взять опору мотор-редуктора	0,3
Осмотреть опору мотор-редуктора	0,7
Взять болт (4 шт.)	0,2
Закрепить опору мотор-редуктора на раме стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля при помощи болтов	4
Взять мотор-редуктор ЗМП-50	0,3
Осмотреть мотор-редуктор ЗМП-50	0,5
Взять опору мотор-редуктора	0,3
Осмотреть опору мотор-редуктора	0,4
Установить на мотор-редуктор ЗМП-50 опору мотор-редуктора при помощи шпонки	1,8
Установить мотор-редуктор ЗМП-50 с опорой мотор-редуктора на раму стенда	2
Взять болт (4 шт.)	0,2
Закрепить опору мотор-редуктора на раме стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля при помощи болтов	4

Продолжение таблицы 4

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Взять крышку	0,2
Осмотреть крышку	0,3
Взять болт М10 ГОСТ 7798-78 (4 шт.), шайбу пружинную ГОСТ 11371-78 (4 шт.)	0,2
Установить крышку на опору мотор-редуктора при помощи болтов М10 – 4 шт., шайб пружинных – 4 шт.	4
Взять полумуфту мотор-редуктора	0,3
Осмотреть полумуфту мотор-редуктора	0,4
Взять болт М8 ГОСТ 7798-78	0,2
Установить полумуфту мотор-редуктора на вал мотор-редуктора	1,5
Взять муфту цепную	0,2
Осмотреть муфту цепную	0,3
Установить муфту цепную на вал мотор-редуктора	2,5
Взять опоры ролика	0,5
Осмотреть опоры ролика	0,8
Установить опоры ролика (2 шт.) на раму станда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля при помощи болтов, шайб, гаек	6
Взять ролик в сборе (2 шт.)	0,3
Осмотреть ролик в сборе (2 шт.)	0,7
Установить ролик в сборе (2 шт.) в опоры ролика на раме станда	10
Взять следящий ролик	0,2
Осмотреть следящий ролик	0,4
Установить следящий ролик между роликами в сборе	5
Взять цепь зубчатую	0,2
Осмотреть цепь зубчатую	0,4
Выполнить соединение цепью зубчатых роликов в сборе	6
Сборка правой части станда	
Поднять при помощи тельфера раму станда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля	0,8
Осмотреть раму станда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля	2
Взять анкерный болт М16	0,2
Установить раму станда на предполагаемое место при помощи анкерных болтов М16 (8 шт.)	8
Взять опору мотор-редуктора	0,3
Осмотреть опору мотор-редуктора	0,7
Взять болт (4 шт.)	0,2
Закрепить опору мотор-редуктора на раме станда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля при помощи болтов	4
Взять мотор-редуктор ЗМП-50	0,3
Осмотреть опору мотор-редуктора	0,4
Установить на мотор-редуктор ЗМП-50 опору мотор-редуктора при помощи шпонки	1,8
Установить мотор-редуктор ЗМП-50 с опорой мотор-редуктора на раму станда	2
Взять болт (4 шт.)	0,2

Продолжение таблицы 4

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
Закрепить опору мотор-редуктора на раме стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля при помощи болтов	4
Взять крышку	0,2
Осмотреть крышку	0,3
Взять болт М10 ГОСТ 7798-78 (4 шт.), шайбу пружинную ГОСТ 11371-78 (4 шт.)	0,2
Установить крышку на опору мотор-редуктора при помощи болтов М10 – 4 шт., шайб пружинных – 4 шт.	4
Взять полумуфту мотор-редуктора	0,3
Осмотреть полумуфту мотор-редуктора	0,4
Взять болт М8 ГОСТ 7798-78	0,2
Установить полумуфту мотор-редуктора на вал мотор-редуктора	1,5
Взять муфту цепную	0,2
Осмотреть муфту цепную	0,3
Установить муфту цепную на вал мотор-редуктора	2,5
Взять опоры ролика	0,5
Осмотреть опоры ролика	0,8
Установить опоры ролика (2 шт.) на раму стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля при помощи болтов, шайб, гаек	6
Взять ролик в сборе (2 шт.)	0,3
Осмотреть ролик в сборе (2 шт.)	0,7
Установить ролик в сборе (2 шт.) в опоры ролика на раме стенда	10
Взять следящий ролик	0,2
Осмотреть следящий ролик	0,4
Установить следящий ролик между роликами в сборе	5
Взять цепь зубчатую	0,2
Осмотреть цепь зубчатую	0,4
Выполнить соединение цепью зубчатых роликов в сборе	6
Выполнить настройку стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля	30
Выполнить испытание стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля	60
Итого:	222,6

4.2 Определение трудоемкости сборки

«Определяем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots t_{on_n} , \quad (29)$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{ум}^{общ} = t_{он}^{общ} + t_{он}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (30)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, которая принимается в диапазоне от 2 до 3%, принимаем 3%;

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, которая принимается в диапазоне от 4 до 6%, принимаем 5%» [26].

$$t_{ум}^{общ} = 8,9 + 8,9 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 9,612 \text{ мин.}$$

4.3 Составление технологического процесса сборки станда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля

Последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 5.

Таблица 5 – Технологический процесс сборки станда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
Сборка левой части станда					
005	Сборочная	1	Поднять при помощи тельфера раму станда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля	Тельфер, стропы, набор ключей, гайковерт, электрическая дрель, углошлифовальная машина	66,3
		2	Осмотреть раму станда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля		
		3	Взять анкерный болт М16		

Продолжение таблицы 5

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время. мин.
		4	Установить раму стенда на предполагаемое место при помощи анкерных болтов М16 (8 шт.)		
		5	Взять опору мотор-редуктора		
		6	Осмотреть опору мотор-редуктора		
		7	Взять болт (4 шт.)		
		8	Закрепить опору мотор-редуктора на раме стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля при помощи болтов (4 шт.)		
		9	Взять мотор-редуктор ЗМП-50		
		10	Осмотреть мотор-редуктор ЗМП-50		
		11	Взять опору мотор-редуктора		
		12	Осмотреть опору мотор-редуктора		
		13	Установить на мотор-редуктор ЗМП-50 опору мотор-редуктора при помощи шпонки		
		14	Установить мотор-редуктор ЗМП-50 с опорой мотор-редуктора на раму стенда		
		15	Взять болт (4 шт.)		
		16	Закрепить опору мотор-редуктора на раме стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля при помощи болтов (4 шт.)		
		17	Взять крышку		
		18	Осмотреть крышку		
		19	Взять болт М10 ГОСТ 7798-78 (4 шт.), шайбу пружинную ГОСТ 11371-78 (4 шт.)		

Продолжение таблицы 5

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время. мин.
		20	Установить крышку на опору мотор-редуктора при помощи болтов М10 – 4 шт., шайб пружинных – 4 шт.		
		21	Взять полумуфту мотор-редуктора		
		22	Осмотреть полумуфту мотор-редуктора		
		23	Взять болт М8 ГОСТ 7798-78		
		24	Установить полумуфту мотор-редуктора на вал мотор-редуктора		
		25	Взять муфту цепную		
		26	Осмотреть муфту цепную		
		27	Установить муфту цепную на вал мотор-редуктора		
		28	Взять опоры ролика		
		29	Осмотреть опоры ролика		
		30	Установить опоры ролика (2 шт.) на раму стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля при помощи болтов, шайб, гаек		
		31	Взять ролик в сборе (2 шт.)		
		32	Осмотреть ролик в сборе (2 шт.)		
		33	Установить ролик в сборе (2 шт.) в опоры ролика на раме стенда		
		34	Взять следящий ролик		
		35	Осмотреть следящий ролик		
		36	Установить следящий ролик между роликами в сборе		
		37	Взять цепь зубчатую		

Продолжение таблицы 5

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		38	Осмотреть цепь зубчатую		
		39	Выполнить соединение цепью зубчатых роликов в сборе		
Сборка правой части стенда					
010	Сборочная	1	Поднять при помощи тельфера раму стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля	Тельфер, стропы, набор ключей, гайковерт, электрическая дрель, углошлифовальная машина	66,3
		2	Осмотреть раму стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля		
		3	Взять анкерный болт М16		
		4	Установить раму стенда на предполагаемое место при помощи анкерных болтов М16 (8 шт.)		
		5	Взять опору мотор-редуктора		
		6	Осмотреть опору мотор-редуктора		
		7	Взять болт (4 шт.)		
		8	Закрепить опору мотор-редуктора на раме стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля при помощи болтов (4 шт.)		
		9	Взять мотор-редуктор ЗМП-50		
		10	Осмотреть опору мотор-редуктора		
		11	Установить на мотор-редуктор ЗМП-50 опору мотор-редуктора при помощи шпонки		

Продолжение таблицы 5

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		12	Установить мотор-редуктор ЗМП-50 с опорой мотор-редуктора на раму стенда		
		13	Взять болт (4 шт.)		
		14	Закрепить опору мотор-редуктора на раме стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля при помощи болтов (4 шт.)		
		15	Взять крышку		
		16	Осмотреть крышку		
		17	Взять болт М10 ГОСТ 7798-78 (4 шт.), шайбу пружинную ГОСТ 11371-78 (4 шт.)		
		18	Установить крышку на опору мотор-редуктора при помощи болтов М10 – 4 шт., шайб пружинных – 4 шт.		
		19	Взять полумуфту мотор-редуктора		
		20	Осмотреть полумуфту мотор-редуктора		
		21	Взять болт М8 ГОСТ 7798-78		
		22	Установить полумуфту мотор-редуктора на вал мотор-редуктора		
		23	Взять муфту цепную		
		24	Осмотреть муфту цепную		
		25	Установить муфту цепную на вал мотор-редуктора		
		26	Взять опоры ролика		
		27	Осмотреть опоры ролика		
		28	Установить опоры ролика (2 шт.) на раму стенда для испытания		

Продолжение таблицы 5

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
			тормозной системы и ходовой части автомобиля при помощи болтов, шайб, гаек		
		29	Взять ролик в сборе (2 шт.)		
		30	Осмотреть ролик в сборе (2 шт.)		
		31	Установить ролик в сборе (2 шт.) в опоры ролика на раме стенда		
		32	Взять следящий ролик		
		33	Осмотреть следящий ролик		
		34	Установить следящий ролик между роликами в сборе		
		35	Взять цепь зубчатую		
		36	Осмотреть цепь зубчатую		
		37	Выполнить соединение цепью зубчатых роликов в сборе		
015	Регулировочная	1	Выполнить настройку стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля	Набор ключей	90
		2	Выполнить испытание стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля		

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический раздел» выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля.

5 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.

«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» [18].

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.

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля на стенде

Для описания конструктивно-технологической и организационно-технической характеристики технологического процесса испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля на стенде составлен технологический паспорт, представленный в таблице 6.

Таблица 6 – Технологический паспорт технологического процесса испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля на стенде

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Испытание тормозной системы и ходовой части автомобиля на 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 задними колесами на роликовый тормозной стенд 6 Испытание тормозов задней оси. 7 Окончание испытаний тормозной системы	Слесарь по ремонту автомобилей 5 разряда	Стенд для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля, компьютер, принтер	Спецодежда

5.2 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 используется термин «оценка риска», который включает в себя следующие этапы: выявление опасностей и факторов риска, которые могут причинить вред; анализ и оценка риска, связанного с этой опасностью; определение подходящих способов устранения опасности или управления риском.

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при технологическом процессе испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля на стенде представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ	Источник возникновения ОиВПФ
1 Подготовка автомобиля к испытанию тормозной системы. 2 Установка автомобиля передними колесами на роликовый тормозной стенд.	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования»	Роликовый тормозной стенд колеса испытуемого автомобиля
3 Подготовка роликового тормозного стенда. 4 Испытание тормозов передней оси.	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля, технологического оборудования	Детали и агрегаты роликового тормозного стенда, поверхности автомобиля
5 Установка автомобиля задними колесами на роликовый тормозной стенд	Повышенный уровень шума	Роликовый тормозной стенд, технологическое оборудование» [10]
6 Испытание тормозов задней оси. 7 Окончание испытаний тормозной системы	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	

5.3 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» [10].

Основные мероприятия:

- «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: информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты; разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда; установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [10];

- «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;
- устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами;
- 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;
- обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;
- 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;
- обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;

- 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» [17].

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 8.

Таблица 8 – 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»	Организационно-технические мероприятия: <ul style="list-style-type: none"> – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии 	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: <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 	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [23].
Повышенный уровень шума	Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования	Защитные противошумные наушники, беруши

Продолжение таблицы 8

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров	противошумные
«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	<ul style="list-style-type: none"> – 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 	

Продолжение таблицы 8

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	<p>интерференцию (отрицательное) взаимодействие навыков новой и совмещаемой профессии. Должны загружаться различные психофизиологические функции работника» [10].</p> <ul style="list-style-type: none"> – «внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха для предотвращения возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний в структуру режима труда и отдыха включают функциональную музыку, которая стимулирует двигательную активность и вызывает у работников приятные эмоции; – применение методов эстетического воздействия во время работы, что способствует улучшению психологических условий труда и включает озеленение, цветовой интерьер, оптимальную освещенность рабочего места, снижение шума, вибрации, запыленности и загазованности; – отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; – разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования» [3]. – «усложнение обязанностей в процессе дежурства, а именно выполнение дополнительных задач по изучению техники, 	

Продолжение таблицы 8

ОиВПФ	Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ	Средства индивидуальной защиты
	<ul style="list-style-type: none"> – выбор компромиссной продолжительности периодического дежурства исходя из назначения системы человек-машина; – установление оптимальной длительности ежесуточного пассивного отдыха (сна без перерывов) не менее 7 час (при отсутствии экстренной необходимости его прерывания); – чередование пассивного отдыха с активным» [10]. 	

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Проводим идентификацию источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара (таблица 9).

Таблица 9 – 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» [10]

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 АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
- средства индивидуального/группового самоспасения (далее – СИЗ), защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент» [10].

«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 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1шт.;
- 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» [10].

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 технологическом процессе испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля на стенде представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля на 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
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
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
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
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
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» [10].

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля на стенде

Выполняем идентификацию вредных и опасных экологических факторов, возникающих при технологическом процессе испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля и сведем их в таблицу 11.

Таблица 11 – Идентификация вредных и 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 и коммунальные отходы коммунальный мусор)» [17].

«Выполним разработку экологических факторов, возникающих при технологическом процессе испытания тормозной системы и ходовой части 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 и коммунальные отходы сортируются и перерабатываются или сжигаются, отработанное масло собирается и перерабатывается» [17].

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан Технологический паспорт технологического процесса испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля на стенде;
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля на стенде и определены методы и средства их снижения;
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля на стенде;
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при технологическом процессе испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля на стенде и разработаны мероприятия по их снижению.

6 Экономическая эффективность проекта

«Для определения финансовых затрат на разработку конструкции стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля воспользуемся формулой:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (31)$$

где $C_{\text{к.д}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, р.;

$C_{\text{о.д}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, р.;

$C_{\text{сб.п}}$ – полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{\text{п.д}}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов, р.;

$C_{\text{о.н}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [11].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (32)$$

где $Q_{\text{к}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

$C_{\text{к}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [11].

В таблице 12 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 12 – Стоимость изготовления корпусных деталей

Деталь	Марка металла	Масса материала заготовок, кг	Масса деталей, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Рама стенда из швеллера	Ст3	152	152	81	12312
Итого:	–	–	–	–	12312

$$C_{к.д} = 152 \cdot 81 = 12312 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{о.д} = C_{п.р.н} + C_M, \quad (33)$$

где $C_{п.р.н}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, р.;

C_M – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р.» [11].

«Зарботную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{п.р.} = t \cdot C_q \cdot k_t, \quad (34)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей, ролики ведущий, ведомый – по 4 шт.; вал – 4 шт., трудоёмкость на изготовление деталей: ролик ведущий – 1,1 чел.-ч., ролик ведомый – 1,1 чел.-ч., вал – 0,7 чел.-ч.

C_q – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду, р./ч;

k_t – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем равным 1,030» [11].

$$t = (4 \cdot t_{\text{ролик ведущ.}} + 4 \cdot t_{\text{ролик ведом.}} + 4 \cdot t_{\text{вал.}}),$$

$$t = 4 \cdot 1,1 + 4 \cdot 1,1 + 4 \cdot 0,7 = 11,6 \text{ чел.-ч.}$$

«Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области с 1 июня 2022 года МРОТ составляет 15279 р.

Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда: $15279/(7 \cdot 21) = 103,94$ р./ч. Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80» [11].

Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду: $103,94 \cdot 1,42 = 147,59$ р./ч.

$$C_{\text{пр}} = 11,6 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 1763,41 \text{ р.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_{\text{д}} = (5 \dots 12) \cdot C_{\text{пр}} / 100, \quad (35)$$

$$C_{\text{д}} = 10 \cdot 1763,41 / 100 = 176,34 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{\text{соц}} = 30 \cdot (C_{\text{пр}} + C_{\text{д}}) / 100, \quad (36)$$

$$C_{\text{соц}} = 30 \cdot (1763,41 + 176,34) / 100 = 581,92 \text{ р.,}$$

$$C_{\text{сипр}} = 1763,41 + 176,34 + 581,92 = 2521,67 \text{ р.}$$

В таблице 13 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 13 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

Значение	Сумма, руб.
Заработная плата	1763,41
Дополнительная заработная плата	176,34
Начисления на заработную плату	581,92
Итого:	2521,67

«Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (37)$$

где C – цена 1 кг материала заготовок, р./кг;

Q_3 – масса заготовки, кг» [11].

В таблице 14 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 14 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

Наименование детали	Материал	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Ролик ведущий	Сталь 40	4	368	42,6	15676,8
Ролик ведомый	Сталь 40	4	360	42,6	15336
Вал	Сталь 40Х	4	34,8	90	3132
Итого:	–	–	–	–	34144,8

$$C_M = 368 \cdot 42,6 + 360 \cdot 42,6 + 34,8 \cdot 90 = 34144,8 \text{ р.}$$

$$C_{од} = 2521,67 + 34144,8 = 36666,47 \text{ р.}$$

«Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определяется по формуле:

$$C_{сб.п} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб}, \quad (38)$$

где $C_{сб}$ – основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{д.сб}$ – дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{соц.сб}$ – страховые взносы в фонды, р» [23].

«Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке рассчитывается по формуле:

$$C_{CB} = T_{CB} \cdot C_{д.сб} \cdot k_t, \quad (39)$$

где T_{CB} – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-ч.

Значение определяем по формуле:

$$T_{CB} = k_c \cdot \Sigma t_{CB}, \quad (40)$$

где t_{CB} – трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч ;

k_c – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [11].

По справочным данным принимаем трудоемкость сборки составных частей равной 10 чел.-ч.

$$T_{CB} = 1,25 \cdot 10 = 12,5 \text{ чел.-ч.}$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{CB} = 12,5 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 1900,22 \text{ р.,}$$

$$C_{д.сб} = 0,1 \cdot 1900,22 = 190,02 \text{ р.,}$$

$$C_{соц.сб} = 0,3 \cdot (11900,22 + 190,02) = 627,07 \text{ р.}$$

$$C_{сб.п} = 1900,22 + 190,02 + 627,07 = 2717,32 \text{ р.}$$

В таблице 15 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Таблица 15 – Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке

Значение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	1900,22
Дополнительная заработная плата	190,02
Страховые взносы в фонды	627,07
Итого	2717,32

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{OH} = \frac{(C_{PP}' \cdot R_{OH})}{100}, \quad (41)$$

где C_{PP}' – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

R_{OH} – доля общепроизводственных накладных расходов, %» [11].

$$C_{PP}' = (C_{PP} + C_{CB}). \quad (42)$$

Подставив числовые значения в формулу 69 получим:

$$C_{PP}' = 1763,41 + 1900,22 = 3663,63 \text{ р.}$$

$$C_{OH} = \frac{(3663,63 \cdot 15)}{100} = 549,54 \text{ р.}$$

Для данной конструкции необходимо приобрести следующие компоненты: подшипник шариковый радиальный однорядный 211 – 28 шт., муфта – 4 шт., цепь – 4 шт., мотор-редуктор – 2 шт., а также метизы [29].

Перечень покупных деталей представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

Значение	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Подшипник шариковый радиальный однорядный 211	12	230	2760
Муфта	2	3120	6240
Полумуфта	2	2700	5400
Цепь	2	3410	6820
Мотор-редуктор ЗМП-50	2	45000	90000
Силоизмерительный модуль	2	4300	8600
Болт	30	3	90
Гайка	65	2,9	188,5
Шайба	70	2	140
Шпонка	6	79	474
Грунт-эмаль	1	1100	1100
Краска по металлу	1	2690	2690
Итого:			124502

$$C_{\text{ИД}} = 2760 + 6240 + 5400 + 6820 + 90000 + 8600 + 90 + 188,5 + 140 + 474 + 1100 + 2690 = 124502 \text{ р.}$$

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 17.

$$C_{\text{КОН}} = 12312 + 36666,47 + 2717,32 + 549,54 + 124502 = 176747,33 \text{ р.}$$

Таблица 17 – Затраты на изготовление конструкции

Значение	Сумма, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	12312
Затраты на изготовление оригинальных деталей	40405,48
Затраты на сборку	7336,73
Общепроизводственные накладные расходы	1426,3
Стоимость покупных изделий (деталей)	112034
Итого:	173514,51

Общие затраты на изготовление конструкции стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля равны 176747,33 руб.

Далее рассчитаем годовую экономию, годовой экономический эффект и срок окупаемости разработки.

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{ПР} - C_{КОН}, \quad (43)$$

где $C_{ПР}$ – стоимость прототипа, р.» [11].

$$\mathcal{E}_Г = 850000 - 176747,33 = 673252,67 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{ОК} = \frac{C_{КОН}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (44)$$

$$O_{ОК} = \frac{176747,33}{673252,67} = 0,26 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{КОН} \quad (45)$$

$$\mathcal{E}_{ЭФ} = 673252,67 - 0,15 \cdot 176747,33 = 646740,57 \text{ р.}$$

В таблице 18 представлены основные показатели проекта.

Таблица 18 – Основные показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	р.	850000	176747,33
Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции	р.	–	673252,67

Продолжение таблицы 18

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Экономический эффект	р.	–	646740,57
Срок окупаемости	год	–	0,26

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность разработки стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля с экономической стороны. Стоимость разработки стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля составляет 176747,33 р., срок окупаемости равен 0,26 года, что является допустимым для данной конструкции.

Заключение

В данном дипломном проекте была разработана конструкция стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- рассмотрены виды стендов и приборов для проведения испытания тормозной системы ТС;
- сопоставлены совокупности существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска. Объект не обладает критериями патентоспособности: изобретательский уровень, новизна;
- составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля. Выполнены конструкторские расчеты основных параметров силовых роликов. Разработанный стенд прост по конструкции и обеспечивает испытание тормозной системы и ходовой части автомобиля в соответствии с необходимыми требованиями;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена эффективность разработки стенда для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля с экономической стороны. Стоимость изготовления составляет 176747,33 р., что значительно дешевле вариантов стендов для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля представленных на рынке.

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 Брылев И. С. Расчет систем и механизмов транспортных средств : учебное пособие для студентов, магистров, аспирантов и преподавателей строительных, технических и автомобильно-дорожных университетов по направлению подготовки и специальностям: 15.03.03 (15.04.03)-"Прикладная механика", 23.03.03 (23.04.03)-"Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 23.03.01 (23.04.01)-"Технология транспортных процессов", 23.03.02 (23.04.02)-"Наземные транспортно-технологические

комплексы", 23.05.01-"Наземные транспортно-технологические средства" / И. С. Брылев, С. А. Евтюков, П. А. Кравченко. - Санкт-Петербург : Петрополис, 2019. - 111 с.

6 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.

7 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

8 Воронов Д. Ю. Разработка сборочных технологических процессов [Электронный ресурс] : электронное учебно-методическое пособие / Д. Ю. Воронов, А. В. Щипанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Оборудование и технологии машиностроительного производства". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см

9 Герасимов М. Д. Конструкции наземных транспортно-технологических машин [Текст] : практикум : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - "Наземные транспортно-технологические средства" / М. Д. Герасимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им В. Г. Шухова, 2018. - 115 с.

10 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.

11 Демура Н. А. Экономика предприятия [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование / Н. А. Демура, Л. И. Ярмоленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2018. - 124 с.

12 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

13 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.

14 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.

15 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.

16 Метод испытания металлов на циклическую трещиностойкость при продольном сдвиге / А. Е. Андрейкив, И. П. Гордынский, В. А. Зазуляк, Я. Л. Иваницкий. - Львов : ФМИ, 1987. - 22 с.

17 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.

18 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.

19 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.

20 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.

21 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.

22 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.

23 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.

24 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.

25 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.

26 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.

27 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.

28 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

29 Genta G. The Automotive Chassis. Vol. 2: System Design / Prof. Dr. Giancarlo Genta, Prof. Dr. Lorenzo Morello. - [Without locations], Netherlands : Springer Science+Business Media, 2009. - 832 p.

30 Jazar N.R. Vehicle Dynamics: Theory and Application. — New York: Springer, 2008. - 1015 p.

31 Wong, J.Y. Theory of ground vehicles .-2nd ed., NY, 2013. - 435 p.

32 Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. - 600 p.

Продолжение Приложения А

Формат		Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	
Зона	Лист							
			16	22.ДП.ПЭА.195.61.00.016	Крестовина эксцентрика	3		
			17	22.ДП.ПЭА.195.61.00.017	Проушина эксцентрика	2		
			18	22.ДП.ПЭА.195.61.00.018	Крышка опоры	4		
			19	22.ДП.ПЭА.195.61.00.019	Крышка	2		
			20	22.ДП.ПЭА.195.61.00.020	Эксцентрик силовой	4		
			21	22.ДП.ПЭА.195.61.00.021	Серьга	4		
			22	22.ДП.ПЭА.195.61.00.022	Кольцо	4		
			23	22.ДП.ПЭА.195.61.00.023	Эксцентрик упорный	16		
					Стандартные изделия			
			24		Болт М10 ГОСТ 7798-78	32		
			25		Шайба пруж. ГОСТ 11371	32		
			26		Колесо зубчатое	4		
			27		Полумуфта ролика	2		
			28		Полумуфта мотор-редуктора	2		
			29		Болт М8 ГОСТ 7798-78	2		
			30		Болт М8 ГОСТ 7798-78	6		
			31		Шпонка ГОСТ 26587-85	2		
			32		Шпонка ГОСТ 26587-85	2		
			33		Шпонка ГОСТ 26587-85	2		
			34		Подшипник ГОСТ 8338-75	4		
			35		Подшипник ГОСТ 3635-78	8		
			36		Штифт	4		
			37		Болт М6 ГОСТ 7798-78	32		
			38		Штифт	4		
			39		Болт М8 ГОСТ 7798-78	16		
			40		Болт М8 ГОСТ 7805/DIN 931	16		
			41		Мотор-редуктор ЗМП-50	2		
И-в. № подл.	Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	22.ДП.ПЭА.195.61.00.000		Лист
								2
						Копировал	Формат	A4

Рисунок А.2 – Спецификация на стенд для испытания тормозной системы и ходовой части автомобиля

