

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 определения

тяговых качеств автомобиля

Обучающийся

Д.А. Резаев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.С. Тизилов

(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 определения тяговых качеств автомобиля».

Цель дипломного проекта – разработка конструкции стенда для определения тяговых качеств автомобиля.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 75 страниц 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 популярные модели стендов для проверки мощностных характеристик.

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 техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для определения тяговых качеств автомобиля. Выполнены конструкторские расчеты основных элементов стенда (барабанов, маховых масс, упругой муфты).

В четвертом разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для определения тяговых качеств автомобиля.

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

В шестом разделе определена эффективность разработки стенда для определения тяговых качеств автомобиля с экономической стороны.

Abstract

The title of the senior thesis is: « The design development of the stand for determining the traction qualities of the car».

The aim of the project is to develop the construction of the stand for determining the traction qualities of the car.

The graduation work may be divided into several logically connected parts: an introduction, six general parts, a conclusion, a list of 29 references, appendices and a graphic part.

In the general parts of the graduation project we consider the popular models of stands for testing power characteristics, check the designed stand for patentability, present the terms of reference, technical proposal for the design development of the stand, perform the design calculations of the main elements of the stand (drums, flyweights, elastic coupling), develop the technological process for assembling the stand for determining the traction qualities of the car, and calculate the assembling labour intensity.

The safety and sustainability concerns are considered in a separate section as they are essential to this work.

At the end of work we report the results of the economic efficiency calculation of the stand for determining the traction qualities of the car.

In conclusion we'd like to stress that the developed stand is simple in design, inexpensive to manufacture and provides testing of the car's traction qualities in accordance with the necessary requirements.

Содержание

Введение	5
1 Состояние вопроса	7
1.1 Стенд проверки мощностных характеристик СДМ 1-3500.200	7
1.2 Стенд проверки мощностных характеристик FPS2700.....	9
2 Патентный анализ аналогов.....	11
3 Разработка конструкции стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей.....	18
3.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей.....	18
3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей	23
3.3 Расчет конструкции	29
4 Технологический раздел	36
4.1 Обоснование выбора технологического процесса	36
4.2 Определение трудоемкости сборки	38
4.3 Составление технологического процесса сборки стенда для определения тяговых качеств автомобиля	39
5 Безопасность и экологичность технического объекта	43
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса проверки тяговых качеств легкового автомобиля на стенде	46
5.2 Идентификация профессиональных рисков	47
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	48
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	53
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса проверки тяговых качеств легкового автомобиля на стенде	56
6 Экономическая эффективность проекта	58
Заключение	67
Список используемой литературы и используемых источников	68
Приложение А. Спецификация	74

Введение

«Стенды тяговых качеств служат для всестороннего диагностирования транспортных средств по основным параметрам его эксплуатационных свойств, как мощность и топливная экономичность. Они позволяют повторять (имитировать) в стационарных условиях тестовые нагрузочные и скоростные режимы работы автомобиля (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид стенда определения тяговых качеств автомобиля

Чаще всего используют следующие диагностические параметры:

- мощность двигателя эффективная,
- момент крутящий (или тяговое усилие) на ведущих колесах;
линейная скорость на окружности роликов,
- мощность на ведущих колесах,
- момент сопротивления (сила сопротивления вращению) колес и трансмиссии,
- ускорение (замедление) при разгоне (выбеге),
- расход топлива удельный,
- время выбега, разгона» [1].

«Также, стенды для проверки тяговых качеств автомобиля позволяют выполнять ряд работ, которые связаны с проведением углубленной поэлементной диагностикой автомобиля. Например, если использовать стробоскоп можно определить пробуксовывание муфты сцепления, исправность спидометра оценивают по скорости вращения барабана, неисправности отдельных компонентов и деталей определяются путем прослушивания и проверки коробки передач, которая работает под нагрузкой.

При испытании автомобиля на барабанных стендах используются режимы максимальной тяговой силы или максимального крутящего момента, максимальной скорости, частичной нагрузки двигателя, принудительной прокрутки ведущих колес и трансмиссии автомобиля» [22].

«Силовой стенд тяговых качеств состоит из опорно-приводного устройства (система их четырех сдвоенных барабанов), вентилятора для обдува радиатора, страховочных устройств, устройства для проверки стенда, стационарного пульта управления с отображением на мониторе индикации показателей, установку для отвода отработавших газов, пульта дистанционного управления стендом. Дополнительно в состав стенда могут входить расходомер топлива, секундомер, самописец для записи диаграммы силы и мощности, развиваемой на ведущих колесах.

Для осуществления проверки автомобиль необходимо установить ведущими колесами на барабаны стенда, которые после этого необходимо привести во вращение указанными барабанами. Преодолевая тормозной момент, создаваемый нагрузочным устройством стенда. Тормозной момент задается в зависимости от требуемой нагрузки на ведущие колеса. И на мониторе отображаются снятые параметры» [6].

1 Состояние вопроса

«Необходимым условием успешной разработки конструкции установки для замены и прокачки тормозной жидкости является глубокий анализ работы установки, конструкций существующих аналогов и разработанных патентов, исследований в области определения тяговых качеств автомобиля и техники в целом» [21].

«При анализе отечественного и зарубежного рынка можно выделить следующие установки:

- стенд проверки мощностных характеристик автомобилей до 3,5 т. СДМ 1-3500.200 (производство Мета (Россия);
- стенд проверки мощностных характеристик автомобилей до 2,7 т. FPS2700 (производство Маха (Германия))» [27].

Рассмотрим конструкцию установок.

1.1 Стенд проверки мощностных характеристик СДМ 1-3500.200

«Стенд СДМ 1-3500.200 предназначен для комплексной оценки технических параметров автомобилей при помощи полной имитации реального движения автомобиля по дороге в широком диапазоне скоростей с оценкой главных показателей:

- потери в трансмиссии,
- мощность двигателя,
- экономичность,
- экологические параметры,
- работы электронной системы управления двигателем и систем охлаждения двигателя» [5].

«Проверка всех этих параметров выполняется автоматически за считанные минуты на всех режимах работы, с регистрацией всех параметров в ПЭВМ. Как заявляют производители динамический стенд СДМ 1-3500.200

- это безошибочная диагностика при разработке и модернизации узлов и агрегатов новых моделей автомобилей и незаменимый инструмент в оценке товарных автомобилей, сходящих с конвейера завода (рисунок 2).



Рисунок 2 – Стенд для определения тяговых качеств СДМ 1-3500.200

«Функциональные особенности стенда:

- стенд позволяет произвести разгон автомобиля на стенде до 200 км/ч и его торможение на любой из скоростей диапазона;
- осуществить контроль функционирования ЭСУД;
- произвести Оценку механических потерь трансмиссии, по интенсивности замедления при выбеге;
- произвести анализ расхода топлива;
- провести анализ динамики разгона автомобиля в диапазоне от 0 до 100 км/час.
- провести измерение параметров мощности двигателя по динамике разгона;
- провести оценку функционирования вентилятора системы охлаждения двигателя, спидометра, светотехнических приборов, звуковых сигналов;
- провести динамические функциональные испытания во время вождения, параметров и контроль основных устройств автомобиля при различных динамических ситуациях вождения в типичных дорожных условиях» [2].

«Система управления роликового стенда обеспечивает автоматическое считывание по диагностической линии (K-Line) паспортных данных контроллера ЭСУД, считывание по диагностической линии кодов ошибок встроенной бортовой системы диагностики для анализа наличия и исправности датчиков, исполнительных механизмов и их соответствия типу автомобиля, документирование результатов контроля функционирования ЭСУД автомобиля с распечаткой заключения в виде протокола.

Стоимость данного оборудования составляет 1 815 000 рублей» [5].

1.2 Стенд проверки мощностных характеристик FPS2700

«Мощностные стенды для проведения функциональных испытаний серии FPS – это универсальные стенд для использования на станции технического обслуживания. Эти стенды подходят для проведения испытательных заездов, диагностики двигателя, мощностных испытаний или испытания отдельных элементов автомобиля. Стенды могут быть установлены как вровень с полом, так и в напольном варианте, с одной парой роликов или двумя для полноприводных автомобилей (рисунок 3).

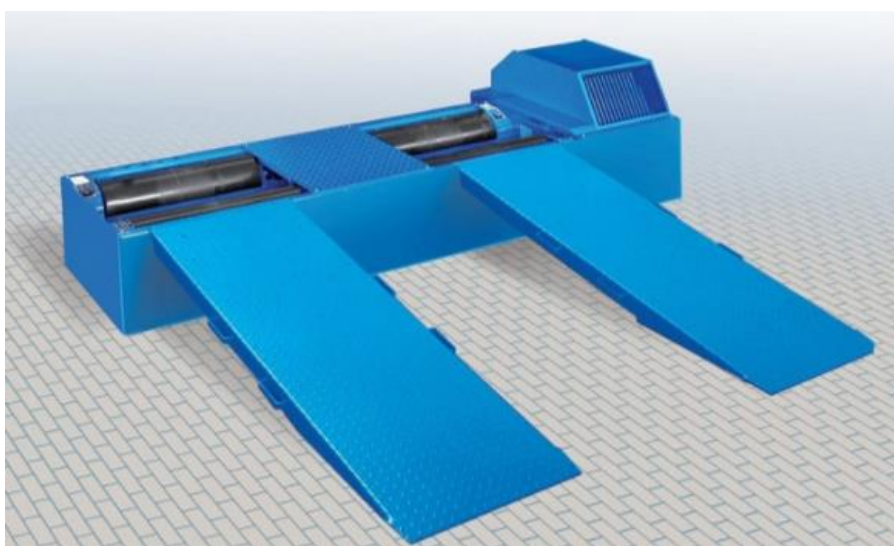


Рисунок 3 – Стенд проверки мощностных характеристик FPS2700

Стоимость представленного оборудования составляет 1 874 000 рублей.

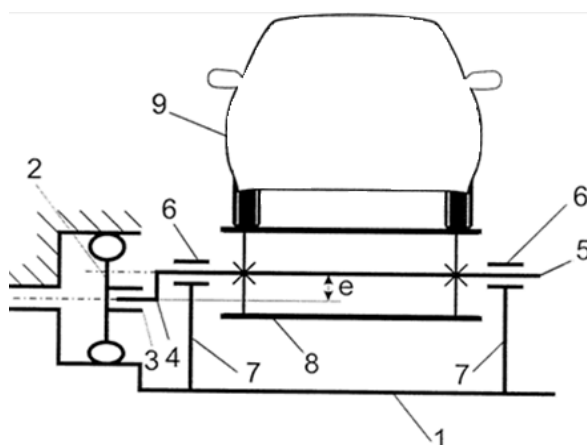
Произведя анализ стендов тяговых качеств, особенно стоимость их приобретения можно сделать вывод, что стоимость данного вида оборудования завышена и для использования на станции технического обслуживания и автотранспортных предприятиях среднего и малого класса возможно разработать стенд тяговых качеств с более низкой стоимостью, за счет сокращения числа деталей, повышения технологичности, упрощения конструкции отдельных узлов, применения экономически более выгодных конструкций деталей и узлов автомобильных компонентов» [12].

Выводы по разделу.

В разделе «Состояние вопроса» рассмотрены популярные модели стендов для проверки мощностных характеристик.

2 Патентный анализ аналогов

«Стенд (рисунок 4) содержит основание 1, которое может быть выполнено как сварная рама. Нагружающее устройство в виде тормозного барабана 2 представляет собой пневматическую шину, установленную на основании и закрепленную по наружному контуру так, чтобы предотвратить ее поворот вокруг геометрической оси. На геометрической оси расположено гнездо подшипника 3, в котором установлена цапфа кривошипа 4. Кривошип 4 так связан с коленчатым валом 5, что может изменяться его эксцентриситет от нуля, до максимального значения, определяемого либо моментом сопротивления повороту, либо условием его долговечности.



1 – основание стенда, 2 – нагружающее устройство, 3 – посадочное место подшипника, 4 – кривошип; 5 – коленчатый вал, 6 – подшипник, 7 – стойка, 8 – беговой барабан 9 – автомобиль

Рисунок 4 – Схематический вид стенда тяговых качеств

Коленчатый вал установлен на основании посредством коренных подшипников 6 и стоек 7. В свою очередь на коленчатом валу неподвижно крепится опорный беговой барабан 8, на который ведущими колесами устанавливается транспортное средство 9.

Испытание транспортного средства предлагается проводить в следующей последовательности. Испытываемый полнокомплектный объект

устанавливается на основание и закрепляется на нем стяжками 10. Заводится двигатель и включается коробкой перемены передач заданная скорость. Так как плечо кривошипа установлено на заданный момент сопротивления вращения опорного бегового барабана, соответствующий скорости движения транспортного средства, то трансмиссия транспортного средства от ведущих колес до двигателя нагружается вращающимися моментами. Включаются также в работу все системы, обслуживающие двигатель, таким образом, стенд не требует для своей работы посторонних источников энергии. При необходимости величина момента сопротивления вращению ведущих колес может регулироваться дополнительно давлением воздуха в тормозном барабане, при этом меняется его податливость в окружном и радиальном направлении, меняются затраты на энергию деформации тормозного барабана, а следовательно, и момент сопротивления вращению опорного бегового барабана. Регулировка внутреннего давления в тормозном барабане может осуществляться обычным способом путем подкачки или стравливания воздуха из пневматической шины» [9].

К недостаткам стенда тяговых качеств можно отнести неудобство при эксплуатации и материалоемкость.

Целью исследования: создание объекта с лучшими эксплуатационными показателями, что позволит снизить затраты на изготовление и проведение обслуживания.

Странами проверки являются страны с наиболее широко развитой индустрией автомобильного транспорта, и в этих странах может быть наиболее полная информация об исследуемой области техники: Россия (СССР), Великобритания, Германия, США, Франция, Япония.

«Исследуемый объект является устройством, так как характеризуется конструктивными признаками – формой и сопоставимостью размеров деталей: основание, вращающийся элемент, силовой агрегат, привод.

Для достижения цели модернизации внесем изменения в конструкцию вращающийся элемент и привод» [8].

«Далее необходимо, установить глубину патентного поиска, определить рубрику МПК и индекс УДК.

АПУ, ключевые слова или словосочетания: «испытание тяговых характеристик».

Проводим классификацию по МПК 8 редакции с соблюдением всех поправок и изменений.

Раздел G – ФИЗИКА.

Класс G01 – Измерение; испытание.

Подкласс G01M - Проверка статической и динамической балансировки машин или конструкций; испытания различных конструкций или устройств, не отнесенные к другим подклассам.

Главная дробная рубрика G01M15/00 – Испытание машин и двигателей.

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 стенда тяговых качеств медленно. Так как разработки ведутся медленно, установим глубину патентного поиска 25 лет» [21].

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

Таблица 1 – Регламент патентно-информационного поиска

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Классификационные рубрики: МПК(МКИ), УДК, НКИ	Страна поиска	Ретро-спективность	Наименование информационной базы (фонда)
Стенд тяговых качеств	656.1.5 G01M15/00	Россия (СССР) Германия США Япония Великобритания Франция	25 (1997-2022)	Описания к авторским свидетельствам и патентам Реферативный сборник «Изобретения стран мира» Реферативный журнал 02А «Автомобиль, автомобильное хозяйство» Сайты: www.fips.ru , www.zr.ru , www.garo.ru espacenet.com

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 или не подлежит детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
«Стенд для силовых испытаний колесного транспортного средства»	G01M15/00 Березин В.С. 02.04.2007 10.10.2008 пат. № 2335753 Россия	Стенд содержит основание, опорный беговой барабан, неподвижно установленный на коленчатом валу, смонтированном на основании, нагружающее устройство, отличающийся тем, что нагружающее устройство установлено на кривошипе коленчатого вала на подшипниковой опоре в виде тормозного барабана, неподвижно	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 детальному исследованию	
			Достигнутого уровня	Патентной чистоты
		закрепленного относительно основания и выполненного в виде катка с пневматической шиной, при этом геометрическая ось тормозного барабана смещена относительно оси вращения опорного бегового барабана на величину эксцентриситета коленчатого вала» [12].		
«Стенд для силовых испытаний колесного транспортного средства	G01M15/00 Березин В.С. 02.04.2007 10.10.2008 пат. № 2335753 Россия	Стенд содержит основание, опорный беговой барабан, неподвижно установленный на коленчатом валу, смонтированном на основании, нагружающее устройство, отличающийся тем, что нагружающее устройство установлено на кривошипе коленчатого вала на подшипниковой опоре в виде тормозного барабана, неподвижно закрепленного относительно основания и выполненного в виде катка с пневматической шиной, при этом геометрическая ось тормозного барабана смещена относительно оси вращения опорного бегового барабана на величину эксцентриситета коленчатого вала, а тормозной барабан выполнен с возможностью регулировки внутреннего давления» [14].	да	да
«Устройство для определения тяговой силы на ведущих колесах автомобиля при качении по барабанам стенда	G01M15/00 Мазур В.И. 04.06.2010 27.08.2011 пат. № 2427816 Россия	Устройство для измерения тяговой силы на ведущих колесах автомобиля при качении по барабанам стенда, содержащее в своей конструкции регистрирующую аппаратуру и тормозной балансирный динамометр, ротор которого соединен с беговыми барабанами, отличающееся тем, что тензометрическая тяга одним концом шарнирно крепится к фланцу статора, а другим - к неподвижному кронштейну» [17].	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 детальному исследованию	
			Достигнуто о уровня	Патентной чистоты
Стенд для испытания тяговых характеристик транспортного средства	G01M15/00 TIANLONG JING 2010.06.21 2011.01.05 пат. № CN201697789 Китай	Стенд для испытания тяговых характеристик содержит корпус, динамометр, устройство регулирования скорости, датчик скорости, датчик измерения силы, две пары связанных приводных роликов и приводных валков и систему управления, при этом датчик скорости и датчик для измерения силы расположены на динамометре; приводные ролики и ведомый ролик параллельно расположены на раме; динамометр подключен к приводным роликам и устройству регулирования скорости	да	да

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 Стенд проверки мощностных характеристик автомобилей	А 2 пат. № 2335753
Основание	0	+	+
Вращающийся элемент	0	-	+
Силовой агрегат	0	+	+
Привод	0	+	+
Суммарная оценка		3	4

Видим, что наибольшую сумму баллов имеет аналог А2 №2335753, МПК: G01M15/00; автор: Березин В.С.; опубл.: 10.10.2008г. страна: Россия.

Следовательно, данное ТР является наиболее прогрессивным, принимаем его для использования в усовершенствованном стенде тяговых качеств на основе заднего моста ГАЗели.

Вывод о патентоспособности усовершенствованного объекта техники.

Проведенные патентные исследования сопоставления совокупностей существенных признаков проектируемого объекта и аналогов, выбранных ранее из патентного поиска пат. № 2335753 и 1. Стенд проверки мощностных характеристик автомобилей, видим, что наш объект не обладает критериями патентоспособности.

Разрабатываемое устройство можно произвести 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 Разработка конструкции стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей

3.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей

«Данное изделие относится к инерционным (динамическим) стендам тяговых качеств с беговыми барабанами. Стенд должен быть спроектирован для широкого использования в помещениях с твердым покрытием пола (бетонная стяжка). По способу установки стенд должен быть вмонтирован в пол (заглубляемый).

Стенд предполагается использовать на авторемонтных предприятиях и СТО, где проводится ТО и Р легковых автомобилей в следующих условиях:

- бетонный пол (возможно, покрытый деревянной шашкой или металлической плиткой);
- температура в помещении от +15 до +40°С, влажность от 60 до 80 %;
- освещенность – внутренним и внешним освещением;
- электрическая энергия: переменный ток с напряжением в сети 380 В» [3].

«Испытательный стенд должен представлять собой совокупность механических и программных средств, предназначенных для реализации диагностики легковых автомобилей по средствам раскручивания маховых масс, с приводом от ведущих колес автомобиля, и в процессе испытания должно отслеживаться:

- замедление/разгон,
- тормозной путь,
- время срабатывания привода и тормозных механизмов,
- дистанционное представление информации оперативному и инженерному персоналу в виде таблиц и графиков параметров

энергетической зависимости снимаемых характеристик с диагностируемого автомобиля» [15].

«Также стенд может быть использован для проведения обкатки автомобиля после сборки (ремонта) для обеспечения приработки сопрягаемых деталей и узлов, для проведения ресурсных испытаний или приемо-сдаточных испытаний.

Наименования и условного обозначения тема разработки - не имеет. Научно исследовательские работы не проводились, экспериментальные образцы и макеты не изготавливались.

Назначением данного проекта является разработка конструкторской документации, на основе которой разрабатывается рабочая документация, по которой будет изготовлен опытный образец стенда» [19].

Целью разработки стенда является снижение стоимости конструкции за счет сокращения количества деталей, повышения технологичности ТО, упрощения конструкции отдельных узлов, применения экономически более выгодных конструкций деталей и узлов автомобильных компонентов, а также максимально возможного применение стандартных и покупных изделий.

«Источниками информации, которые принимаются во внимание при разработке данного стенда, являются:

- каталоги оборудования разных производителей;
- С.М. Круглов «Устройство, техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей» М.: Высш. шк., 1987г.;
- Живоглядов Н.И. «Основы расчета, проектирования и эксплуатации технологического оборудования» Учеб.пособие – Тольятти: ТГУ, 2002 г.;
- Орлов П.И. «Основы конструирования» в 3х томах. г. Москва «Машиностроение» 1977 г.;
- «Оборудование для ремонта автомобилей» Справочник под редакцией М.М. Шахнеса. Москва «Транспорт» 1978 г.;

- В.В. Крамаренко «Техническое обслуживание автомобилей» Москва «Транспорт» 1968 г.;
- В.С. Малкин, Н.И. Живоглядов, Е.Е. Андреева «Основы проектирования и эксплуатации технического оборудования» Учебное пособие для студентов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» Тольятти – 2005 г.;
- В.И. Анурьев «Справочник конструктора-машиностроителя» в 3х томах. Москва «Машиностроение» 1982 г» [23].

«Разрабатываемый стенд должен обладать технико-экономическими характеристиками, не уступающими характеристикам стендов аналогичного назначения:

Рекомендуемая техническая характеристика стенда:

- тип стенда стационарный, с маховыми массами;
- осевая нагрузка на ролики, не более, кг 1500;
- скорость испытания, не более, км/ч 60;
- колея роликов, мм 1370;
- ширина роликов, не менее, мм 400;
- высота стенда, не более, мм 600;
- длина стенда, не более, мм 1500;
- ширина стенда, не более, мм 2000;
- масса, не более, кг 600» [12].

«Стенд должен состоять из следующих основных систем:

- тормозного устройства (маховые массы должны быть рассчитаны из условия равенства кинетической энергии поступательно движущегося автомобиля и вращающихся масс стенда);
- рамы (вмонтированной в пол), на которой устанавливаются беговые ролики, тормозное устройство и др. оборудование, а также конструкция рамы должна выдерживать заезд на нее легкового автомобиля массой до 2 т;

- системы регистрации и обработки данных (регистрации и обработки сигналов, поступающих от комплекта датчиков, обработки и хранения данных по испытаниям и включает в себя: персональный компьютер с монитором и принтером; многоканальный цифровой измерительный усилитель; программа для сбора, обработки, хранения данных и формирования отчетной документации)» [28].

«Предусмотреть возможность изготовления стенда собственными силами СТО или АТП. Срок эксплуатации стенда – 10 лет. Стенд должен удовлетворять требованиям надёжности и быть безотказным в работе или иметь малую трудоемкость ремонта, иметь хорошие эксплуатационные характеристики, быть технологичным в изготовлении, сохранять свою работоспособность в течение всего срока хранения, а также быть работоспособным после хранения и транспортировки.

В конструкции стенда должны применяться стандартные изделия, соответствующие требованиям государственного стандарта Российской Федерации. В разрабатываемой конструкции стенда должны предусматриваться варианты дальнейшего усовершенствования конструкции, если это допустимо. С целью упрощения и удешевления конструкции в производстве необходимо максимально применять покупные изделия, что так же позволит сократить и время на изготовление стенда» [3].

«Эксплуатация стенда должна соответствовать требованиям стандартов безопасности труда. Безопасность работы обеспечивается следующими требованиями:

- требованиями к конструкции (ограждение подвижных частей, фиксация и крепление рабочих частей во время выполнения ремонта и в нерабочем состоянии во время транспортировки);
- требованиями к обеспечению нормальных санитарно-гигиенических условий (наличие местной вентиляции, защитных экранов,

- организация работ по уборке и протирке элементов стенда и тому подобное);
- требования к электробезопасности (электрическая изоляция, стойкая к химическим и механическим воздействиям, электрооборудование должно быть заземлено);
 - требованиями пожарной и взрывобезопасности (обеспечивается наличием огнетушителей марки ОУ и ОП для тушения пожаров, ящиком с песком и другими приспособлениями для устранения пожара);
 - требованиями к наличию пояснительных знаков и знаков безопасности (например: «Осторожно!» «Посторонним вход воспрещён!» защитная окраска ограждений опасных зон и тому подобное);
 - требованиями защиты обслуживающего персонала от вредных воздействий (шума, вибраций, температуры и тому подобное» [8].

«Стенд должен соответствовать эстетическим требованиям: внешние контуры конструкции стенда должны быть простыми и строгими, части стенда предпочтительно прямоугольные, общая концепция стенда не должна оказывать моральное давление на человеческую психику.

Стенд должен удовлетворять условиям сборки и разборки. При хранении и транспортировке стенд должен разбираться и упаковываться в ящики, если это необходимо» [18].

«Конструкторская документация на этапе технического проекта согласовывается с руководителем проекта, также техническими специалистами, рекомендованными руководителем.

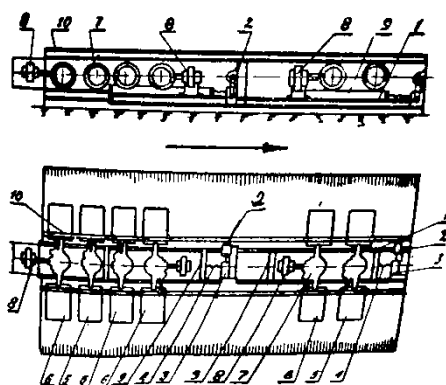
Сроки технического задания должны соответствовать срокам в плане договора. Данная разработка выполняется по заданию кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ФГБОУ ВПО Тольяттинский государственный университет» [24].

3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей

Поскольку большинство инерционных стендов тяговых качеств имеют схожую конструкцию, то достаточно рассмотреть их общую компоновочную схему (рисунок 5), выявить положительные и отрицательные стороны, и спроектировать более дешевый стенд, в соответствии с техническими требованиями и рекомендациями, изложенными в техническом задании.

«Представленное компоновочное решение стенда обладает рядом существенных недостатков:

- стенд массивен, имеет много металлоемких каркасных конструкций – все это повышает его стоимость в производстве.
- стенд имеет слишком большое количество подвижных элементов конструкции, а так сложных механизмов (барабаны, конические и винтовая передачи и прочее) – все это также негативно сказывается на стоимости стенда и также снижает показатель надежности и снижает время безотказной наработки.
- стенд требует частого технического обслуживания и достаточно трудоемкой настройки.



1 – основание, 2 – электродвигатель, 3 – редуктор, 4 – передача винтовая,
5 и 6 – барабаны, 7 – передача коническая, 8 – масса маховая, 9 – каретка подвижная,
10 – швеллеры направляющие

Рисунок 5 – Инерционный стенд тяговых качеств с беговыми барабанами

Поэтому, с целью упрощения конструкции будущего стенда предлагается, прежде всего, оставить только одну секцию барабанов – под ведущие колеса диагностируемого автомобиля, причем барабаны предлагается сделать не парными, а одинарного исполнения (рисунок 6). Не ведущие колеса автомобиля при этом будут закреплены специальными фиксаторами и тем самым, будут удерживать автомобиль от скатывания с барабанов стенда.

Это решение позволит значительно снизить стоимость производства стенда.

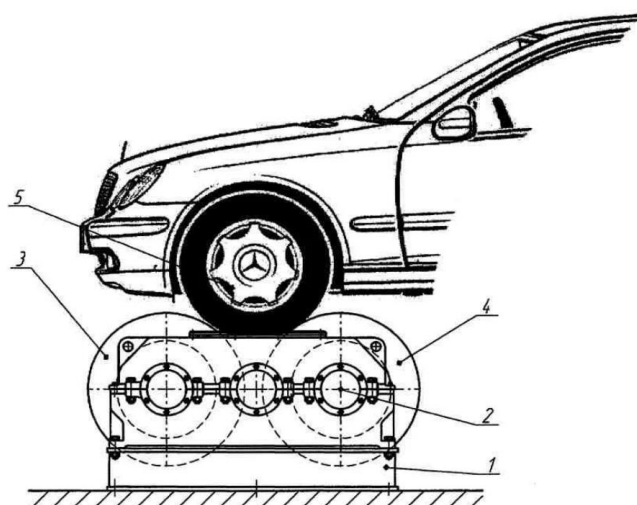


Рисунок 6 – Схема положения автомобиля на стенде

Теперь необходимо как-то упростить конструкцию кинематической цепочки: барабаны – подшипниковые опоры – коническая передача – маховые массы на подшипниковых опорах. Очевидно, что для удешевления конструкции необходимо либо сократить количество элементов этой кинематической цепочки, либо попытаться как-то их объединить в один общий элемент конструкции. Поскольку все элементы кинематической цепочки необходимы и не могут быть исключены, то предлагается, для выполнения условия объединения всех элементов рассмотреть в качестве такого устройства – задний мост автомобиля ГАЗель (рисунок 7).

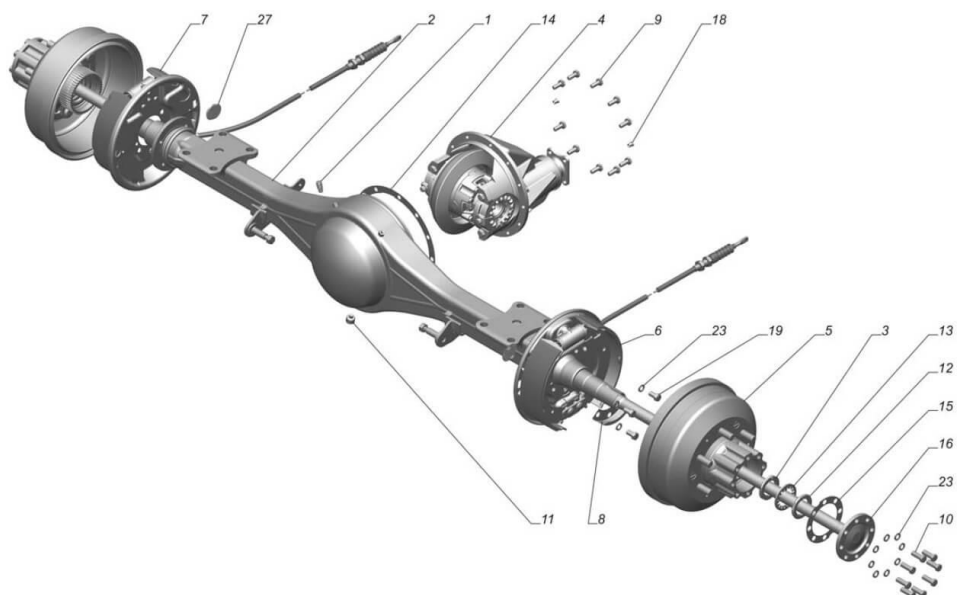
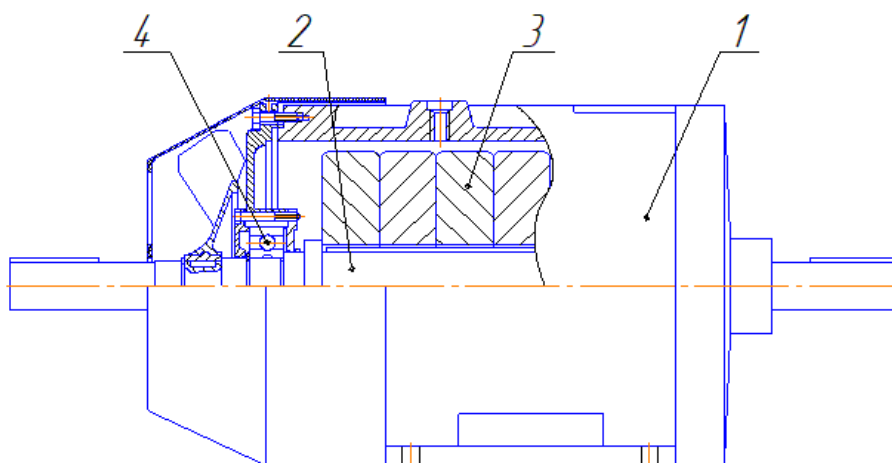


Рисунок 7 – Задний (ведущий) мост автомобиля ГАЗель

«Задний мост автомобиля ГАЗель идеально подходит как по выполнению условия кинематической компоновочной схемы нашего стенда, так и по силовым нагрузочным режимам работы стенда (при условии блокировки его дифференциала). Таким образом, такое конструктивное решение позволяет одновременно решить несколько поставленных задач:

- упростить и повысить показатель надежности и увеличить время безотказной наработки за счет объединения всех элементов кинематической цепочки в один компактный узел, не требующий настройки каждого из элементов в отдельности;
- удешевить конструкцию стенда в целом – так как теперь не нужно приобретать каждый дорогостоящий узел отдельно, и изготавливать всевозможные переходники для их взаимодействия между собой;
- значительно сократить сроки изготовления за счет того, что готовый задний мост легко приобрести в торговых сетях дилерских центров ГАЗ – то есть не требуется самостоятельного изготовления данного изделия» [23].

«Блок маховых масс предлагается разместить внутри корпуса какого-нибудь неисправного электродвигателя (рисунок 8).



1 – корпус электродвигателя, 2 – вал электродвигателя, 3 – маховые массы,
4 – штатные подшипники вала электродвигателя

Рисунок 8 – Схема компоновки блока маховых масс:

Такое решение объясняется тем, что теперь нет необходимости в изготовлении подшипниковых корпусов, вала и прочих деталей – а используем корпус 1 электродвигателя. То есть электродвигатель предлагается разобрать, удалить с его вала 2 якорь, удалить из корпуса 1 блок с намоткой проволоки и прочие теперь уже не нужные элементы и далее изготовить маховые массы 3 и после небольшой доработки вала 3, закрепить их на валу. Это так же позволяет снизить стоимость изготовления конструкции и сократить сроки ее производства» [4].

Общее компоновочное устройство стенда.

Итак, с учетом описанных выше конструктивных проработок отдельных узлов и компонентов стенда, и в соответствии с ТЗ, предлагается следующий вариант конструкции инерционного стенда тяговых качеств (рисунок 9).

Представленный стенд монтируется в пол, армированный по периметру рамой 1. На анкерные болты установлена базовая плита 2, на которой произведен монтаж всех основных узлов стенда:

- задний мост 4 через закрепленные на нем проставки 7 привинчен к базовой плите 1, образуя жесткую несущую конструкцию;

- на заднем мосту 4 на штатные места крепления посажены барабаны 5 - за счет применения простого и эффективное решение об использовании в качестве связующего элемента между цилиндрическим барабаном 5 и задним мостом 4 – штатный колесный диск от автомобиля ГАЗель;
- кинематическая связь между задним мостом 4 и блоком маховых масс, встроенным в корпус электродвигателя 3, осуществляется через муфту 8. Это решение позволяет компенсировать возникшие погрешности и не соосность валов при монтаже стенда.

Для отслеживания количества оборотов и скорости вращения маховых масс – на втором выходном валу блока маховых масс 3 закреплен штатный маховик от ДВС ВАЗ-2110 через переходную втулку. Это решение позволяет использовать зубчатый венец маховика – для обращения на него стандартного оптического датчика. А также сам маховик тоже является дополняющим к блоку маховых масс.

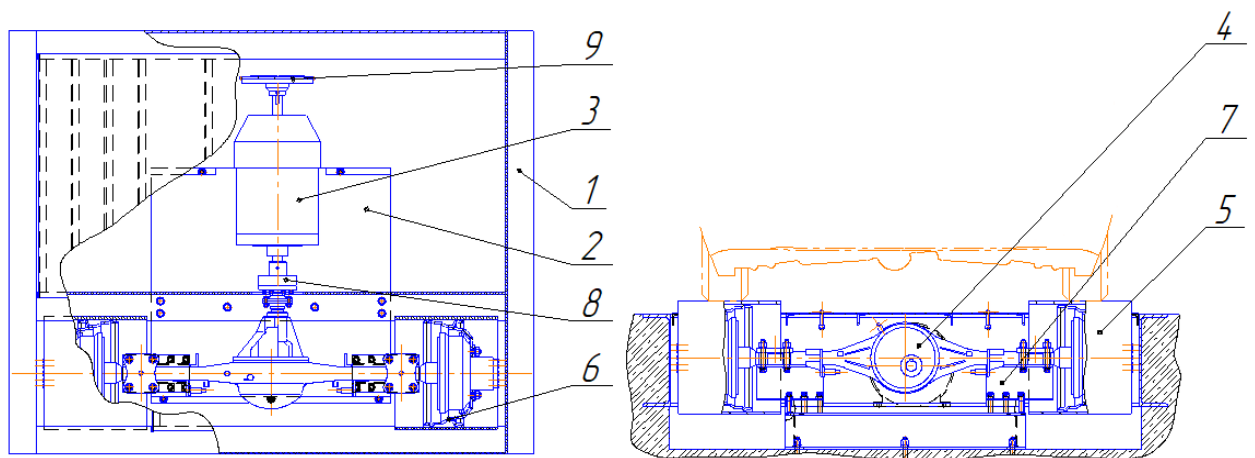


Рисунок 9 – Компоновка инерционного стенда тяговых качеств

«Эстетические требования к разрабатываемому изделию

Конструктивный стиль отдельных узлов должен создавать гармоничную, продуманную конструкцию изделия. В нашем случае это максимальное использование симметрии в расположении парных узлов. Результирующая

форма очертаний узлов и деталей проста и строга и не подразумевает двойственного назначения.

Простая внешняя форма позволяет содержать стенд в чистоте и облегчает удаление грязи и пыли. Симметричность формы стенда придает ему более выраженную степень статичности и устойчивости.

Окрашивание стенда также должно производиться в соответствии с эстетическими требованиями. Все корпусные части стенда окрашиваются в зеленый цвет, так как он является более естественным, действует успокаивающе и не вызывает возбуждения, не рассеивает внимание человека и не влияет на производительность труда. Движущиеся части окрашиваются в ярко-красный цвет, защитные кожухи окрашиваются в желтые цвета» [1].

«Эргономические требования.

В целом конструкция стенда эргономична, так как обслуживание не сопряжено с большими неудобствами.

Пульт сбора и преобразования информации (системы регистрации и обработки данных) вынесен из зоны периметра стенда в целях безопасности работ и для удобства оператора» [3].

«Техника безопасности в конструкции.

Для обеспечения требований техники безопасности необходимо:

- применять только качественные и проверенные материалы и механизмы в изготовлении стенда, использовать только исправный инструмент и квалифицированный персонал;
- при конструировании крепежных узлов не применять хрупких материалов без применения разгрузочных устройств;
- выполнять требования электробезопасности. Для этого следует подводимые к стенду провода изолировать, в конструкции стенда предусмотреть защитное заземление;
- участок диагностики должен быть обеспечен средствами пожаротушения из расчета на 50 м² площади пола один огнетушитель ОП5, один огнетушитель ОУ5 и ящик с песком объемом 0,5 м³.

- обеспечивать удобство работы оператора, геометрия размещения узлов управления и мест обслуживания должны соответствовать антропологическим характеристикам по данным ГОСТ;
- проведение инструктажа на рабочем месте;
- необходимо соблюдение чистоты и порядка;
- перед проведением испытаний обязательно следует проверять крепление всех узлов стенда, исправность защитных ограждений;
- запрещается испытание автомобиля – не закрепив не ведущие колеса автомобиля специально предусмотренным креплением, в противном случае последствия могут быть необратимыми – автомобиль может слететь со стенда, что приведет к порче имущества и травмам оператора и других работников, находящихся по близости» [26].

В приложении А представлена спецификация на стенд для определения тяговых качеств легковых автомобилей (Рисунок А.1, А.2)

3.3 Расчет конструкции

Определение основных параметров диагностического стенда.

Определяем длину барабана по формуле:

$$l_{\phi} = \frac{K_H - K_B}{2} + 2 \cdot a, \quad (1)$$

где K_H , K_B – величины наружной и внутренней колеи автомобиля, для современного автомобиля (Lada Vesta) принимаем 1615 мм, 1405 мм;

a – расстояние для обеспечения допуска, для легкового автомобиля равен 100 мм.

$$l_{\phi} = \frac{1615 - 1405}{2} + 2 \cdot 100 = 305 \text{ мм.}$$

С учетом универсальности стенда и принятой схемы с возможностью увода колес, принимается длина барабана 400 мм

«Диаметр барабана определяется по формуле:

$$d_{\sigma} \geq 0,7 \cdot d_K, \quad (2)$$

где d_K – диаметр колеса автомобиля, для легкового автомобиля с размерностью шин 185/70 R15 – 580 мм» [13].

$$d_{\sigma} \geq 0,7 \cdot 580 \geq 406 \text{ мм}.$$

Исходя из конструктивных соображения, диаметр принимается равным 440 мм или 0,44 м.

«Частота вращения барабанов на стенде определяется по формуле:

$$n_B = \frac{30 \cdot V_a}{\pi \cdot r_B}, \quad (3)$$

где r_B – величина радиуса барабана стенда, принято ранее 0,44 м;

V_a – скорость вращения колес автомобиля на стенде, согласно условиям технического задания 30 км/ч» [24].

$$n_B = \frac{30 \cdot 8,3}{3,14 \cdot 0,44} = 180 \text{ мин}^{-1}.$$

«Максимальная тяговая сила на колесе для определения мощности привода стенда определяется по формуле:

$$P_{\tau_{\max}} = G \cdot \phi, \quad (4)$$

где G – максимальный вес, приходящийся на приводимый ролик. Для передней оси легкового автомобиля 550 кг – 5395,5 Н;
 ϕ – коэффициент сцепления шины с поверхностью барабана, для барабана с гладкой поверхностью принимаем равным 0,6» [13].

$$P_{\tau_{max}} = 5395,5 \cdot 0,6 = 3237,3 \text{ Н.}$$

Мощность, передаваемая барабаном стенда, определяется по формуле:

$$N = \frac{P_{\tau_{max}} \cdot V_a}{1200}, \quad (5)$$

$$N = \frac{3237,3 \cdot 8,3}{1000} = 26,9 \text{ кВт.}$$

Крутящий момент на барабане стенда определяется по формуле:

$$M_{кр} = P_{\tau_{max}} \cdot r_B, \quad (6)$$

$$M_{кр} = 3237,3 \cdot 0,44 = 1424,4 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

«Расчет маховых масс нагрузочного устройства.

Конструктивно предполагается использовать в нагрузочном устройстве маховики в виде дисков одинаковых размеров. Соответственно, расчет сводится к определению количества и размеров используемых маховиков.

Маховую массу для нагрузочного устройства можно рассчитать из условия сохранения кинетической энергии при передаче вращения от барабана к блоку маховых масс стенда:

$$E_{II} = E_M, \quad (7)$$

где E_{Π} – кинетическая энергия, развиваемая на барабане, определяется в соответствии с формулой (8);

E_M – кинетическая энергия маховых масс, определяется в соответствии с формулой (9).

$$E_{\Pi} = \frac{m \cdot n^2 \cdot R^2}{2}, \quad (8)$$

где m – условная вращаемая масса барабана, равна силе развиваемой на барабане;

n – частота вращения барабана стенда, в соответствии с формулой (3) равна 180 мин^{-1} или 3 с^{-1} ;

R – условный радиус вращения массы, равен радиусу барабана 0,44 м.

$$E_M = \frac{I \cdot n^2}{2}, \quad (9)$$

где I – момент инерции маховых масс всего блока маховых масс, определяется по формуле (10).

$$I = I_M \cdot N, \quad (10)$$

где N – количество маховиков, шт.;

I_M – момент инерции одного маховика, примененного в качестве маховой массы в нагрузочном устройстве стенда.

Маховик изготавливается в виде плоского диска с отверстием, следовательно, I_M можно определить по формуле:

$$I_M \approx G \cdot \frac{D^2}{2,5}, \quad (11)$$

где G – масса маховика, 16,5 кг;

D – диаметр маховика, 0,24 м» [16].

$$I_M \approx 16,5 \cdot \frac{0,24^2}{2,5} = 92,4 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Количество маховиков определяем из условия (7):

$$N = \frac{m \cdot R^2}{I_M}, \quad (12)$$

$$N = \frac{3237,3 \cdot 0,44^2}{92,4} = 6,8 \text{ шт.}$$

В конструкции нагрузочного устройства предлагается использование семи маховиков в виде стальных плоских дисков диаметром 240 мм. Восьмой маховик используется от автомобиля ВАЗ 2110 конструктивно совмещенный с устройством подсчета оборотов вращения барабана. Маховики входят в состав блока маховых масс.

«Расчет упругой муфты

При проектировании муфт их конструкцию не рассчитывают, а подбирают по таблицам ГОСТ. Подбор муфты ведется исходя из величины передаваемого крутящего момента.

По данным расчета подбираем муфту типа МУВП МН-2, передающий допускаемый момент до 235 кг·м.

После подбора муфты производят проверочный расчет пальцев и упругих колец.

Окружное усилие, приложенное к пальцам:

$$P = \frac{2 \cdot M_{кр} \cdot \kappa}{D_1}, \quad (13)$$

где $M_{кр}$ – полезная нагрузка (окружное усилие), равно крутящему моменту на барабане стенда, равен 1424,4 Н·м;
 κ – коэффициент, учитывающий режима работы, принимаем равным 1,15;
 D – диаметр, на котором расположены пальцы, равен 100 мм» [16].

$$P = \frac{2 \cdot 1424,4 \cdot 1,15}{0,1} = 32761,2 \text{ Н.}$$

Отсюда определяем условие прочности для пальцев:

$$\sigma_{из} = \frac{P \cdot l_2}{2 \cdot z \cdot 0,1 \cdot d^3} \leq [\sigma_{из}], \quad (14)$$

где z – число пальцев муфты, принимаем равным 6;

$[\sigma_{из}]$ – предел прочности на изгиб, для стали 45 равен от 800 до 1000 кг/см²;

l_2 – ширина нагруженной части пальца, принимаем 33 мм;

d^3 – диаметр резьбы пальца, принимаем 10 мм.

$$\sigma_{из} = \frac{1650 \cdot 3,3}{2 \cdot 6 \cdot 0,1 \cdot 0,1^3} = 453,75 \leq [\sigma_{из}] = 800 \text{ кг/см}^2. \quad (15)$$

Условие выполняется.

Проверка напряжения смятия упругих колец.

$$\sigma_{см} = \frac{\kappa \cdot P}{z \cdot 4 \cdot B_k \cdot d} \leq [\sigma_{см}], \quad (16)$$

где z – число пальцев муфты, принимаем равным 6;

$[\sigma_{см}]$ – предел прочности на смятие, при кратковременных перегрузках для резиновых колец равен 100 кг/см^2 ;

k – коэффициент, учитывающий режима работы, принимаем равным 1;

B_k – ширина кольца, принимаем равным 7 мм;

d – диаметр резьбы пальца, принимаем равным 10 мм.

$$\sigma_{см} = \frac{1 \cdot 1650}{6 \cdot 4 \cdot 0,7 \cdot 10} = 98,21 \leq [\sigma_{см}] = 100 \text{ кг/см}^2.$$

Условие верно, следовательно, подбор муфты произведен правильно.

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» составлены техническое задание и предложение на разработку конструкции стенда для определения тяговых качеств автомобиля. Выполнены конструкторские расчеты основных элементов стенда (барабанов, маховых масс, упругой муфты).

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 станда для определения тяговых качеств 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:

$$T_{д} = \frac{F_{д} \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (17)$$

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

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 40 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 определения тяговых качеств 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 блока маховых масс	
Взять корпус электродвигателя	0,3
Осмотреть корпус электродвигателя	0,6
Взять доработанный вал электродвигателя	0,3
Взять подшипник	0,3
Установить подшипник на доработанный вал электродвигателя	2,5
Взять стопорное кольцо	0,1
Установить стопорное кольцо на доработанный вал электродвигателя	0,8
Взять маховые массы (6 шт.)	0,7
Взять подшипник	0,3
Установить подшипник на доработанный вал электродвигателя	2,5
Взять стопорное кольцо	0,1
Установить стопорное кольцо на доработанный вал электродвигателя	0,8
Взять крышку электродвигателя (2 шт.)	0,2
Осмотреть крышку электродвигателя	0,3
Установить крышку электродвигателя (2 шт.) на корпус электродвигателя при помощи 4 болтов	4
Взять маховик ВАЗ-2110	0,3
Осмотреть маховик ВАЗ-2110	0,2
Взять переходник и винт М6×14 (3 шт.)	0,3
Установить маховик ВАЗ-2110 на доработанный вал электродвигателя при помощи переходника и закрепить при помощи	4,3

Продолжение таблицы 4

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время операции, мин
винтов М6×14 (3 шт.)	
Общая сборка	
Поднять при помощи тельфера раму стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей	0,8
Осмотреть раму стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей	2
Взять анкерный болт М16	0,2
Установить раму стенда на предполагаемое место при помощи анкерных болтов М16 (8 шт.)	8
Взять базовую плиту	0,9
Установить базовую плиту на раму стенда	6
Поднять при помощи тельфера задний мост от автомобиля ГАЗель	1
Осмотреть задний мост от автомобиля ГАЗель	2
Закрепить на заднем мосту от автомобиля ГАЗель проставки	5
Установить на задний мост от автомобиля ГАЗель на штатные места крепления барабаны – ролики (2 шт.)	10
Установить задний мост от автомобиля ГАЗель с проставками на раме стенда при помощи болтов	15
Взять блок маховых масс в сборе	0,8
Осмотреть блок маховых масс в сборе	0,4
Установить блок маховых масс в сборе на стенд при помощи болта М14×28 Г (4 шт.), шайбы 14 (4 шт.), шайбы 14Н (4 шт.)	6
Взять полумуфту в сборе	0,3
Осмотреть полумуфту в сборе	0,5
Установить полумуфту в сборе на вал блока маховых масс при помощи винта М6×14	2,8
Соединить полумуфту с задним мостом от автомобиля ГАЗель	5
Выполнить настройку стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей	24
Выполнить испытание стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей	60
Итого:	169,6

4.2 Определение трудоемкости сборки

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

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots + t_{on_n}, \quad (18)$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{шт}^{общ} = t_{оп}^{общ} + t_{оп}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (19)$$

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

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, которая равняется от 4 до 6%, принимаем 5%» [21].

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

4.3 Составление технологического процесса сборки станда для определения тяговых качеств автомобиля

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

Таблица 5 – Технологический процесс сборки станда для определения тяговых качеств автомобиля

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
Сборка блока маховых масс					
005	Сборочная	1	Взять корпус электродвигателя	Набор ключей, гайковерт, электрическая дрель, углошлифовальная машина, отвертки	18,9
		2	Осмотреть корпус электродвигателя		
		3	Взять доработанный вал электродвигателя		
		4	Взять подшипник		
		5	Установить подшипник на доработанный вал электродвигателя		
		6	Взять стопорное кольцо		

Продолжение таблицы 5

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		7	Установить стопорное кольцо на доработанный вал электродвигателя		
		8	Взять маховые массы (6 шт.)		
		9	Взять подшипник		
		10	Установить подшипник на доработанный вал электродвигателя		
		11	Взять стопорное кольцо		
		12	Установить стопорное кольцо на доработанный вал электродвигателя		
		13	Взять крышку электродвигателя (2 шт.)		
		14	Осмотреть крышку электродвигателя		
		15	Установить крышку электродвигателя (2 шт.) на корпус электродвигателя при помощи 4 болтов		
		16	Взять маховик ВАЗ-2110		
		17	Осмотреть маховик ВАЗ-2110		
		18	Взять переходник и винт М6×14 (3 шт.)		
		19	Установить маховик ВАЗ-2110 на доработанный вал электродвигателя при помощи переходника и закрепить при помощи винтов М6×14 (3 шт.)		
Общая сборка					
010	Сборочная	1	Поднять при помощи тельфера раму стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей	Тельфер, стропы, набор ключей, гайковерт, электрическая дрель, углошлифовальная	66,7

Продолжение таблицы 5

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время мин.
		2	Осмотреть раму стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей	машина	
		3	Взять анкерный болт М16		
		4	Установить раму стенда на предполагаемое место при помощи анкерных болтов М16 (8 шт.)		
		5	Взять базовую плиту		
		6	Установить базовую плиту на раму стенда		
		7	Поднять при помощи тельфера задний мост от автомобиля ГАЗель		
		8	Осмотреть задний мост от автомобиля ГАЗель		
		9	Закрепить на заднем мосту от автомобиля ГАЗель проставки		
		10	Установить на задний мост от автомобиля ГАЗель на штатные места крепления барабаны – ролики (2 шт.)		
		11	Установить задний мост от автомобиля ГАЗель с проставками на раме стенда при помощи болтов		
		12	Взять блок маховых масс в сборе		
		13	Осмотреть блок маховых масс в сборе		
		14	Установить блок маховых масс в сборе на стенд при помощи болта М14×28 Г (4 шт.), шайбы 14 (4 шт.), шайбы 14Н (4 шт.)		
		15	Взять полумуфту в сборе		

Продолжение таблицы 5

№ операции	Операция	№ позиции	Содержание операций, переходов	Приспособление, оборудование, инструмент	Время, мин.
		16	Осмотреть полумуфту в сборе		
		17	Установить полумуфту в сборе на вал блока маховых масс при помощи винта М6×14		
		18	Соединить полумуфту с задним мостом от автомобиля ГАЗель		
015	Регулировочная	1	Выполнить настройку стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей	Набор ключей	84
		2	Выполнить испытание стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей		

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический раздел» выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для определения тяговых качеств 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» [7].

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

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

В зарубежных компаниях, использующих системы и программное обеспечение для оценки подрядчиков, а также для отслеживания и мониторинга безопасности сотрудников и подрядчиков еще до того, как они выйдут на объект, могут увидеть сокращение числа инцидентов, связанных с

безопасностью, на 50% по сравнению со средними показателями Бюро трудовой статистики.

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

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

Для повышения осведомленности общественности необходимо повсеместно продвигать нормы безопасности, что само по себе создает осведомленность и дисциплину в обществе.

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;
- достижение более высокой производительности труда среди сотрудников, путем обеспечения безопасной и надежной среды;
- 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;
- сохранение и помощь здоровью и благополучию сотрудников или рабочих;
 - 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 проверки тяговых качеств легкового автомобиля на стенде

Для описания конструктивно-технологической и организационно-технической характеристики технологического процесса проверки тяговых качеств легкового автомобиля составлен паспорт (таблица 6).

Таблица 6 – Технологический паспорт технологического процесса проверки тяговых качеств легкового автомобиля на стенде

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Проверка тяговых качеств легкового автомобиля на стенде	1 Подготовка автомобиля к испытанию. 2 Подготовка стенда тяговых качеств к испытанию. 3 Установка автомобиля ведущими колесами на стенд тяговых качеств. 4 Фиксация ведомых колес. 5 Проведение испытания. 6 Окончание испытаний. 7 Снятие автомобиля со стенда	Слесарь по ремонту автомобилей 6 разряда	Стенд для проверки тяговых качеств легковых автомобилей, 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 часто используется термин «оценка риска», который включает в себя следующие этапы:

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

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при технологическом процессе проверки тяговых качеств легкового автомобиля на стенде представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
1 Подготовка автомобиля к испытанию.	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Стенд тяговых качеств
2 Подготовка стенда тяговых качеств к испытанию.		
3 Установка автомобиля ведущими колесами на стенд тяговых качеств.	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля, технологического оборудования	Детали и агрегаты стенда тяговых качеств, поверхности автомобиля
4 Фиксация ведомых колес.		
5 Проведение испытания.		
6 Окончание испытаний.	Повышенный уровень шума	Стенд тяговых качеств, технологическое оборудование
7 Снятие автомобиля со стенда		

Продолжение таблицы 7

Выполняемая работа	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
	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

«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» [27].

«Основные мероприятия:

- а) проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и ВПФ и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:

- 1) информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
 - 2) разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - 3) установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда»[21].
- б) «обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
- в) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- г) 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;
- д) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;
- е) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;

ж) 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» [26].

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: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецовбувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [27]
«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: – 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 (спецовбувь, 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» [27].
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – 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	– 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» [12].</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 (психологического пресыщения, скуки, сонливости, апатии) 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» [12]. – «отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования» [12]. – «усложнение обязанностей в процессе дежурства, а именно выполнение дополнительных задач по изучению техники, ведение записей в журнале; – выбор компромиссной продолжительности 	

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"> – 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» [12]. 	

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» [21]

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» [20].

«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» [12].

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 проверки тяговых качеств легкового автомобиля на стенде представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе проверки тяговых качеств легкового 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» [28]

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса проверки тяговых качеств легкового автомобиля на стенде

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при технологическом процессе проверки тяговых качеств легкового автомобиля на стенде и сведем их в таблицу 11.

Таблица 11 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Проверка тяговых качеств легкового автомобиля на 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)» [29].

«Выполним разработку экологических факторов, возникающих при технологическом процессе проверки тяговых качеств легкового автомобиля на стенде:

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

сжигаются, отработанное масло собирается и перерабатывается» [10].

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан Технологический паспорт технологического процесса проверки тяговых качеств легкового автомобиля на стенде (таблица 6);
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе проверки тяговых качеств легкового автомобиля на стенде (таблица 7) и определены методы и средства их снижения (таблица 8);
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе проверки тяговых качеств легкового автомобиля на стенде (таблицы 9, 10);
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при технологическом процессе проверки тяговых качеств легкового автомобиля на стенде и разработаны мероприятия по их снижению (таблица 11).

6 Экономическая эффективность проекта

«Для определения финансовых затрат на разработку конструкции стенда для определения тяговых качеств автомобиля воспользуемся формулой:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (20)$$

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:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (21)$$

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:

$$C_{о.д} = C_{п.р.н} + C_M, \quad (22)$$

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.» [25].

«Зарботную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{п.р.} = t \cdot C_ч \cdot k_t, \quad (23)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей, блок маховых масс – 1 шт., барабан в сборе – 2 шт., платформа– 2 шт., узел фиксации ведомых колес – 2 шт.; трудоёмкость на изготовление деталей: блок маховых масс – 4 чел.-ч., барабан в сборе – 1,7 чел.-ч., платформа– 1,2 чел.-ч., узел фиксации ведомых колес – 0,9 чел.-ч.

$C_ч$ – часовая ставка рабочих, по среднему разряду, р./ч;

k_t – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем равным 1,030» [23].

$$t = (1 \cdot t_{\text{блок маховых масс}} + 2 \cdot t_{\text{барабан}} + 2 \cdot t_{\text{платформа}} + 2 \cdot t_{\text{узел фиксации колес}}),$$

$$t = 1 \cdot 4 + 2 \cdot 1,7 + 2 \cdot 1,2 + 2 \cdot 0,9 = 11,6 \text{ чел.-ч.}$$

«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» [12].

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

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

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_{Д} = (5 \dots 12) \cdot C_{IP} / 100, \quad (24)$$

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

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{соц} = 30 \cdot (C_{IP} + C_{Д}) / 100, \quad (25)$$

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

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

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:

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (26)$$

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

Q_3 – масса заготовки, кг» [23].

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.
Блок маховых масс	Сталь 40	1	368	76,2	28041,6
Барaban в сборе	Сталь 40	2	100	76,2	7620
Платформа	Сталь 40	2	54	76,2	4114,8
Узел фиксации ведомых колес	Ст3	2	3	72,4	217,2
Итого:	–	–	–	–	39993,6

$$C_M = 28041,6 + 7620 + 4114,8 + 217,2 = 39993,6 \text{ р.}$$

$$C_{OD} = 2521,67 + 39993,6 = 42515,27 \text{ р.}$$

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

$$C_{CB.П} = C_{CB} + C_{Д.СБ} + C_{СОЦ.СБ}, \quad (27)$$

где C_{CB} – 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:

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{д.сб} \cdot k_t, \quad (28)$$

где $T_{сб}$ – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-ч» [23].

«Значение определяем по формуле:

$$T_{сб} = k_c \cdot \Sigma t_{сб}, \quad (29)$$

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

k_c – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [25].

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

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

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

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

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

$$C_{соц.сб} = 0,3 \cdot (1900,22 + 190,02) = 627,07 \text{ р.}$$

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

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:

$$C_{OH} = \frac{(C_{PP}' \cdot R_{OH})}{100}, \quad (30)$$

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

R_{OH} – процент общепроизводственных накладных расходов, %» [26].

$$C_{PP}' = (C_{PP} + C_{CB}). \quad (31)$$

Подставив числовые значения в формулы (30, 31) 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: задний мост ГАЗели – 1 шт., полумуфта – 1 шт., маховик ВАЗ –

1 шт., а также метизы. Перечень покупных деталей представлен в таблице 16 [29].

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

Значение	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Задний мост ГАЗель	1	25600	25600
Полумуфта	1	4600	4600
Маховик ВАЗ	1	3000	3000
Датчик оборотов	1	2700	2700
Болт	30	3	90
Гайка	65	2,9	188,5
Шайба	70	2	140
Грунт-эмаль	1	1100	1100
Краска акриловая по металлу	1	2690	2690
Итого:			40108,5

$$C_{\text{ИД}} = 25600 + 4600 + 300 + 2700 + 90 + 188,5 + 140 + 1100 + 2690 = 40108,5 \text{ р.}$$

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

$$C_{\text{КОН}} = 12312 + 42515,27 + 2717,32 + 549,54 + 40108,5 = 98202,63 \text{ р.}$$

Таблица 17 – Затраты на изготовление конструкции

Значение	Сумма, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	12312
Затраты на изготовление оригинальных деталей	42515,27
Затраты на сборку	2717,32
Общепроизводственные накладные расходы	549,54
Стоимость покупных изделий (деталей)	40108,5
Итого:	98202,63

Общие затраты на изготовление конструкции стенда для определения тяговых качеств автомобиля равны 98202,63 р.

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

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{пр} - C_{кон}, \quad (32)$$

где $C_{пр}$ – стоимость прототипа, р. [25];

$$\mathcal{E}_Г = 1100000 - 98202,63 = 1001797,37 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{ок} = \frac{C_{кон}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (33)$$

$$O_{ок} = \frac{98202,63}{1001797,37} = 0,09 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{эф} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{кон} \quad (34)$$

$$\mathcal{E}_{эф} = 1001797,37 - 0,15 \cdot 98202,63 = 987066,97 \text{ р.}$$

В таблице 18 представлены основные показатели проекта.

Таблица 18 – Основные показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	р.	1100000	98202,63
Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции	р.	–	1001797,37
Экономический эффект	р.	–	987066,97
Срок окупаемости	год	–	0,09

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность разработки стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей с экономической стороны. Стоимость разработки стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей составляет 98202,63 р., срок окупаемости равен 0,09 года, что является допустимым для данной конструкции.

Разработанная конструкция стенда для проверки тяговых качеств легковых автомобилей может использоваться в коммерческих целях как в небольших СТО, так и на АТП, БЦТО.

Заключение

В данном дипломном проекте была разработана конструкция стенда для определения тяговых качеств автомобиля.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- рассмотрены популярные модели стендов для проверки мощностных характеристик;
- 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 определения тяговых качеств автомобиля. Выполнены конструкторские расчеты основных элементов стенда (барabanов, маховых масс, упругой муфты). Разработанный стенд прост по конструкции и обеспечивает испытание тяговых качеств автомобиля в соответствии с необходимыми требованиями;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки стенда для определения тяговых качеств автомобиля;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена эффективность разработки стенда для определения тяговых качеств автомобиля с экономической стороны. Стоимость изготовления составляет 98202,63 р., что значительно дешевле вариантов стендов для определения тяговых качеств автомобиля представленных на рынке.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Автотранспортные средства. Основы конструирования : учебное пособие / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева», [Институт информационных технологий, машиностроения и автотранспорта] ; составители А. В. Буянкин, В. Г. Ромашко. - Кемерово : КузГТУ, 2021. - 203 с.

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

3 Блинов Е. И. Автомобиль и трактор: энергетика сложных механических систем [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Е. И. Блинов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования Московский гос. ун-т приборостроения и информатики. - Москва : МГУПИ, 2014. - 113 с.

4 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.

5 Виноградов В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.00.00 "Техника и технологии наземного транспорта", 20.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" (квалификация специалист) / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, В. Ф. Солдатов. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. - 344, [1] с.

6 Войнаш А. С. Конструкция, теория и расчет малогабаритных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. С. Войнаш, С. А. Войнаш, Т. А. Жарикова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова", Рубцовский индустриальный институт. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. - 132 с.

7 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.

8 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.

9 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.

10 Губарев А. В. Конструирование и расчет наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. В. Губарев, А. Г. Уланов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Колесные, гусеничные машины и автомобили". - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. - 564, [1] 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 Ковальчук Л. И. Динамика и основы конструирования автомобильных двигателей [Текст] : учебное пособие по курсовому проектированию для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профилей подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство» и «Автомобильный сервис» всех форм обучения / Л. И. Ковальчук ; Федеральное агентство по рыболовству, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Калининградский государственный технический университет", Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота. - Калининград : Изд-во БГАРФ, 2018. - 123 с.

13 Конструирование и эксплуатация транспортно-технологических машин [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по

специальности «Наземные транспортно-технологические средства» / [А. Ю. Барыкин, Р. М. Галиев, А. Т. Кулаков и др.] ; Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2016. - 176 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 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.

16 Носов С. В. Конструкции наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие / С. В. Носов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2016. - 21 см.

17 Огороднов С. М. Конструкция автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы" и специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / С. М. Огороднов, Л. Н. Орлов, В. Н. Кравец ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева". - Нижний Новгород : Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, 2017. - 284, [1] с.

18 Потапов С. И. Электрооборудование автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" / С. И. Потапов, Е. А. Чашин ; Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Ковровская гос. технологическая акад. им. В. А. Дегтярева". - Ковров : КГТА им. В. А. Дегтярева, 2014. - 87 с.

19 Русинов А. В. Основы дизайна в машиностроении : учебное пособие для студентов обучающихся в высших учебных учреждениях по направлению подготовки "Наземные транспортно-технологические комплексы" и специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Русинов А. В. ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова". - Саратов : ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. - 101 с.

20 Савкин А. Н. Основы расчетов на прочность и жесткость типовых элементов транспортных средств [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190109 "Наземные транспортно-технологические средства" / А. Н. Савкин, В. И. Водопьянов, О. В. Кондратьев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Волгоградский гос. технический ун-т. - Волгоград : ВолгГТУ, 2014. - 211 с.

21 Ступина Т. В. English for transport engineers = Английский язык для студентов автотранспортных специальностей : учебник для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Наземные транспортно-технологические комплексы", "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", "Наземные транспортно-технологические средства" / Т. В. Ступина, Г. В. Гришина. - Красноярск : СФУ, 2019. - 191 с.

22 Фиала И. Внедорожные автомобили : иллюстрированная энциклопедия / Иржи Фиала ; [пер. с чеш. яз. И. Ф. Нафтульев]. - Москва : Лабиринт Пресс, 2006. - 303, [1] с.

23 Черепанов Л. А. Наземные транспортно-технологические средства. Выполнение дипломного проекта : электронное учебно-методическое пособие / Л. А. Черепанов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения. - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2021. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

24 Шубин А. А. Разработка технологического процесса изготовления детали [Текст] : учебное пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине "Технология производства наземных транспортно-технологических средств" / А. А. Шубин ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Калужский филиал. - Калуга : Манускрипт, cop. 2018. - 65 с.

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

26 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.

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

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

29 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.

Приложение А
Спецификация

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание
<i>Документация</i>				
A4	22.ДП.ПЭА.202.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
A1	22.ДП.ПЭА.202.61.00.000.СБ	Сборочный чертёж	3	
<i>Сборочные единицы</i>				
1	22.ДП.ПЭА.202.61.01.000	Рама	1	
2	22.ДП.ПЭА.202.61.02.000	Блок маховых масс	1	
3	22.ДП.ПЭА.202.61.03.000	Барабан в сборе	2	
4	22.ДП.ПЭА.202.61.04.000	Платформа	2	
5	22.ДП.ПЭА.202.61.05.000	Полумуфта в сборе	1	
6	22.ДП.ПЭА.202.61.06.000	Крышка большая	1	
7	22.ДП.ПЭА.202.61.07.000	Крышка малая	1	
8	22.ДП.ПЭА.202.61.08.000	Узел фиксации ведомых колес	2	
<i>Детали</i>				
10	22.ДП.ПЭА.202.61.00.010	Переходник	1	
11	22.ДП.ПЭА.202.61.00.011	Ручник	4	
12	22.ДП.ПЭА.202.61.00.012	Втулка	8	
13	122.ДП.ПЭА.202.61.00.013	Швеллер	1	
<i>Стандартные изделия</i>				
15		Болт М10х38 ГОСТ 7798-70	4	
16		Болт М14х28 ГОСТ 7798-70	4	
17		Винт М6х14 ГОСТ 1485-84	3	
22.ДП.ПЭА.202.61.00.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Резаев			
Проб.	Чгарова			
Н.контр.	Чгарова			
Утв.	Байрабовский			
Стенд для определения тяговых качеств легковых автомобилей			Лит	Лист
			1	2
			ТГУ, ИМ, гр. АТС-1701z	
<i>Копировал</i>			<i>Формат А4</i>	

Рисунок А.1 – Спецификация на стенд для проверки тяговых качеств легковых автомобилей

