

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 стенда для испытаний амортизаторов автомобилей

Студент:

Д.Д. Поздеев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель:

канд. пед. наук, доцент Л.А. Угарова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты:

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

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. экон. наук О.М. Сярдова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Важнейшими элементами подвесок автомобиля являются амортизаторы. Они препятствуют развитию колебаний автомобиля, возникающих при наезде колес на неровности дороги. При неисправных амортизаторах нарушается требуемый контакт колеса с дорогой, что влияет на безопасность движения.

Цель данного дипломного проекта является разработка универсальной и малогабаритной конструкции для испытаний амортизаторов автомобилей, и возможность использования лабораторной установки для обучения студентов.

Актуальность данного вопроса очень востребована, так как подвеске автомобиля приковано огромное внимание, особенно амортизаторам транспортных средств, поэтому разрабатываемый проект является важным на сегодняшний день. В дипломной работе, были рассмотрены аналоги уже распространенных и выпускающихся в серийном производстве конструкций стендов для проверки и испытаний гасящих элементов подвески автомобиля. Исходя из анализа, можем выделить ряд распространенных проблем, что дает возможность понять очевидность и своевременность этой работы. По проведенному анализу был спроектирован стенд для испытаний и проверки амортизаторов автомобиля. Благодаря своим техническим возможностям и параметрам, наилучшее применение конструкции в автомобильных комплексах и на СТО, а также в качестве обучения и получения профессиональных навыков студентов. Использование практических навыков при работе на стенде поможет в дальнейшем повысить необходимый уровень знаний при изучении важных преподаваемых дисциплин как «Теория автомобиля», «Теория автоматического управления».

Дипломный проект содержит 10 листов формата А1, 23 таблицы, 74 страницы пояснительной записки, которые включают в себя 7 разделов, введение, заключение, а также список источников и приложения.

Abstract

The most important elements of car suspensions are shock absorbers. They prevent the development of car vibrations that occur when the wheels hit the roughness of the road. With faulty shock absorbers, the required contact of the wheel with the road is disrupted, which affects traffic safety.

The purpose of this diploma project is to develop a universal and small-sized design for testing shock absorbers of cars, and the possibility of using a laboratory installation for teaching students.

The relevance of this issue is very much in demand, since the suspension of the car attracts a lot of attention, especially to the shock absorbers of vehicles, so the project being developed is important today.

In the thesis, the analogues of the already common and mass-produced designs of stands for checking and testing the damping elements of the car suspension were considered. Based on the analysis, we can identify a number of common problems, which makes it possible to understand the evidence and timeliness of this work. Based on the analysis carried out, a stand was designed for testing and checking the shock absorbers of the car. Due to its technical capabilities and parameters, the best use of the design in automotive complexes and service stations, as well as as training and obtaining professional skills of students. The use of practical skills when working at the stand will help to further increase the necessary level of knowledge in the study of important disciplines taught as "Car Theory", "Theory of automatic control".

The graduation project contains 10 sheets of A1 format, 23 tables, 74 pages of an explanatory note, which include 7 sections, an introduction, a conclusion, as well as a list of sources and appendices.

Содержание

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 6 |
| 1 Состояние вопроса | 8 |
| 1.1 Двухтрубный масляный амортизатор | 11 |
| 1.2 Однотрубный газовый..... | 12 |
| 1.3 Двухтрубный газовый | 13 |
| 1.4 Газовый с выносной камерой..... | 14 |
| 2 Патентный анализ аналогов..... | 15 |
| 2.1 Стенд для проверки амортизаторов МАНА MSD 3000..... | 15 |
| 2.2 Стенд для проверки амортизаторов SA 640 | 17 |
| 2.3 Стенд для испытаний амортизаторов FWT 2010E PC SET CARTEC | 17 |
| 3 Конструкторская часть..... | 20 |
| 3.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для | 20 |
| испытаний амортизаторов автомобилей | 20 |
| 3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для | 23 |
| испытания амортизаторов автомобилей | 23 |
| 4 Тяговый расчет | 28 |
| 4.1. Подготовка необходимых данных для тягового расчета | 28 |
| 4.2 Расчет передаточного числа главной передачи | 31 |
| 4.3 Расчет внешней скоростной характеристики..... | 31 |
| 4.4 Определение передаточного числа коробки передач..... | 34 |
| 4.5 Тяговый баланс автомобиля | 36 |
| 4.7 Разгон автомобиля..... | 39 |
| 4.8 Время и путь разгона автомобиля | 44 |
| 4.9 Мощностной баланс автомобиля..... | 49 |
| 4.10 Топливо-экономическая характеристика | 50 |
| 5 Технологический раздел | 52 |
| 6 Экономическая эффективность проекта | 57 |
| 7 Производственная и экологическая безопасность стенда для испытаний | 66 |
| амортизаторов автомобилей | 66 |

| | |
|---|-----------|
| 7.1 Требования безопасности на участке изготовления лабораторной установки экспериментального производства..... | 66 |
| 7.2 Меры требований безопасности, во время проведения работ на экспериментальном участке | 66 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 70 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ | 71 |

Введение

«В современном мире значительную роль играют рыночные условия, где уделяется особое внимание росту и развитию автомобильных комплексов и, к примеру, ремонту и техническому обслуживанию автомобильного транспорта.

Распоряжением Правительства РФ от 22.11.2008 № 1734-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации» утверждена Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года, согласно которой, экономическая стратегия Правительства Российской Федерации определяет транспортную систему России как важнейшую составную часть производственной инфраструктуры, а ее развитие – как мощный стимул инновационного развития страны в целом» [1].

«Автомобильный рынок России постоянно насыщается автомобилями отечественного и зарубежного производства. Согласно данным аудиторской компании «ПрайсвотерхаусКуперс Аудит» в 2018 г., продажи новых легковых автомобилей в России достигли 1 669 тыс. шт., увеличившись на 13% по сравнению с прошлым годом, когда было продано 1 475 тыс. шт.

Постепенный рост доходов, упрощение условий кредитования, различные государственные программы, такие как «Первый автомобиль», «Семейный автомобиль», субсидирование части стоимости техники, работающей на газомоторном топливе повышают возможность населения приобретать собственный автомобиль» [2].

«В 2019 г. продажи новых легковых автомобилей в России могут вырасти на 0,5% и достигнуть 1,68 млн. шт. в оптимистическом сценарии. В базовом сценарии ожидается снижение продаж на уровне 2% и достигнуть 1,64млн. шт.

Каждому автомобилю требуется техническое обслуживание, связанное, прежде всего с условиями эксплуатации транспортного средства, техническим состоянием автомобильных дорог, дорожно-транспортными

происшествиями, необходимостью сезонного обслуживания автомобилей» [3].

«Выполнение своевременного и качественного техобслуживания, ремонта и правильная эксплуатация автомобиля в совокупности являются факторами, гарантирующими сохранение работоспособного состояния автомобиля в процессе его эксплуатации.

Использование технологического оборудования в процессах технического обслуживания и ремонта повышает качество, производительность выполняемых работ и безопасность труда персонала, уменьшает расходы на поддержание парка автомобилей в технически исправном состоянии» [4].

«Разнообразие конструкций узлов и агрегатов отечественных и зарубежных автомобилей требует разнообразное технологическое оборудование, применяемое для технического обслуживания автомобилей. На данный момент рынок технологического оборудования представлен, в основной своей массе моделями зарубежного производства, имеющих значительную стоимость.

Целью ВКР является разработка стенда для испытания амортизаторов автомобилей. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- рассмотреть конструкции аналогов разрабатываемого стенда;
- разработать техническое задание, техническое предложение на разрабатываемую конструкцию;
- рассмотреть конструктивные особенности разрабатываемого стенда, определить параметры для оценки эксплуатационных характеристик, разработать методические указания по работе на стенде;
- провести расчет экономической эффективности проектируемой конструкции» [5].

1 Состояние вопроса

Амортизатор – является одним из наиболее важных элементов автомобильной подвески, то есть системы подрессоривания, разработанная так, чтобы при езде по неровной дороге смягчать колебания и гасить толчки и удары всех относящихся к ней элементов, а также самого кузова машины. Амортизатор должен обеспечивать плавность движения автомобиля и исключать все возможные его раскачивания. Ведь именно этот знакомый для всех элемент ходовой части автомобиля делает езду на автомобиле наиболее удобной и комфортной. Допустим, если совсем убрать амортизаторы из конструкции автомобиля, то теоретически он сможет передвигаться, но в действительности на нем невозможно будет ездить из-за вертикальной раскачки.

Глядя на появление новых конструкций и разработок, данный элемент подвески остается неизменным. В современном мире существует масса разновидностей деталей, внутри которых содержится газ либо же жидкость. Движение происходит под давлением, как сказано выше, в амортизаторе присутствует вязкая амортизирующая составляющая, то есть масло, которое проходит через отверстия небольшого диаметра. Чем больше создается давление на подвеску, тем сильнее сопротивление. Здесь начинается преобразование кинетической энергии колебаний в энергию тепловую, при многократном сжатии внутренняя часть детали нагревается. После чего, через корпус начинает выводиться тепло в окружающую среду. Таким образом, мы рассмотрели принцип действия амортизаторов.

Устройство современных амортизаторов одинаково и имеют:

- Стальной полый цилиндр (рис 1). Нижняя часть цилиндра надежно заглушена и заполнена газом либо жидкостью. В верхней части герметично закрыт прорезиненным сальником штока, чтобы амортизирующая составляющая (масло) не вышла;

- Шток (рис 1). Является одним из основных элементов, и представляет собой стальной стержень различного диаметра, в зависимости от марки транспорта, он входит в резервуар с амортизирующей жидкостью (масло/газ) и надежно крепится к поршню;

- Поршень (рис 1). Предназначен для сжатия пневматической или гидравлической составляющей и создания определенного давления внутри полости цилиндра;

- Дросселирующий и обратный клапан (рис 1). Дросселирующий срабатывает при сжатии, а обратный – на обратном ходу. Все остальные клапаны располагаются на днище цилиндра. Однотрубные типы амортизаторов имеют в своей полости плавающий клапан, который предназначен для разделения маслянистых и газовых составляющих демпфера.

На рисунке 1 предоставлено устройство амортизатора.

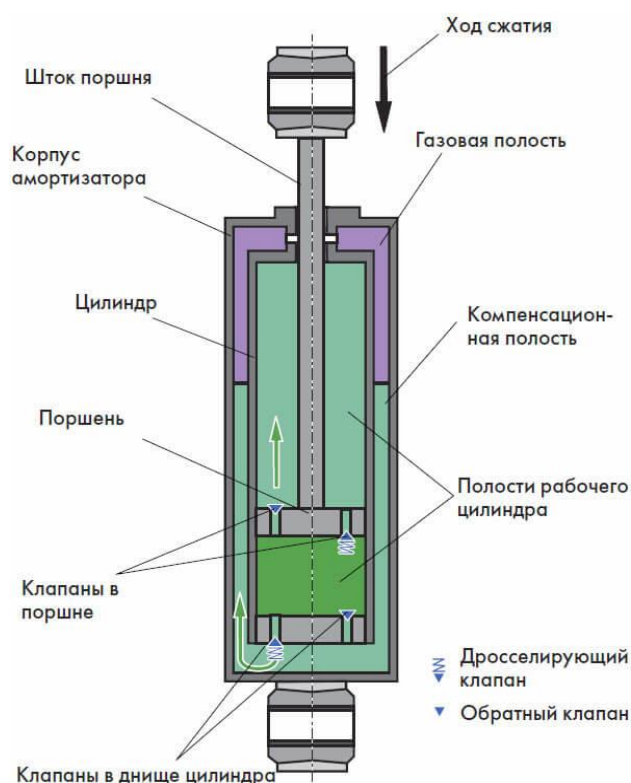


Рисунок 1-Устройство амортизатора

Принцип действия амортизатора

Принцип работы масляных амортизаторов очень простой, происходит преобразование энергии жидкостного трения в тепловую. Шток перемещается вместе с поршнем и тем самым создает давление, что и заставляет масло просачиваться через небольшие клапаны, где и происходит сопротивление его движению. Ограничение хода штока амортизатора совершается при помощи отбойника. На передние амортизаторы приходится достаточно большая нагрузка, поэтому их делают наиболее усиленными по сравнению с задними деталями подвески.

Существует масса различных типов амортизаторов, которые мы сейчас и рассмотрим, но одним из наиболее распространенных является гидравлический.

Можно выделить 4 основных категории типов амортизаторов:

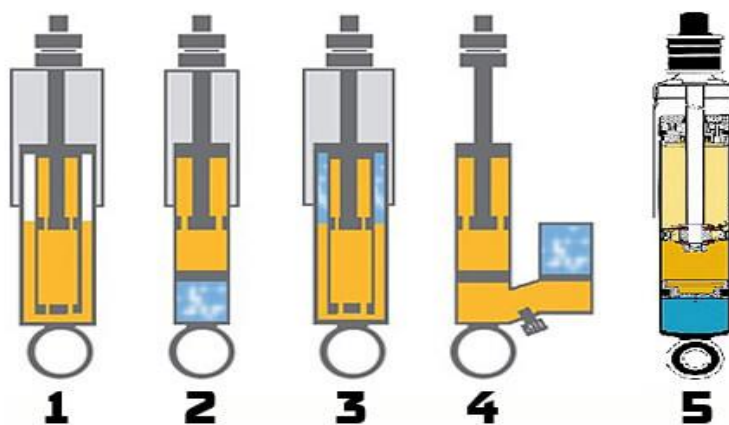
- гидравлические двухтрубные, они же жидкостные (рис 2);
- гидропневматические (газово-масляные) (рис 2);
- однотрубные (рис 2);
- однотрубные с выносной компенсационной камерой (рис 2).

Теперь рассмотрим видовые признаки амортизаторов:

- по конструктивным особенностям: однотрубные и двухтрубные;
- с учетом наполнения: масляные и газово-масляные;
- с помощью возможностей электронного блока управления «эбу»: адаптивные (регулируемые) и пневматические.

Стоит понять, что рассмотренные виды подразделяются условно. Модели сочетают в себе два и более видовых признака.

На рисунке 2 представлены основные виды амортизаторов:



1 - Двухтрубный масляный, 2 - Однотрубный газовый, 3- Двухтрубный газовый,
4 - Газовый с выносной камерой, 5 - Газомаслянный

Рисунок 2-Основные виды амортизаторов

1.1 Двухтрубный масляный амортизатор

Одним из наиболее бюджетных вариантов является данный вид демпферов. В корпусе детали расположен рабочий цилиндр, который используется в качестве резервуара для жидкости. К штоку присоединяется поршень, он размещен прямо в рабочем цилиндре.

Главным недостатком данного типа амортизатора является его перегрев, который возникает при превращении колебаний пружины в тепловую энергию.

Достоинства:

- Основным достоинством является надежность данной конструкции, и его характеристики, представленные в амортизаторе, они применяются в большом производстве транспортных средств;
- Возможна установка амортизатора внутри пружины т.к. в конструкции нет выступающих деталей;
- Простота изготовления, и так же относительно низкие требования к его качеству;

- При утечки масла амортизатор будет еще полноценно работать в течении нескольких лет, но это повлияет на охлаждение (начнет перегреваться и пениться).

Недостатки:

- Одним из главных недостатков при больших нагрузках в рабочей полости жидкость амортизатора начинает пениться (о чем упоминалось выше), что не дает полноценно охлаждаться. При всем этом начинают теряться основные характеристики и ухудшается управляемость транспорта, как часто можно услышать в простонародье «заваливается на поворотах». Но можно и избежать такой проблемы частично, если увеличить диаметр корпуса амортизатора, так как увеличиваются колеблющиеся свойства, это приводит к уменьшению рабочего давления и тем самым снижается температура;

- Из-за высоких скоростей транспортного средства, амортизатор срабатывает не сразу, тем самым управляемость автомобиля ухудшается;

- Необходимо проверять (диагностировать) данный элемент, так как из-за конструкции естественный износ, который ухудшает характеристики детали, проходит незаметно и плавно от глаз автовладельца;

- Транспортировать и хранить амортизаторы, следует строго в вертикальном положении.

1.2 Однотрубный газовый

В действительности, можно считать однотрубные амортизаторы по праву «самыми газовыми», но все же, даже в этой конструкции все равно присутствует масло.

Да конечно, у данной детали конструкция немного иная и масло с газом никаким образом не соприкасаются. Основные составные части однотрубного газового амортизатора являются следующие компоненты: корпус, шток с поршнем (соединен со штоком). В поршне имеются два клапана, один из которых предназначен для прямого хода, а другой для

обратного. Также присутствует поплавок-поршень, который предотвращает масло от газообразного наполнения.

Достоинства:

- Благодаря конструкции исключается вспенивание жидкости внутри амортизатора, это значит, он не потеряет качества демпфирования, не «сдуется» даже при продолжительной активной работе;

- Однотрубный амортизатор лучше охлаждается, а значит – не перегреется. Что, опять же, важно для сохранения характеристик работы.

Недостатки:

- Главный минус такой конструкции – ее меньшая защищенность, в сравнении с двухтрубными амортизаторами;

- Однотрубные амортизаторы воспринимаются как более «жесткие», особенно на мелких неровностях. Зато энергоемкость таких демпферов намного выше. В среднем, однотрубники выбирают не для комфорта, обычно это техническое решение для лучшей управляемости;

- Однотрубные амортизаторы, в рамках одного бренда, будут стоить дороже. Однотрубная конструкция требует других комплектующих, чья себестоимость выше.

1.3 Двухтрубный газовый

Отличаются от однотрубных газовых амортизаторов тем, что в них применяются два цилиндра, где один цилиндр находится в другом. Внешний цилиндр частично заполняется воздухом и применяется как ёмкость для компенсации (туда стекает жидкость, которую выталкивает шток), а внутренний цилиндр содержит в себе масло и поршень.

Достоинства:

- Огромным плюсом такого типа устройства является его небольшая стоимость, так же данная стойка показывает хорошие результаты в стандартных условиях его применения и имеет хороший срок службы, что немало важно.

Недостатки:

- Главный минус данного амортизатора в том, что по прежнему происходит нагрев жидкости из-за толстых стенок. Из-за этого масло все так же вспенивается;

- Еще присутствует недостаток, так называемый эффект, в котором образуются воздушные пузырьки, они негативно влияют на металлические стенки цилиндра и других деталей амортизатора.

1.4 Газовый с выносной камерой

У данных видов амортизаторов применяется, такая же конструкция как и однотрубных, просто немного модернизированные. Грубо говоря, компенсационная камера является емкостью, которая наполняется газом, так называемый газовый подпор, выносится она на корпус самого амортизатора. Что позволяет значительно увеличить объем жидкости и газа в системе, и к тому же размеры самой стойки не увеличиваются.

Достоинства:

- Стабильный температурный баланс, охлаждение происходит намного эффективнее;

- Рабочий ход элементов увеличился;

- Появилась возможность регулирования системы клапанов, его устанавливают между компенсационной камерой и рабочим цилиндром, потому что именно здесь перетекает масло. При помощи такой системы появляется возможность регулировки (многодиапазонной).

Недостатки:

- Такие амортизаторы требуют большего ухода;

- Высокая стоимость.

Выводы по разделу: исходя из перечисленных типов амортизаторов, можем сделать вывод, что данная тема очень актуальная и требует особый подход к испытаниям и проверкам элементам подвески автомобилей.

2 Патентный анализ аналогов

Основным предназначением стенда для испытаний амортизаторов автомобилей является проверка работоспособности, наблюдение за состоянием и нахождение внешних изменений под действием прилагаемых сил на рабочую поверхность. Улучшение оценки тактико-технических характеристик стоек при колебаниях и процесс гашения при езде на транспорте.

Различают несколько типов стендов для исследования на износ и выявления дефектов испытываемых деталей упругих элементов подвески, с некоторыми отличиями, такими как: кинематическая цепь работы, система определения нагрузок, интерфейс блока управления и так далее.

2.1 Стенд для проверки амортизаторов МАНА MSD 3000

Основные характеристики стенда:

- Систематическая проверка автомобиля происходит просто и быстро;
- Оценивание основывается на коэффициенте Лерше, демпфирования;
- Когда обе площадки стенда загружены происходит автоматический запуск;
- Режим диагностирования является автоматическим;
- Определение веса автомобиля и его оси измеряется автоматически;
- Присутствует режим для нахождения частотных шумов;

Гарантия простой работы на данном станке очевидна, так как использованы автоматические циклы измерений. Клиент получает данные в виде распечатанного формуляра в которой указывается время, дата и расположение компании, и измеренные величины. Кроме того, программное обеспечение создает проверку очень простую. Есть возможность сравнения и получение данных с прошедшими результатами.

Основные преимущества стенда для проверки амортизаторов МАНА MSD 3000:

- Простота в использовании из-за автоматической процедуры измерения;
- В ходе загрузки обеих платформ происходит автоматическое измерение;
- Максимальная амплитуда колебаний происходит когда частота доходит до 10 Гц (электромоторы раскачивают платформы до такого состояния), после чего происходит частотно управляемый процесс затухания колебаний;
- На экране с указателями верх/вниз изображены результаты графически;
- Распечатанная бумага, на которой отображены дата, время, место компании, и ее график;

Станок приведен к работе для частотного поиска шумов.

В таблице 1- представлены тактико-технические характеристики.

Таблица 1 – Тактико-технические характеристики стенда для испытания амортизаторов МАНА MSD 3000

| | |
|---|--|
| Название агрегата | MSD 3000 |
| Максимальная нагрузка на раму | 2.2 т |
| Максимальная масса транспорта при проезде через стенд | 2.5 т / 13 т (опция) |
| Электрический привод | (2 х) 1.1 кВт |
| Возбуждающие колебания (амплитуда) | 6.5 мм |
| Возбуждающие колебания (частота) | 2 - 10 Гц |
| Максимальный подъем платформы | прим.70 мм |
| Размер колеи по ширине | от 800 мм до 2200 мм |
| Фактор демпфирования и его пределы | 0,02 – 0,3 (безразмерный) |
| Электрическое напряжение / Защита от напряжения | 220 В, 1 фаза, 50/60 Гц / 16 А |
| Результат измерений | автоматически, при нагрузке более 60 кг (регулируемый) |
| Точность результатов испытаний | 4 % от окончательного объема 4% отношение между верхним и нижним сторонам |
| Размеры стенда (Д х Ш х В) | 2323 х 808 х 281 мм |
| Размеры стенда в упакованном виде (Д х Ш х В) | 2405 х 1005 х 710 мм |
| Масса стенда в сборе | Не более 663 кг |
| Управляемость | Коммуникационный пульт 3300 |
| Цена | 785 950 р. |

2.2 Стенд для проверки амортизаторов SA 640

В таблице 2 рассмотрим характеристики стенда.

Таблица 2 – Основные характеристики стенда SA 640

| | |
|--|---|
| Название модели | EUSAMA |
| Диапазон измерения | 0-38 Гц, 0-100% пятно контакта протектора с дорогой |
| Двигатели | 2x2,5 кВт |
| Максимальная масса на ось | макс. 1,5 т |
| Вибро-платформы амплитуда которых влево и вправо имеет эксцентриковый привод | 14 мм |
| Цена | 278 835 р. |

2.3 Стенд для испытаний амортизаторов FWT 2010E PC SET CARTEC

Данный стенд для испытаний амортизаторов является компьютерным и была разработана по методу EUSAMA (производитель CARTEC, Германия). Максимальная масса, прикладываемая на ось до 2,1 т. Так же в агрегат встроили весы.

- Максимальная нагрузка на автомобиль до 2,1 т.;
- Прибор измеряющий массу;
- Информационная стойка;
- Персональный компьютер с данными о клиентах;
- Распечатанные измерения в цветном виде;
- Рабочие части сделаны оцинкованными;
- Измерение производится по принципу EUSAMA;

- Работоспособность и проведенные опыты с подвеской должны определяться в %;

- Полученные результаты представляются в графическом виде;

- В данной разработке не используется база данных;

- При необходимости можно дооснастить диагностическую линию.

В таблице 3 предоставлены характеристики стенда.

Таблица 3 – Основные характеристики стенда FWT 2010E PC SET

| | |
|---------------------------------------|---------------------|
| Название агрегата | Eusama |
| Максимальная нагрузка | 2,1 т |
| Рабочий размер (по ширине) | 808-2205 мм |
| Мощность электродвигателя | 5 кВт |
| Колебания платформ с чистотой | 25 Гц |
| Колебания платформ (амплитуда) | 8 мм |
| Электрическое питание | 480/55 В/Гц |
| Максимальный диапазон температуры | 0-81 град. С |
| Габариты агрегата (ВхШхГ) | 255 x 2352 x 403 мм |
| Габариты электронного дисплея (ВхШхГ) | 305 x 810 x 205 мм |
| Вес конструкции | 338 кг |
| Цена | 349 699 р. |

Рассматриваемый стенд комплектуется:

- Моноблок, который устанавливается по высоте с напольным покрытием;

- Специальное место для установки компьютера и всех электрических элементов;

- Персональный компьютер с цветным принтером;

- Банк данных клиентов размещается в программе;

- Системы питания электричества;

- Зарядное устройство для персонального компьютера (18 м);

- Основная рама являющиеся оцинкованной.

Выводы по разделу: подробно рассмотрев данные стенды, можем сделать вывод, что они созданы для проверки всей ходовой части транспорта и состояния амортизаторов. Эти конструкции являются очень дорогим и габаритным оборудованием.

Поэтому моя разработка является довольно таки актуальной и важной, так как он более прост в конструкции, легко разбирается и транспортируется. Присутствует возможность проверки упругого элемента отдельно от ходовой части машины. И главным преимуществом разрабатываемого стенда - это максимальная низкая стоимость, по сравнению с его аналогами.

3 Конструкторская часть

3.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда для испытаний амортизаторов автомобилей

3.1.1 Область применения

Автомобильные амортизаторы следует своевременно проверять на работоспособность и определять технические параметры, поэтому этот стенд можно отнести к испытательному оборудованию. Производится проверка на усилие сжатия демпфирующего элемента. Тем самым, можно определить работоспособен амортизатор или нет. Применение разрабатываемого стенда очень велико, может использоваться на СТО, автомастерских, крупных предприятиях по производству амортизаторов. Конструкция стенда малогабаритна, удобна в транспортировке и не занимает много места.

3.1.2 Цель и назначение разработки

Основной целью создания разработки конструкции является стенд для проверки амортизаторов автомобилей. Разработка данного стенда является упрощенной конструкцией похожего аналога, ввиду больших габаритов, сложных узлов и элементов, были упрощены компоненты и отдельные запчасти конструкции. Это сделано для того, чтобы при поломке или уборке рабочий самостоятельно смог разобрать нужную часть стенда и устранить поломку. Стоит заострить внимание на том, что из-за упрощения конструкции и деталей стенд для испытаний амортизаторов намного дешевле стоимость установки, по сравнению с аналогами. Так же для разрабатываемого станка будет составлен формуляр по работе и эксплуатации стенда, который необходим для обучения студентов в вузах и начинающих работников автосервисов и СТО.

3.1.3 Технические требования к проектируемому стенду для проверки амортизаторов автомобилей

Стенд для испытаний амортизаторов автомобилей должен:

- быть надежным, экономичным и малогабаритным;
- быть безотказным при работе на нем;
- быть легким в использовании при простоте конструкции;
- при производстве должен быть наиболее технологичным;
- при перевозке или же хранении должен быть работоспособным в течении всего срока;
- быть безопасным и соответствовать пожаро-электронным требованиям.

При разработке и создании станда должны использоваться изделия, которые являются государственными стандартами автомобильные запчасти, крепежные детали и т.д. Более того, в уже используемой конструкции станда должны быть варианты дальнейшей модернизации и улучшения тактико-технических характеристик и свойств.

Безопасность труда и дальнейшая работа станда для испытаний амортизаторов автомобилей обеспечиваются следующими требованиями:

- при работе на разработанном станке, должны предусматриваться фиксаторы или крепления рабочих элементов, для обеспечения безопасности рабочего, конструктивные;

- должно обеспечиваться беспрепятственный доступ к станку (т.е. при выполнении уборок или ремонта), вентиляции, применение шумовых экранов, санитарные и гигиенические условия;

- защита станда от перегрузок, возможность быстрого отключения, стойкость к химическим и механическим воздействиям, электробезопасность;

- должен обеспечиваться комфортной работой, у рабочего должно быть удобное рабочее место, которое не вызывает усталости. Предусмотреть размещение стопорных элементов в доступных местах, эргономичность;

- общий вид конструкции должен создаваться так, чтобы очертания были простыми и строгими, все острые углы и кромки поверхностей, выступающие углы должны иметь скошенные грани, а внешний вид не

должен оказывать раздражение на рабочего и отвлекать его от работы, то есть обладать эстетическими требованиями;

-рабочий должен быть защищен от вредных производственных факторов;

-данная разработка должна обеспечиваться условиями ремонтпригодности (легкость разборки и сборки). При транспортировки и хранении станда, должна быть легкость его разборки и упаковки в специальный ящик, для его хранения.

3.1.4 Рекомендуемая техническая характеристика станда для проверки амортизаторов автомобилей

Рекомендуемая техническая характеристика станда для проверки амортизаторов автомобилей представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Рекомендуемая техническая характеристика станда для испытаний амортизаторов автомобилей

| Параметры | Значение |
|--|--------------------|
| -длина, мм | Не более 350 |
| -ширина, мм | Не более 430 |
| -высота, мм | Не более 1375 |
| Масса, кг | Не более 500 |
| Тип | Стационарный станд |
| Частота вращения электродвигателя, мин | 1310 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 12 |

3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда для испытания амортизаторов автомобилей

3.2.1 Подбор материалов

Для создания конструкции стенда использовались курсы лекций «Проектирование и эксплуатация автомобилей», различных книг по данной теме, а так же материалы разработке агрегата.

3.2.2 Выявление, оценка и общее конструктивное устройство стенда

Глядя на недостатки и преимущества различных аналогов разрабатываемого стенда, и опираясь на требования в техническом задании, можно сделать вывод на следующее компоновочное решение стенда.

Полную или частичную разборку амортизатора проводят для того чтобы определить насколько изношены элементы детали, либо же для устранения поломок. Рабочий должен производить эту операцию в комфортном положении. Для этих работ и подходит разрабатываемый агрегат и помогает выполнить нужные работы при небольших затратах по времени.

Швеллеры, уголки, металлические листы – это те детали из которых, и будет сделано приспособление.

Стенд для проверки и испытаний амортизаторов состоит из сварной рамы. Для закрепления диагностируемого элемента на раме устанавливаются специальные держатели. Так же на корпусе закреплена направляющая, где расположен специальный переходник, к которому крепятся шток амортизатора и шатун коленчатого вала. Направляющая крепится непосредственно к корпусу стенда с помощью сварных соединений. В средней части корпуса расположен электрический двигатель, к которому закрепляется червячный редуктор. Двигатель устанавливается горизонтально таким образом, чтобы закрепленный коленчатый вал, был строго параллелен направляющим, в которых расположен переходник. За счет электродвигателя

передается крутящий момент на коленчатый вал, шатун совершает возвратно-поступательное движение вверх и вниз в зависимости от нужного положения. Для проверки амортизатора используется датчик, измеряющий показания растягивающих и сжимающих сил расположенный перпендикулярно на оси датчика, переходящий в электрический сигнал. Для снятия показаний был выбран тензометрический датчик силы модель EMS20. Данный датчик выбирался исходя из конструктивных параметров, а также из-за доступной ценовой категории. Установка датчика по вертикали производится с помощью шарнирного подвеса (идет в комплекте с датчиком). Одно из главных преимуществ данного датчика является быстрота установки, монтаж и минимальное время запуска. На стенде имеется пульт управления для запуска электродвигателя. При нажатии на кнопку, коленчатый вал будет проворачиваться с определенным ходом, тем самым будет проводиться испытание амортизатора.

Главными распространенными, важнейшими и играющими огромную роль в работе амортизаторов проблемами являются подтеки жидкости и неравномерное распределение нагрузки по осям, влияющих на устранение колебаний.

При проверке на износ и замене на новые детали отдельных элементов, амортизатор на половину или целиком разбирают. Перед тем как разобрать, для начала следует удалить с наружной поверхности грязь, масляные подтеки, промыть водой, обезжирить и протереть сухой тряпкой. На рабочем месте должны соблюдаться условия установленных правил порядка и чистоты, так как это может сказаться на качестве сборки и разборке.

Подтеки жидкости из цилиндра происходят вследствие долгого использования или израсходованного ресурса эксплуатации сальников штока. Чтобы исправить данную проблему необходимо подтянуть гайку цилиндра с приложенной максимальной нагрузкой 240 Н*м , если не удастся устранить дефект, то выполняют неполную разборку амортизатора путем замены старых изношенных сальников на новые.

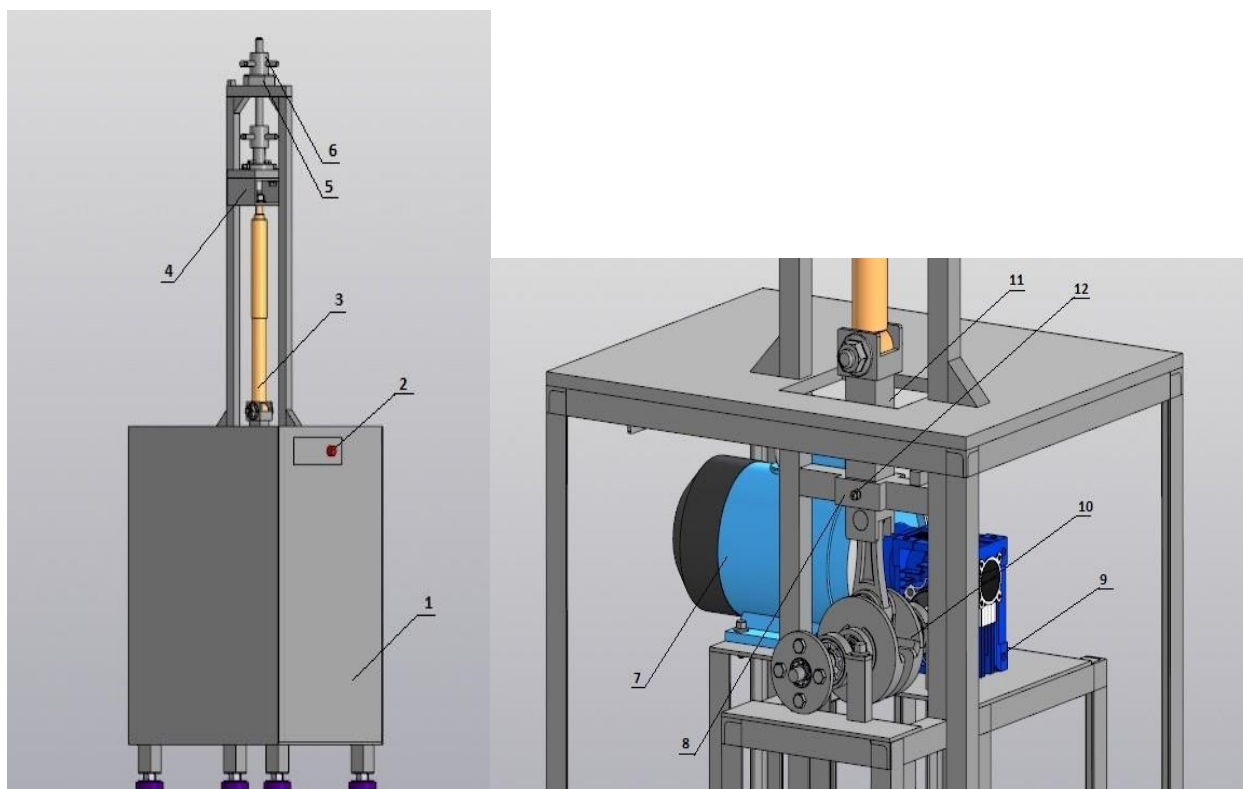
После этого с амортизаторами проводят небольшое испытание с приложением нагрузки и проверки на сопротивление растягивания и сжатия. В целях удобства и надежности нижнюю проушину амортизатора затягивают в тиски и прогоняют некоторое количество раз его за верхнюю часть крепления.

Как узнать, исправен амортизатор или нет? Если при перемещении в обе стороны ход плавный и прикладываемая нагрузка одинакова, следовательно, деталь является исправной. Если этого не случилось, амортизатор требуется разобрать, найти неисправность и устранить её.

При проверке штока и поршня, нужно обратить внимание на полировочные поверхности детали, присутствуют ли задиры. Если имеются трещины на дисках пластинчатых клапанов, их следует заменить на новые.

Веретенное масло, специальная амортизационная смесь, турбинное и трансформаторное масла, являются жидкой составляющей детали (при сборке амортизатор заполняют только свежей амортизаторной жидкостью). При проверке и испытании амортизатора на стенде. Бесшумность работы и установка определенного сопротивления при движении во всех направлениях. В ходе испытаний, полученные результаты должны получиться соответствующими данным технических требований.

На рисунке 3 представлена компоновочная схема стенда для испытаний амортизаторов автомобилей. На данной схеме мы можем, ознакомится с основными элементами разработки, увидеть наиболее важные узлы и примерно понять работу самого станка. Глядя на картинку, можно рассмотреть, как крепится проверяемая деталь, простоту, плотность и надежность закрепления амортизатора в установленных пазах. Если заострить внимание на раме, мы увидим на сколько она надежна, все рейки укреплены, верхняя часть стенда укреплена самодельной гайкой с резьбой М16.



1-корпус; 2-кнопка «Пуск»; 3-амортизатор; 4-крепление прижимов; 5-специальная гайка; 6-прижим; 7-электрический двигатель; 8-направляющая; 9-редуктор; 10-коленвал с шатуном; 11-специальный переходник; 12-пресс масленка

Рисунок 3- Компонировочная схема станда для испытаний амортизаторов автомобилей

3.2.3 Принцип работы

Электродвигатель 7 передает крутящий момент, через червячный редуктор 9. В редукторе по средствам червячной передачи происходит уменьшение крутящего момента. Вращение коленчатого вала с шатуном 10 через специальный переходник 11 осуществляется за счёт редуктора. Переходник выполнен из профильной трубы в виде вилки, к нижней части закреплен шатун, а к верхней крепится амортизатор 3. Для направления движения предназначена направляющая 8, которая жестко приварена к раме 1 станда. Чтобы уменьшить трение, в направляющей установлена пресс масленка 12, для смазывания трущихся поверхностей. В верхней части

стенда амортизатор закреплен при помощи прижима 4, который является универсальным для всех типов амортизаторов. Для регулирования прижима по высоте в конструкции применена крупно-резьбовая штанга. К верхней части стенда приварена специальная гайка 5, контрящая прижимным винтом 6 (для усиления и надежности конструкции).

Выводы по разделу: исходя из этого, можем сделать вывод, что разработка конструкции стенда для проверки амортизаторов автомобилей, ввиду исследования амортизатора на сжатие и усилие, полностью соответствует всевозможным требованиям и рекомендациям, изложенным в техническом задании. Стенд может применяться для всех видов амортизаторов (то есть является универсальным), такое решение является уникальным, потому что стоимость изготовления значительно ниже по сравнению с его аналогами, а результат получаем один, как говорится цена=качество.

4 Тяговый расчет

« Исходные параметры для вычислений.

| | |
|--|------------------|
| 1. Тип привода | Переднеприводный |
| 2. Длина | 4351мм |
| 3. Ширина | 1681мм |
| 4. Высота | 1421мм |
| 5. Масса в снаряженном состоянии | 1084кг |
| 6. Шины | 185/65 R14 |
| 7. Коэффициент сопротивления качению | 0,013 |
| 8. Коэффициент аэродинамического сопротивления | 0,30 |
| 9. Коэффициент уклона i | 0,32 |
| 10. Максимальная скорость | 175 км/ч |

4.1. Подготовка необходимых данных для тягового расчета

Полная масса транспортного средства вычитается по формуле 1:

$$m_{\Pi} = m_a + m_p(n) + m_{\zeta} \quad (1)$$

Где – m_{Π} – снаряженная полная масса автомобиля;

m_a - снаряженная масса ТС;

m_p - 75 кг усредненный вес человека;

n - количество пассажиров, включая водителя;

m_{ζ} -масса груза по 10 кг на 1 человека.

$$m_{\Pi} = 1084 + 75 \cdot 5 + 10 \cdot 5 = 1509 \text{ кг}$$

Усилие, приходящее на одну ось

Вес, приложенный на заднюю ось 40%

Вес, приложенный на переднюю ось 60%»[6]

$$m_{\text{пер}} = 1509 \cdot 0,60 = 905,4 \text{ кг}$$

$$m_{\text{зад}} = 1509 \cdot 0,40 = 603,6 \text{ кг}$$

«Выбор шин

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H \quad (2)$$

Где – d – посадочный диаметр шины;

λ_z – коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин.

$$\frac{H}{B} = 0,65 \text{ мм}$$

На асфальтированных дорогах с жестким покрытием:

$$r_{\text{ст}} \approx r_{\text{д}} \approx r_{\text{к}}$$

Где $r_{\text{д}}$ – динамический радиус колеса;

$r_{\text{к}}$ – радиус качения колеса.

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot 0,3556 + 0,65 \cdot (0,185 \cdot 0,65) = 0,276 \text{ м}$$

Коэффициент обтекаемости рассчитываем по формуле 3:

$$k = \frac{c_x \cdot \rho}{2} \quad (3)$$

Где ρ – плотность атмосферы в нормальных условиях 750 мм.рт.ст.

$$p = 1,292 \text{ [7]}$$

$$k = \frac{0,32 \cdot 1,292}{2} = 0,225$$

Лобовая площадь

Лобовая площадь высчитывается по формуле 4:

$$F = 0,8 \cdot B_r \cdot H_r \quad (4)$$

$$F = 0,8 \cdot 1,681 \cdot 1,421 = 1,91 \text{ м}^2$$

Коэффициент полезного действия трансмиссии транспортного средства определили $\eta_{\text{тр}} = 0,91$

Коэффициент сопротивления качению определяем по формуле 5:

$$f = f_0 \left(1 + \frac{V^2}{2000} \right) \quad (5)$$

Где f_0 – коэффициент сопротивления качению ТС с небольшой скоростью;

V – скорость автомобиля в м/с.

$$V = \frac{175 \cdot 1000}{3600} = 48 \text{ м/с}$$

$$f = 0,01 \left(1 + \frac{48^2}{2000} \right) = 0,021$$

4.2 Расчет передаточного числа главной передачи»[8]

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{max}}{V_{max}} \quad (6)$$

«Где ω_{max} – максимальная угловая скорость коленчатого вала.

$$n_{max} = 5600 \text{ об/мин}$$

$$\omega_{max} = \frac{5600 \cdot \pi}{30} = 586,43 \text{ рад/с}$$

$$U_k = 0,78$$

$$U_0 = \frac{0,276}{0,78} \cdot \frac{586,43}{50} = 4,15 \text{ – передаточное число главной передачи}$$

4.3 Расчет внешней скоростной характеристики

Мощность двигателя при максимальной скорости рассчитываем по формуле 7:

$$N_v = \frac{1}{\eta_{тр}} \left(G_a \cdot \psi_v \cdot V_{max} + \frac{c_x \cdot \rho}{2} \cdot F \cdot V_{max}^3 \right) \quad (7)$$

Где $G_a = m_a \cdot g$ – полный вес транспортного средства.

$$G_a = 1509 \cdot 9,81 = 14803,29 \text{ Н}$$

$$\psi_v = f \quad (8)$$

$$N_v = \frac{1}{0,92} \left(14803,29 \cdot 0,021 \cdot 48 + \frac{0,32 \cdot 1,293}{2} \cdot 1,9 \cdot 48^3 \right) = 58392 \text{ Вт} \text{»}[8]$$

«Максимальная мощность двигателя

$$N_{\max} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3} \quad (9)$$

Где a, b, c – коэффициенты эмпирические.

$$a = b = c = 1$$

$$\lambda = \frac{\omega_{\max}}{\omega_N} \quad (10)$$

Выбираем $\lambda = 1,13$

$$\omega_N = \frac{\omega_{\max}}{\lambda} \quad (11)$$

$$\omega_N = \frac{586,43}{1,13} = 518,96 \text{ рад/сек}$$

$$N_{\max} = \frac{58392}{1 \cdot 1,13 + 1 \cdot 1,13^2 - 1 \cdot 1,13^3} = 60572 \text{ Вт}$$

Вычисляем внешнюю скоростную характеристику по формуле 12:

$$N_e = N_{\max} \left(a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right) \quad (12)$$

Необходимо построить кривую эффективного момента двигателя, для этого рассчитаем значения при помощи формулы 13:»[9]

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (13)$$

«По нескольким параметрам в диапазоне $\omega_{min} \dots \omega_{max}$, находим разность отношений $N_e(\omega_e)$ и $M_e(\omega_e)$. Результаты расчета зависимости представлены в таблице 5.

Таблица 5-Результаты расчета зависимости

| n, об/мин | 800 | 1600 | 2400 | 3200 | 4000 | 4800 | 5600 |
|----------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| w | 83,79 | 167,56 | 251,33 | 335,19 | 418,83 | 502,67 | 586,44 |
| Ne | 4944,73 | 21689,20 | 35656,53 | 49472,12 | 61698,63 | 64832,98 | 60573 |
| M | 59,03 | 129,45 | 141,88 | 147,62 | 147,28 | 128,98 | 103,29 |

На рисунке 4 представлена внешняя скоростная характеристика двигателя

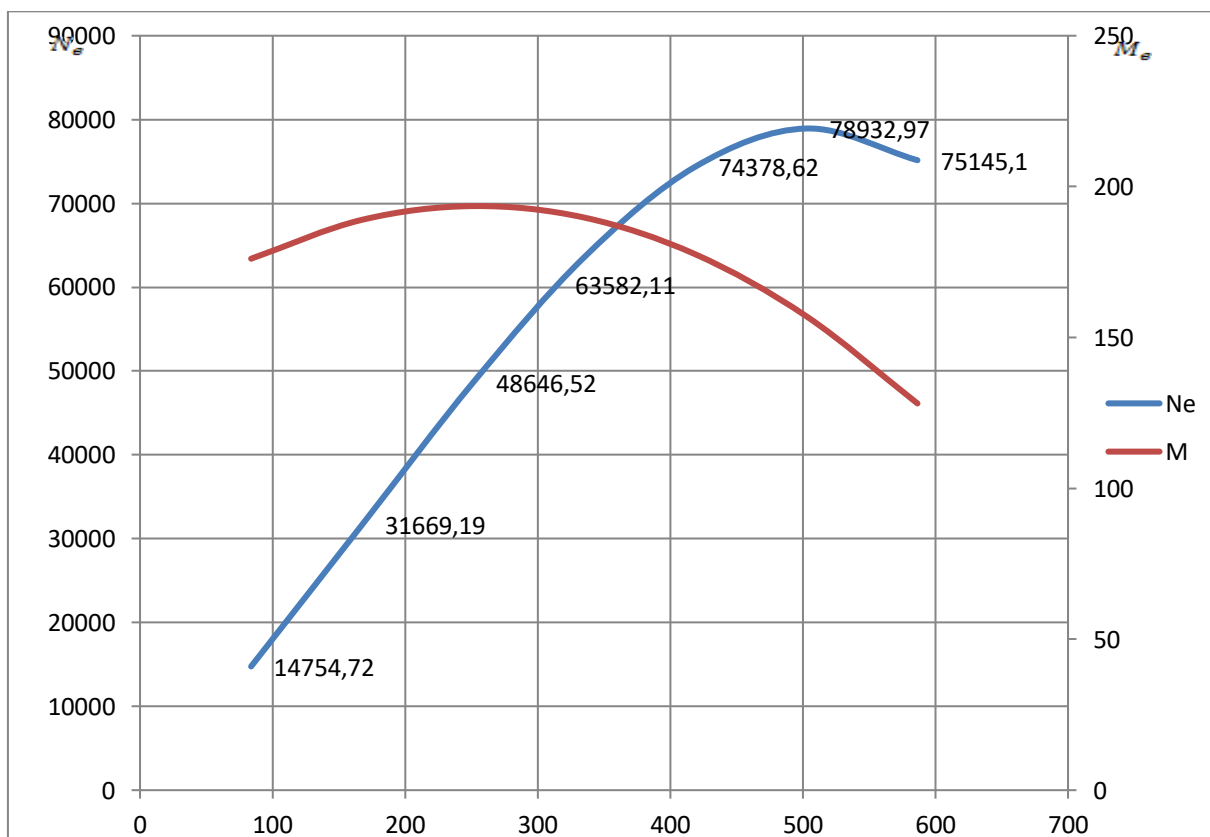


Рисунок 4 – Внешняя скоростная характеристика двигателя

4.4 Определение передаточного числа коробки передач

Вычислим передаточное число первой передачи по формуле 14:

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \geq G_a \cdot \psi_{\max} \quad (14)$$

или по формуле 15» [10]

$$U_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0} \quad (15)$$

«Для предотвращения проворачивания ведущих колес необходимо выполнить так, чтобы сила первой передачи была меньше той, которая образуется в результате соприкосновения колеса с покрытием.

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \leq G_{\text{сц}} \cdot \varphi \quad (16)$$

Или

$$U_1 \leq \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0} \quad (17)$$

$$G_{\text{сц}} = 8905,52 \cdot 0,9 = 8014,97 \text{ Н}$$

$$U_1 \geq \frac{14842,53 \cdot (0,3 + 0,012) \cdot 0,276}{193,55 \cdot 0,92 \cdot 4,15} = 1,73$$

$$U_1 \leq \frac{8014,97 \cdot 0,7 \cdot 0,276}{193,55 \cdot 0,92 \cdot 4,15} = 2,1$$

Примем $U_1 = 2,0$ »[11]:

«Передаточные числа для пятиступенчатой коробки передач

$$U_2 = \sqrt[3]{U_1^2} = 1,59$$

$$U_3 = \sqrt[3]{U_1} = 1,28$$

$$U_4 = 1$$

$$U_5 = 0,78$$

$$U_{3X} = 1,2 \cdot U_1 = 2,4$$

Определим скорость автомобиля для всех передач с помощью формулы 18:

$$V = \frac{r_k \cdot \omega_e}{U_0 \cdot U_n} \quad (18)$$

Где U_n – передаточное число коробки передач;

ω_e – исходные значения угловой скорости вала.»[12]

Расчет скорости автомобиля представлен в таблице 6.

Таблица 6-Расчет скорости автомобиля

| n, об/мин | I | II | III | IV | V |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 800 | 2,79 | 3,50 | 4,46 | 5,57 | 7,14 |
| 1600 | 5,57 | 7,01 | 8,91 | 11,14 | 14,29 |
| 2400 | 8,36 | 10,51 | 13,37 | 16,71 | 21,43 |
| 3200 | 11,14 | 14,02 | 17,83 | 22,29 | 28,57 |
| 4000 | 13,93 | 17,52 | 22,29 | 27,86 | 35,72 |

Продолжение таблицы 6

| | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 4800 | 16,71 | 21,03 | 26,74 | 33,43 | 42,86 |
| 5600 | 19,50 | 24,53 | 31,20 | 39,00 | 50,00 |

«4.5 Тяговый баланс автомобиля

Уравнение тягового баланса показано в формуле 19:

$$P_T = P_d + P_B + P_{и} \quad (19)$$

Где P_T – сила тяги;

P_d – сила дорожного сопротивления;

P_B – сила сопротивления воздуха;

$P_{и}$ – сила сопротивления разгону автомобиля.

Сила тяги на ведущих колесах для каждой передачи рассчитывают по формуле 20:

$$P_T = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{тр}}{r_k} \quad (20)$$

Где U_k – передаточное число коробки передач;

M_e – величина эффективного момента двигателя (Нм).

Сила сопротивления дороги рассчитывается по формуле 21:

$$P_d = G_a \cdot \psi \quad (21)$$

$$\psi = i + f, \text{ т.е.}$$

$$\psi = i + f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000} \right)$$

Сила сопротивления воздуха рассчитывается по формуле 22» [12]:

$$P_B = \frac{c_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2}{2} \quad (22)$$

«Рассчитываем силу сопротивления воздуха и силу дорожного сопротивления. Результаты расчетов силы сопротивления представлены в таблице 7.

Таблица 7-Сила сопротивления

| n , об/мин | P_B | P_D | |
|--------------|-------|-------|------|
| 800 | 20 | 178 | 198 |
| 1600 | 82 | 193 | 275 |
| 2400 | 183 | 223 | 406 |
| 3200 | 326 | 252 | 578 |
| 4000 | 509 | 297 | 806 |
| 4800 | 733 | 341 | 1074 |
| 5600 | 998 | 401 | 1399 |

На рисунке 5 представлен тяговый баланс автомобиля.

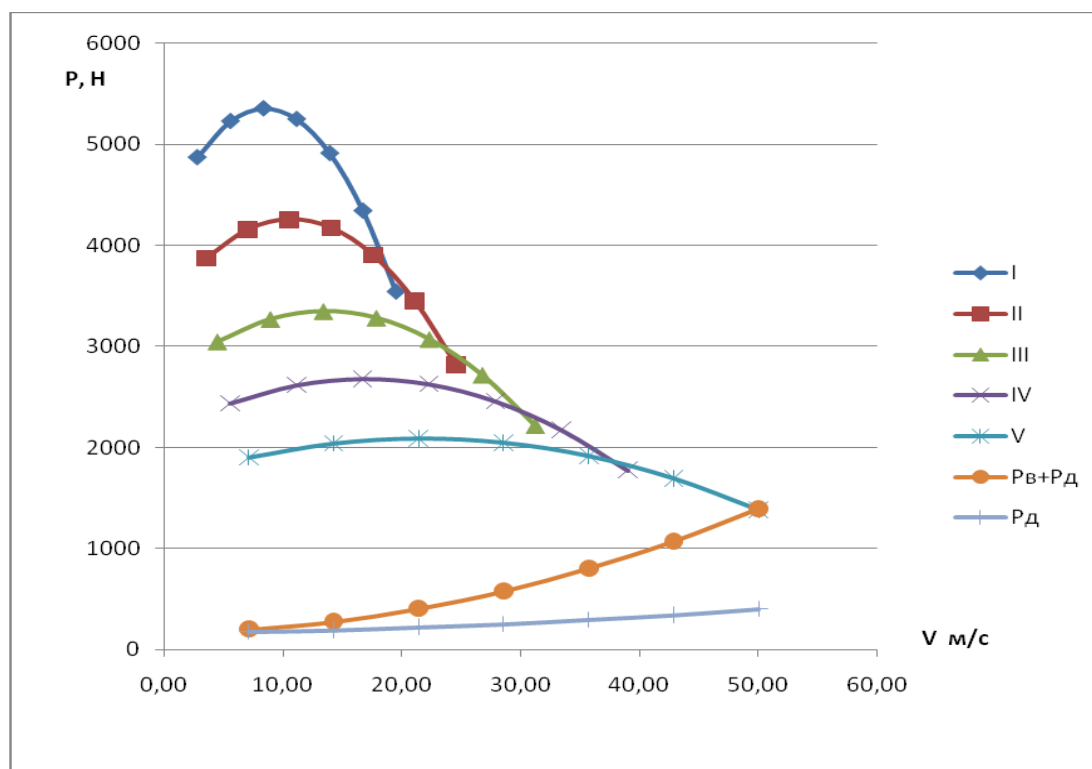


Рисунок 5-Тяговый баланс автомобиля

Важно путем аналитического подсчета рассчитать сопротивление воздуха на пяти передачах и записать в таблицу. Результаты расчетов сопротивления воздуха предоставлены в таблице 8.»[13]

Таблица 8-Сопротивление воздуха

| I | | II | | III | | IV | | V | |
|----------|-------|-----------|-------|------------|-------|-----------|-------|----------|-------|
| | P_B | | P_B | | P_B | | P_B | | P_B |
| 2,78 | 3 | 3,51 | 5 | 4,47 | 8 | 5,56 | 12 | 7,15 | 20 |
| 5,56 | 12 | 7,02 | 20 | 8,92 | 32 | 11,15 | 50 | 14,28 | 82 |
| 8,35 | 28 | 10,52 | 44 | 13,38 | 71 | 16,72 | 111 | 21,42 | 183 |
| 11,13 | 50 | 14,03 | 78 | 17,82 | 127 | 22,28 | 198 | 28,56 | 326 |
| 13,92 | 77 | 17,53 | 122 | 22,28 | 198 | 27,85 | 310 | 35,73 | 509 |
| 16,70 | 111 | 21,04 | 176 | 26,73 | 285 | 33,42 | 446 | 42,85 | 733 |
| 19,51 | 152 | 24,54 | 240 | 31,21 | 388 | 39,01 | 607 | 50,01 | 998 |
| I | | II | | III | | IV | | V | |

«4.6 Динамическая характеристика автомобиля

Динамический фактор на соответствующей передаче рассчитываем по формуле 23:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad (23)$$

Где P_B – сила сопротивления воздуха;

P_m – тяговая сила на ведущих колесах автомобиля;

G_a – полный вес автомобиля.

Результаты расчёта динамического фактора представлен в таблице 9.

Таблица 9-Динамических фактор

| n, об/мин | I | II | III | IV | V |
|---------------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|
| 800 | 0,327 | 0,262 | 0,204 | 0,162 | 0,126 |
| 1600 | 0,352 | 0,278 | 0,217 | 0,172 | 0,133 |
| 2400 | 0,358 | 0,285 | 0,222 | 0,172 | 0,127 |
| 3200 | 0,351 | 0,275 | 0,213 | 0,162 | 0,115 |
| 4000 | 0,325 | 0,256 | 0,193 | 0,144 | 0,094 |
| 4800 | 0,284 | 0,222 | 0,164 | 0,115 | 0,064 |
| 5600 | 0,228 | 0,173 | 0,122 | 0,078 | 0,025 |

На рисунке 6 представлен динамический фактор.

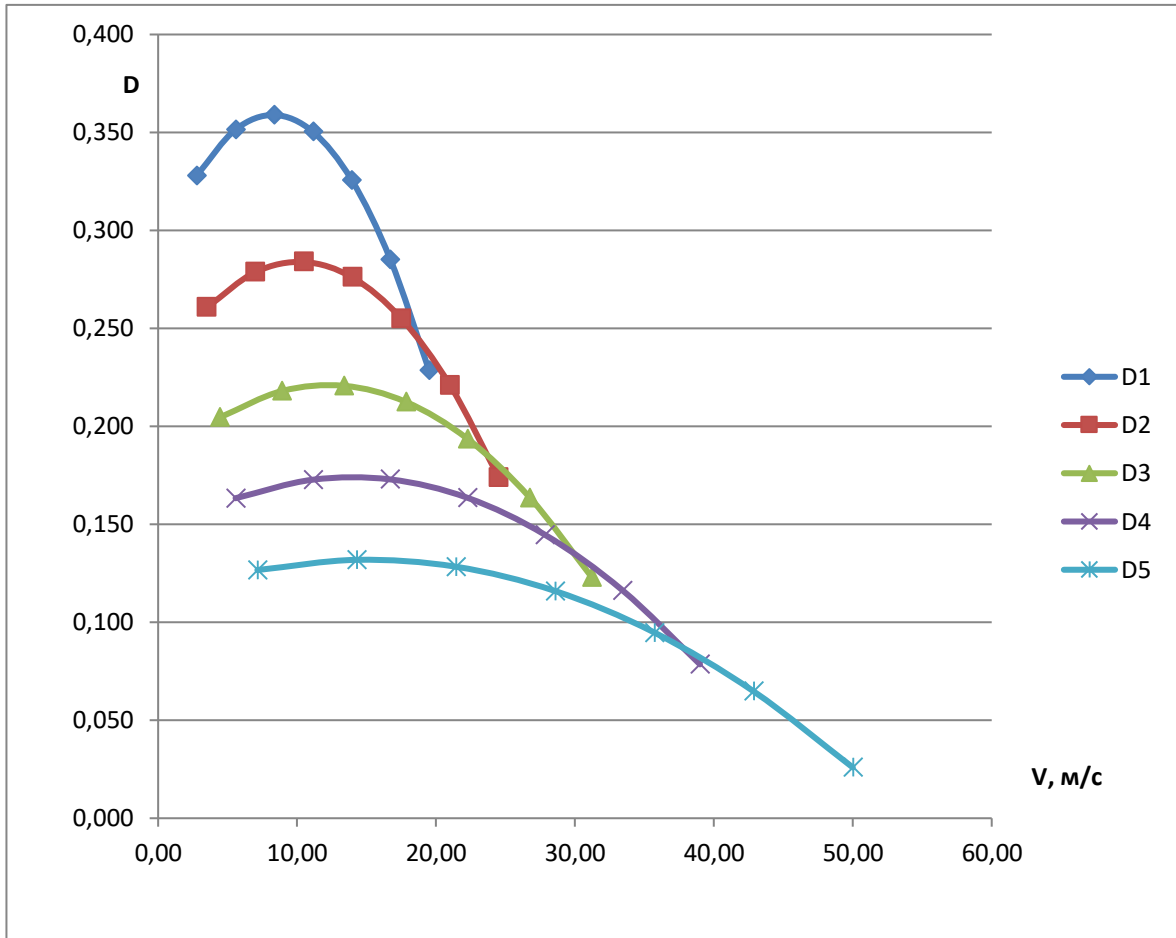


Рисунок 6-Динамический фактор

4.7 Разгон автомобиля

Чтобы определить ускорение автотранспорта по гладкому противоскользящему покрытию, очень важно, насколько это возможно, использовать полную мощность двигателя и избежать проскальзывание ведущих колес.»[13]

$$J = \frac{(D - f) \cdot g}{\delta_{вр}} \quad (24)$$

«Где $\delta_{вр}$ — коэффициент учета вращающихся масс.

$$\delta_{\text{вр}} = 1 + \frac{(I_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_{\text{тр}}^2 + I_{\text{к}}) \cdot g}{G_{\text{а}} \cdot r_{\text{к}}^2} \quad (25)$$

Где $I_{\text{м}}$ – момент инерции вращающихся частей двигателя;

$U_{\text{тр}} = U_0 \cdot U_{\text{к}}$ – «передаточное число трансмиссии;

$I_{\text{к}}$ – суммарный момент инерции ведущих колес.

Определим коэффициент вращающихся масс по формуле 26:»[3]

$$\delta_{\text{вр}} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_{\text{к}}^2) \quad (26)$$

«Где δ_1 – коэффициент учета вращающихся масс колес;

δ_2 – коэффициент учета вращающихся масс двигателя.

Примем $\delta_1 = \delta_2 = 0,04$

Расчет коэффициента вращающихся масс представлен в таблице 10.»[9]

Таблица 10- Коэффициент вращающихся масс

| I | II | III | IV | V |
|----------|-----------|------------|-----------|----------|
| 1,21 | 1,13 | 1,11 | 1,09 | 1,07 |

«Коэффициент сопротивления качению на каждой передаче рассчитываем по формуле 27» [3]:

$$f = f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000} \right) \quad (27)$$

$$f_0 = 0,012$$

Таблица 11-Сопротивлению качению

| п, об/мин | I | II | III | IV | V |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 800 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,013 |
| 1600 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,014 | 0,014 |
| 2400 | 0,013 | 0,014 | 0,014 | 0,015 | 0,016 |
| 3200 | 0,014 | 0,014 | 0,015 | 0,016 | 0,017 |
| 4000 | 0,014 | 0,015 | 0,016 | 0,018 | 0,021 |
| 4800 | 0,015 | 0,016 | 0,017 | 0,020 | 0,024 |
| 5600 | 0,015 | 0,017 | 0,018 | 0,022 | 0,028 |

«Рассчитаем ускорения автомобиля на каждой передаче, а результаты сведем в таблицу 12» [3].

«Таблица 12-Ускорения автомобиля

| п, об/мин | I | II | III | IV | V |
|--------------|------|------|------|------|------|
| 800 | 2,59 | 2,15 | 1,72 | 1,38 | 1,06 |
| 1600 | 2,78 | 2,30 | 1,82 | 1,46 | 1,10 |
| 2400 | 2,84 | 2,35 | 1,86 | 1,46 | 1,06 |
| 3200 | 2,77 | 2,25 | 1,78 | 1,36 | 0,92 |
| 4000 | 2,57 | 2,08 | 1,60 | 1,17 | 0,70 |
| 4800 | 2,23 | 1,78 | 1,32 | 0,90 | 0,39 |
| 5600 | 1,76 | 1,37 | 0,95 | 0,53 | 0,17 |

На рисунке 7 представлены ускорения автомобиля.

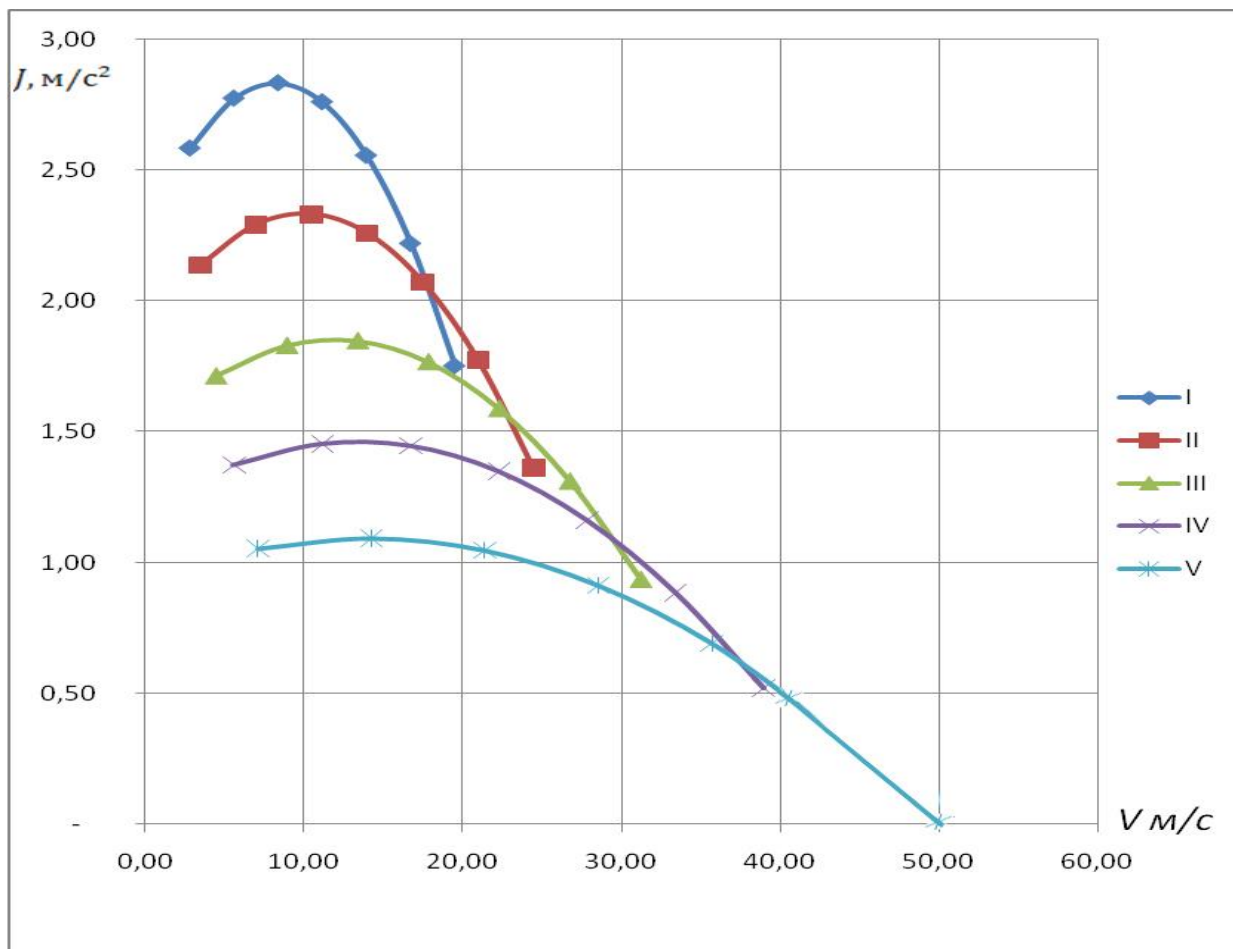


Рисунок 7-Ускорения автомобиля

Вычислим обратные ускорения

Поскольку при скоростях близких к максимальной ускорение стремится к нулю, то для расчёта обратных ускорений ограничиваются скоростью $V=(0,8\dots 0,9)V_{\max}$.

Результаты расчета обратного ускорения представлены в таблице 13.

Таблица 13-Результаты расчета обратного ускорения

| п, об/мин | I | II | III | IV | V |
|-----------|------|------|------|------|------|
| 800 | 0,38 | 0,46 | 0,57 | 0,72 | 0,94 |
| 1600 | 0,35 | 0,43 | 0,54 | 0,68 | 0,90 |
| 2400 | 0,34 | 0,43 | 0,53 | 0,68 | 0,94 |
| 3200 | 0,35 | 0,43 | 0,56 | 0,73 | 1,09 |
| 4000 | 0,38 | 0,47 | 0,62 | 0,85 | 1,43 |
| 4800 | 0,44 | 0,55 | 0,75 | 1,12 | 2,59 |
| 5600 | 0,56 | 0,73 | 1,06 | 1,91 | 5,01 |

На рисунке 8 представлены обратные ускорения автомобиля.

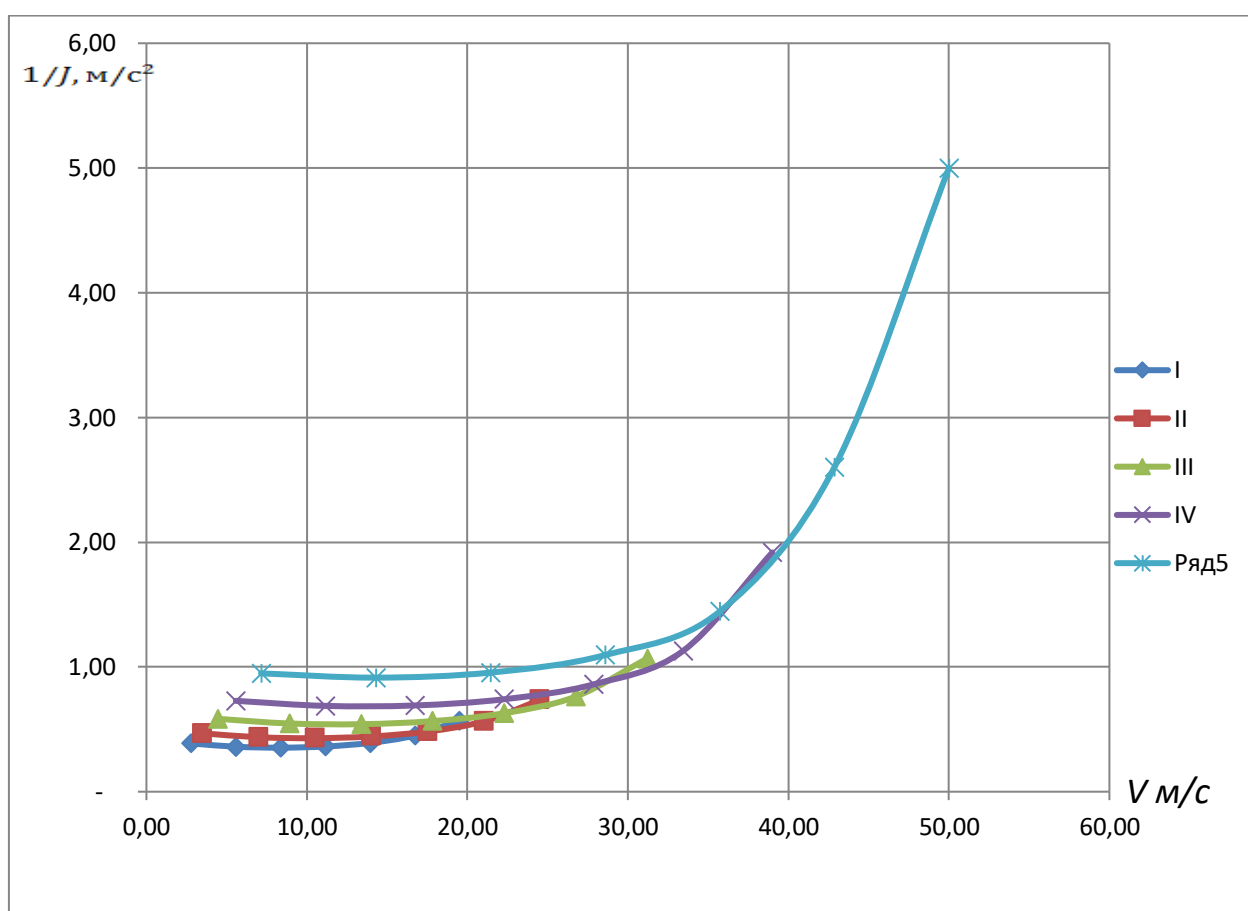


Рисунок 8 –«Обратные ускорения автомобиля»[14]

4.8 Время и путь разгона автомобиля

«Перед тем, как рассчитать путь и через какое время автомобиль разгонится важно воспользоваться способом, который называется графоаналитическим.

Интегрирование заменяем суммой конечных величин.

$$v_{\text{мин}} = 2,78 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{макс}} = 50 \text{ м/с}$$

$$50 - 2,79 = 47,22$$

$$47,21/8 = 5,91$$

Определим из графика обратных ускорений величину $1/J$.

$$t = 0,35 \cdot 5,90 = 2,08 \text{ с}$$

$$t = (0,3 \cdot 5,90) + 2,07 = 3,85 \text{ с}$$

$$t = (0,45 \cdot 5,90) + 3,84 = 6,48 \text{ с}$$

$$t = (0,7 \cdot 5,90) + 6,49 = 10,63 \text{ с}$$

$$t = (1,1 \cdot 5,90) + 10,62 = 17,12 \text{ с}$$

$$t = (1,8 \cdot 5,90) + 17,11 = 27,73 \text{ с}$$

$$t = (2,95 \cdot 5,90) + 27,74 = 45,15 \text{ с}$$

$$t = (5 \cdot 5,90) + 45,14 = 74,66 \text{ с}$$

Расчеты времени и пути разгона представлены в таблице 14.

Таблица 14-Время и путь разгона

| Диапазон скоростей, м/с | Время, с | |
|-------------------------|----------|------|
| 0 – 8,68 | 2,08 | 0,36 |
| 0 – 14,58 | 3,85 | 0,31 |
| 0 – 20,48 | 6,48 | 0,46 |
| Диапазон скоростей, м/с | Время, с | |
| 0 – 26,39 | 10,63 | 0,71 |
| 0 – 32,29 | 17,12 | 1,11 |
| 0 – 38,19 | 27,73 | 1,81 |
| 0 – 44,09 | 45,15 | 2,96 |
| 0 – 50,01 | 74,66 | 5 |

На рисунке 9 представлено время разгона автомобиля.

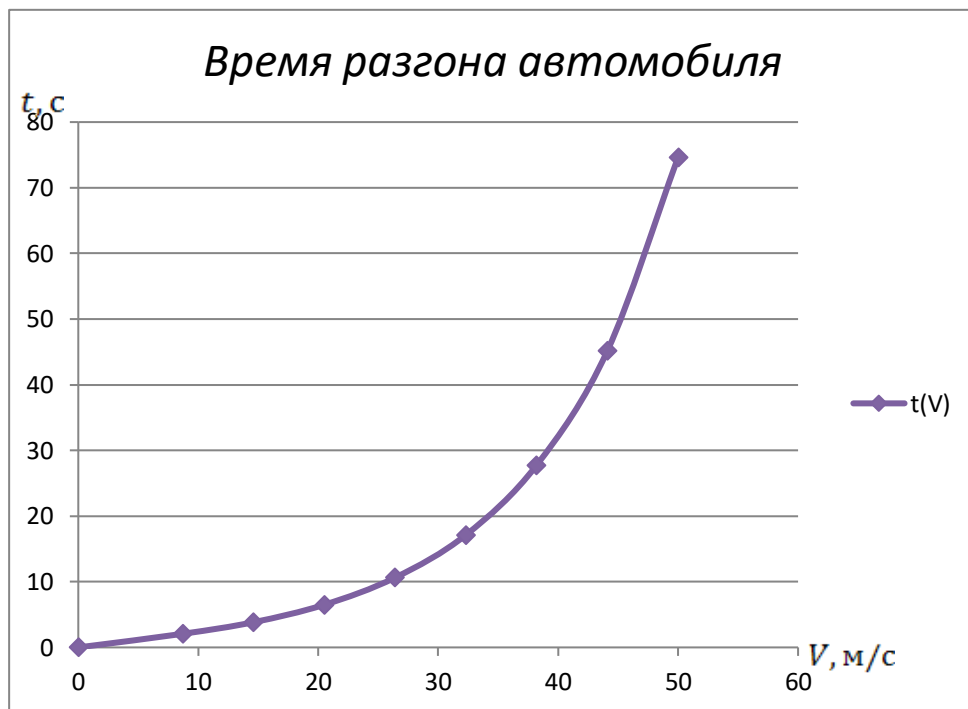


Рисунок 9-Время разгона автомобиля

$$v_{\text{cp}} = \frac{8,69}{2} = 4,35 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(14,59-8,69)}{2} + 8,69 = 11,64 \text{ м/с} \gg [15]$$

$$v_{cp} = \frac{(20,49 - 14,59)}{2} + 14,59 = 17,54 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(26,40 - 20,49)}{2} + 20,49 = 23,44 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(32,30 - 26,40)}{2} + 26,40 = 29,35 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(38,20 - 32,30)}{2} + 32,30 = 35,25 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(44,10 - 38,20)}{2} + 38,20 = 41,15 \text{ м/с}$$

$$v_{cp} = \frac{(50,0 - 44,10)}{2} + 44,10 = 47,05 \text{ м/с}$$

« t возьмем из таблицы.

$$S = v_{cp} \cdot \Delta t$$

$$S_1 = 4,35 \cdot 2,07 = 9,1 \text{ м}$$

$$S_2 = 11,64 \cdot (3,84 - 2,07) + 9 = 29,7 \text{ м}$$

$$S_3 = 17,54 \cdot (6,49 - 3,84) + 29,6 = 76,2 \text{ м}$$

$$S_4 = 23,44 \cdot (10,62 - 6,49) + 76,1 = 173 \text{ м}$$

$$S_5 = 29,35 \cdot (17,11 - 10,62) + 172,9 = 363,5 \text{ м}$$

$$S_6 = 35,25 \cdot (27,74 - 17,11) + 363,4 = 738,2 \text{ м}$$

$$S_7 = 41,15 \cdot (45,14 - 27,74) + 738,1 = 1454,2 \text{ м}$$

$$S_8 = 47,05 \cdot (74,65 - 45,14) + 1454,1 = 2842,6 \text{ м}$$

Время и путь разгона представлены в таблице 15.

Таблица 15-Время и путь разгона

| $v, \text{ м/с}$ | $S, \text{ м}$ | Время, с |
|------------------|----------------|----------|
| 0 – 8,69 | 9,1 | 2,07 |
| 0 – 14,59 | 29,7 | 3,84 |
| 0 – 20,49 | 76,2 | 6,49 |
| 0 – 26,40 | 173 | 10,62 |
| 0 – 32,30 | 363,5 | 17,11 |
| 0 – 38,20 | 738,2 | 27,74 |
| 0 – 44,10 | 1454,2 | 45,14 |
| 0 – 50,00 | 2842,6 | 74,65 |

На рисунке 10 представлен путь разгона автомобиля.

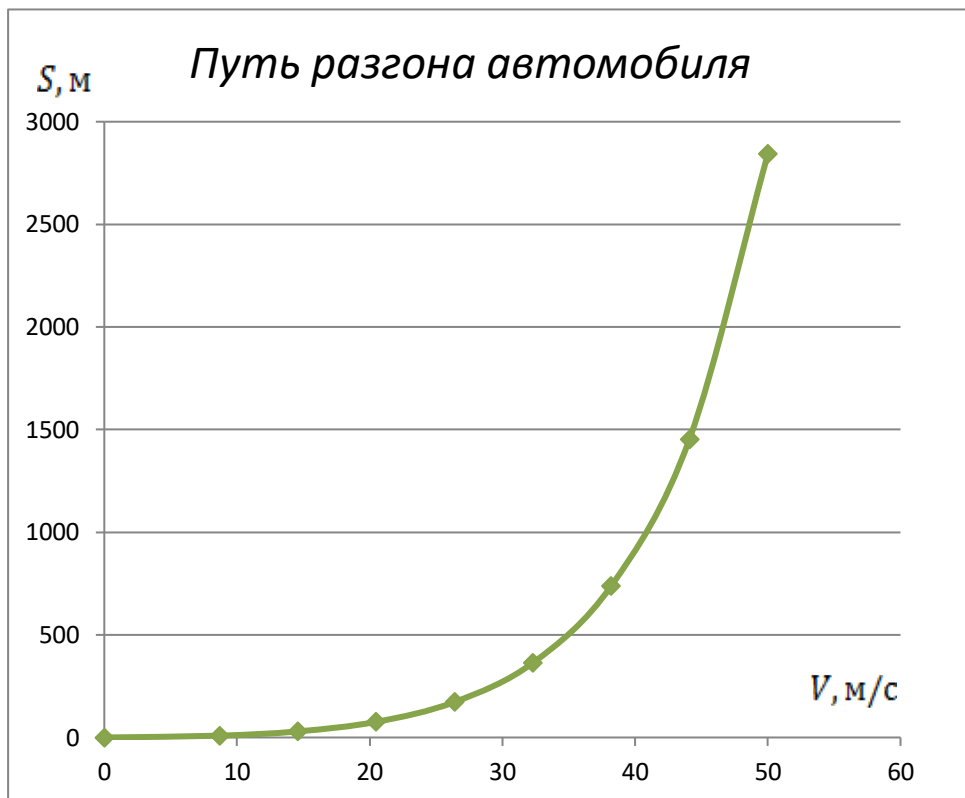


Рисунок 10 – Путь разгона автомобиля

На рисунке 11 представлен график интенсивности разгона автомобиля.

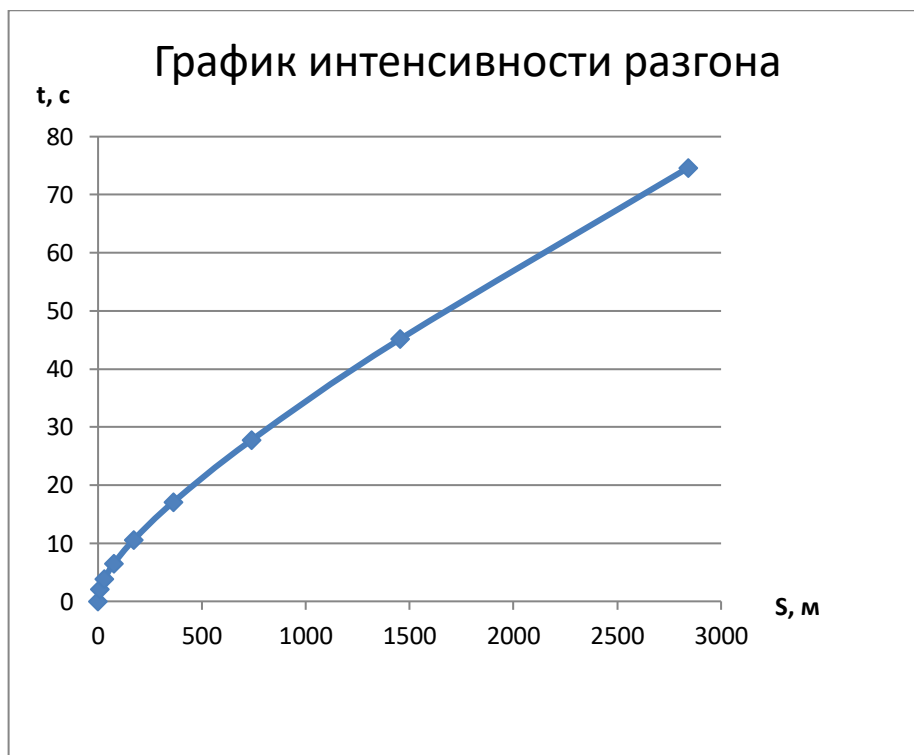


Рисунок 11- График интенсивности разгона

4.9 Мощностной баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса рассчитываем по формуле 28:

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{п} + N_B + N_{и} \quad (28)$$

Где N_T – тяговая мощность, или мощность подводимая к ведущим колесам;

$N_{тр}$ – мощность, теряемая в агрегатах трансмиссии;

$N_f = P_f \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления качения колес;

$N_{п} = P_{п} \cdot V$ – мощность, затрачиваемая на преодоление сил сопротивления подъему;

$N_B = P_B \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление силы сопротивления воздуху;

$N_{и} = P_{и} \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление силы «сопротивления инерции» [16]

$N_d = P_d \cdot V = N_f + N_{п}$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления дороги.

На рисунке 12 представлен мощностной баланс автомобиля.

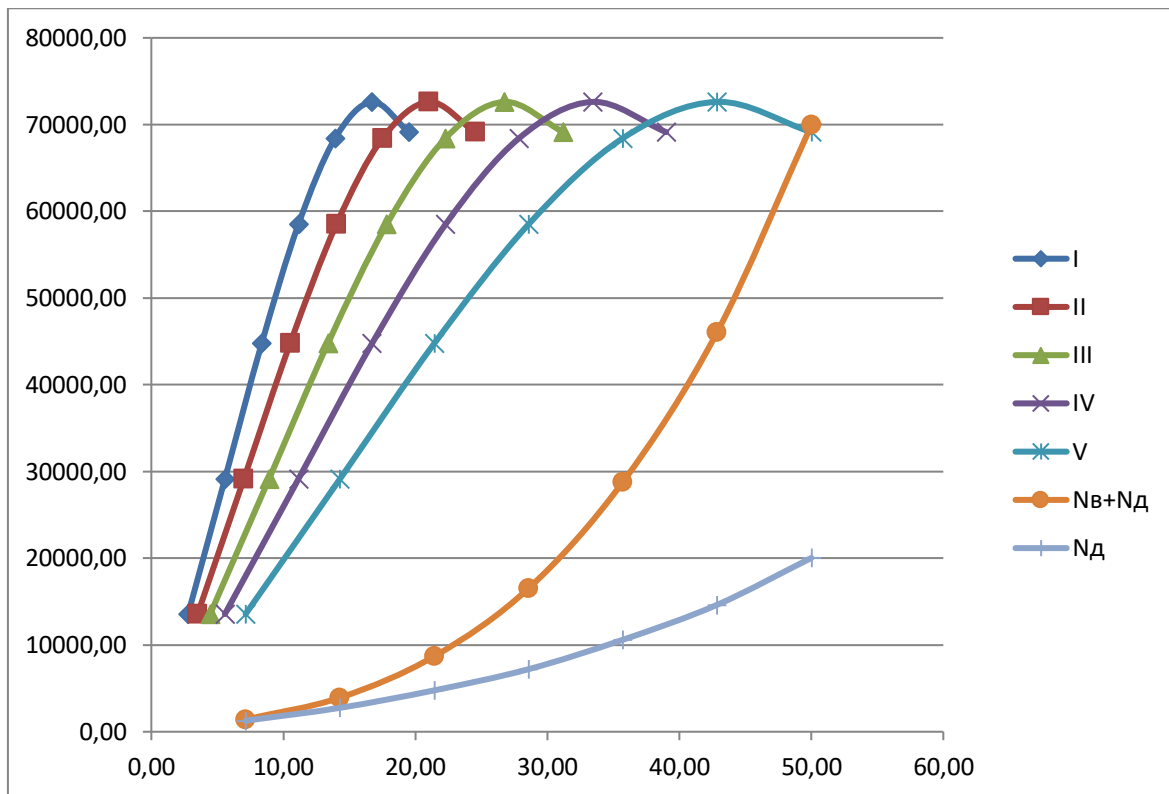


Рисунок 12-Мощностной баланс автомобиля

4.10 Топливо-экономическая характеристика

$$q_{\text{п}} = \frac{k_{\text{ск}} \cdot k_{\text{и}} \cdot (P_{\text{д}} + P_{\text{и}}) \cdot g_{\text{emin}} \cdot 1,1}{36000 \cdot \rho_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{тр}}} \quad (29)$$

Где $k_{\text{ск}}$ — коэффициент учитывающий изменение эффективного расхода топлива в зависимости от ω ;

$k_{\text{и}}$ — коэффициент учитывающий изменение эффективного расхода топлива в зависимости от N ;

g_{emin} — минимальный эффективный расход топлива (принимается равным 340 г/кВт ч);

$\rho_{\text{т}}$ — плотность топлива (принимается равной 0,72 кг/л).

Коэффициенты $k_{\text{ск}}$ и $k_{\text{и}}$ определяем по графикам.

Топливо-экономические характеристики представлены в таблице 16.»

«Таблица 16 – Топливо-экономическая характеристика

| | | | | | | | |
|---------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $V, \text{ м/с}$ | 7,15 | 14,28 | 21,42 | 28,58 | 35,73 | 42,87 | 50,01 |
| ω_e/ω_N | 0,17 | 0,34 | 0,48 | 0,65 | 0,83 | 0,98 | 1,16 |
| $k_{\text{СК}}$ | 1,13 | 1,02 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 1,02 | 1,12 |
| $(N_B + N_D)/N_T$ | 0,11 | 0,12 | 0,18 | 0,29 | 0,43 | 0,64 | 1,02 |
| $k_{\text{И}}$ | 2,51 | 2,44 | 2,01 | 1,56 | 1,26 | 0,96 | 1,01 |
| $q_{\text{П}}$ | 8,71 | 10,89 | 12,61 | 13,65 | 15,18 | 16,18 | 24,36 |

На рисунке 13 представлена топливо-экономические характеристики.

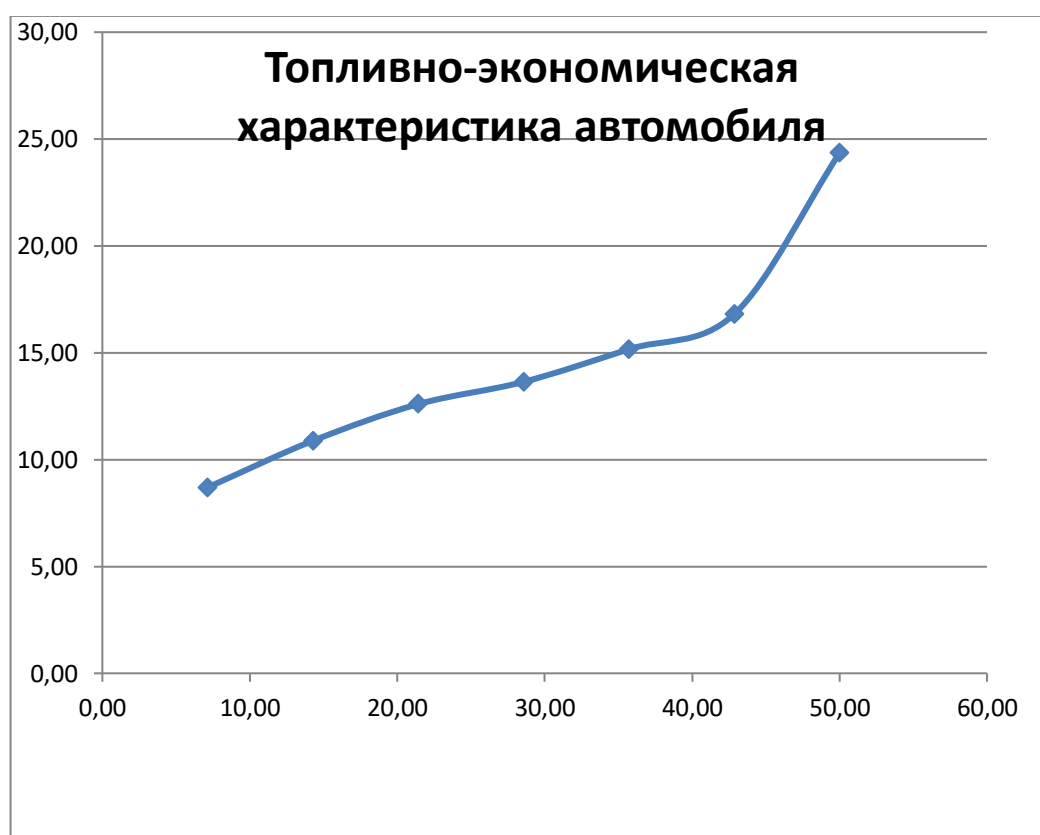


Рисунок 13-Топливо-экономическая характеристика автомобиля»[22]

5 Технологический раздел

Главной составляющей в работе подвески транспортного средства являются амортизаторы, выполняющих роль гасителей колебаний. Важно правильно определить какой амортизатор будет идеальным вариантом при выборе на данный автомобиль. Ведь жесткая подвеска имеет огромное сходство по нескольким техническим характеристикам спортивных конкурентов. Это во многом дает гарантию уменьшения кренов при поворотах, наилучшим образом улучшить зацепление протектора колеса с дорожным покрытием. Основная функция демпфирующего устройства создать плавность хода, амортизацию, а также гасить в вертикальной плоскости вибрации. Отличительной особенностью также является то, что они оказывают непосредственное влияние на скорость автомобиля во время эксплуатации, его динамику ускорения и при торможении. При старте и наборе скорости автомобиль как бы отходит назад, тем самым создает нагрузку на заднюю ось колес, а передняя, наоборот, разгружается.

Можем сделать вывод, что сцепление передних колес с дорожным покрытием заметно уменьшается. Во время остановки автомобиля, происходит полностью противоположная картина. В данном случае нагружаются передние колеса, а не задние. Происходит замедление задней оси колес, но не значительно. В каждом из случаев, при остановке или разгоне автомобиль в идеале должен без изменений принимать исходное положение. Водитель при маневрировании на автомобиле совершает ряд определенных действий, при которых большая часть нагрузки распределена по бокам машины, а не по осям. Поэтому автомобиль обязательно должен оставаться в ровном горизонтальном положении.

В следствии чего, важнейшим фактом для деталей подвески будет является обеспечение стабильного контакта, пятно контакта колес с дорожным покрытием в момент, когда начнет исчезать контроль над автомобилем. Колеса должны находиться в хорошем состоянии, только тогда

они легко обойдут предполагаемые неровности дороги и возвратятся в то положение, в котором были ранее, стремительное возвращение с дорогой и обеспечение надежного сцепления. На сегодняшний день такие автомобили находятся в разработке, где вес стабилизируется рессорами и пружинами. В то же время амортизатор отвечает за все остальное. Для этого каждый владелец автомобиля обязан очень серьезно подойти к своему выбору.

Функционирование и специфика работы амортизатора отличается от иных систем некоторыми нюансами. Вся проблема заключается в том, что на дорожном покрытии присутствуют различные неровности и ямы. И следует понять, что автомобиль проезжает по всем этим неровностям дороги (ухабам, щебню и т.д.). Нам всем известно, что при езде на автомобиле встречаются удары один за одним, и упругая деталь подвески начинает не корректно работать, то есть с перебоями. Все дело в том, что амортизатор не успев выпрямиться, как ему сразу же приходится сжиматься. Следует дополнить, что демпфирующий элемент предназначен гасить небольшие неровности дорожного покрытия. Для смягчения больших кочек и ям, то есть больших неровностей, амортизатор должен быть полностью сжата, потому что возникают проблемы с подвеской.

Ключевым фактором амортизатора, так же является тепловыделение. Увеличение жесткости амортизаторов на прямую зависит с вязкостью жидкости (если она выше) и с пропускными отверстиями в поршне (если диаметр меньше). Поэтому при работе амортизатор выделяет тепло. При низкой температуре работа амортизатора ухудшается, и негативно сказывается на его элементы. При минусовых температурах амортизационное масло начинает густеть, что так же приводит к жесткости амортизатора. Поэтому и существуют большие различия в характеристиках работы. В данном моменте следует правильно найти хорошее масло, под нужные климатические условия. Следует не забыть и о аэрации, которая также является одной из главных составляющих в работе современного амортизатора. Как я упомянул ранее, в новых моделях амортизаторов

задействован газ (кроме масла), под действием которых происходит пенообразование, то есть газ перемешивается с маслом и получается пенная консистенция. При всем при этом начинает ухудшаться эффект демпфирования, из-за того, что пена может давать усадку.

Еще одним из главных моментов является размещение амортизаторов. Самым подходящим и разумным выбором будет место, где расположено колесо, таким образом, чтобы плоскость подвески была перпендикулярно. Также, есть возможность установки амортизатора под углом, но эффект демпфирования будет снижен. Рассмотрев основные процессы и моменты, можно понять, что амортизатор является сложной конструкцией, у которой есть свои нюансы.

На сегодняшний день распространено два основных вида амортизаторов: однотрубные и двухтрубные. Данные демпферы, разделяются по количеству и объему на жидкостные, гидравлические и газовые, и с гидравлическим резервированием газа.

Амортизаторы, работающие только при высоком давлении газа, встречаются крайне редко. Рассмотрим наиболее распространенные типы амортизаторов: гидравлический и с гидравлическим резервированием газа. На сегодняшний день гидравлические двухтрубные амортизаторы достаточно часто встречаются в промышленности. Данный тип демпферов, не так прихотлив в работе и прост в изготовлении. Но и здесь не обошлось без нюансов, так как у гидравлики имеются свои недоработки. Одной из главных проблем является аэрация. При активной работе амортизатора, данная проблема присутствует. Вся суть в том, что в амортизаторе присутствует воздух, который подвергает детали коррозии. И эта проблема частично решаема! Следует заменить воздух, на азот, как работа станет намного лучше и долговечность детали возрастет. К сожалению, проблема аэрации решена не полностью, так как азот не может исправить недостатки конструкции. Вспомним, при рассмотрении первой главы дипломного проекта, есть такой недостаток как ухудшенная охлаждаемость, то есть это еще один фактор,

плохо сказывающийся на их работоспособности. Теперь рассмотрим похожие амортизаторы, данный элемент имеют практически такую же конструкцию, как и двухтрубные системы, доработка заключается в том, что появилось гидравлическое газовое резервирование. Да и принцип работы у них примерно одинаковый. Но есть одна большая разница: за частую в кожухе амортизаторе присутствует инертный газ, а не воздух, к примеру, азот, пределы давления скачут от 4 до 20 атм и более. Можем убедиться, что инертный газ - это резервный газ. Давление газа может меняться, смотря где мы будем находиться на автомобиле и в каких условиях. Вспомним, что передние и задние амортизаторы имеют разное давление. Объем газа на прямую от размера картриджа. Давление газа будет минимальным, если диаметр картриджа большой или наоборот. В этом типе амортизатора, есть большой плюс – это хорошая аэрация. Амортизатор работает исправно благодаря тому, что газ с маслом не так быстро взаимодействует и смешивается между собой. В современном мире инженеры учитывают все недостатки устаревших моделей и пользуются научными подходами при регулировке амортизатора, ввиду этого мы можем наблюдать более функциональные, современные и универсальные детали, у которых множество плюсов и преимуществ, с каждым годом в индустрии автомобилестроения появляется множество новинок по подвеске, да и в автомобиле в целом.

Но все же, присутствует один явный недостаток двухтрубных амортизаторов (как бы их не улучшали), это отсутствие возможности установки другой стороной. Так как он заполнен газом, что препятствует этому. Но, как оказалось, и эта проблема решаема. На сегодняшний день существуют однотрубные амортизаторы. Сейчас разберемся с ними по подробнее и рассмотрим принцип действия. Этот тип размещает в себе только один резервуар, отсюда и название – однотрубный. Данный элемент выполняет сразу две позиции рабочего цилиндра и корпуса. Однотрубный амортизатор работает примерно так же как и двухтрубный, но тем не менее

присутствует большая разница в конструкции : газ по прежнему находится в этом же цилиндре, но есть отличительная особенность, газ от масла разделяется плавающим поршнем. В качестве газа используется азот. Газ находится под высоким давлением примерно 20-30 атм. Компрессионный клапан отсутствует в однотрубных амортизаторах. В данных моделях стоит заострить внимание на выборе поршня он должен полностью соответствовать всем характеристикам (форма, количество отверстий, дизайн), так как все основные действия ложатся на него, то есть сжатие и сопротивление это работа поршня.

Ключевое преимущество в том, что однотрубный амортизатор устанавливается под любыми углами, даже вверх ногами. Ввиду того, что газ и масло отдельно размещены друг от друга, и никак не взаимодействуют между собой. Конструкторы пользуются данным преимуществом в личных разработках и целях. Устанавливая рассмотренный элемент штоком вниз, создается эффект уменьшения неподрессоренной массы.

Выводы по разделу: таким образом, мы рассмотрели все плюсы и минусы распространенных элементов упругих деталей подвески и можем сделать вывод, что каждый тип амортизаторов предназначен для своих определенных задач.

6 Экономическая эффективность проекта

Для определения финансовых затрат на разработку конструкции стенда для определения тяговых качеств автомобиля воспользуемся формулой 30:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (30)$$

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.» [23].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле 31:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (31)$$

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

$C_{\text{к}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [23].

В таблице 17 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 17 – Стоимость изготовления корпусных деталей

| Деталь | Марка металла | Масса материала заготовок, кг | Кол-во материала в м ² . | Цена за м ² , руб. | Сумма, руб. |
|---------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------|
| Уголок ГОСТ 8509-93 | Ст3сп/пс 25x25x4 | 28 | 5,7 | 438 | 2496,6 |

Продолжение таблицы 17

| | | | | | |
|-------------------------|----------------------|----|------|-----|--------|
| Лист 5 ГОСТ 14637-89 | СтЗпс ГОСТ 380-94 | 30 | 4,26 | 810 | 3450,5 |
| Квадрат ГОСТ 2591-88 | 35X35 | 17 | 2,6 | 415 | 1079 |
| Швеллер ГОСТ 8240-97 | 5П | 9 | 0,8 | 489 | 391,2 |
| Итого: | – | – | – | – | 7417,3 |

$$C_{к.д} = 5,7 \cdot 438 + 4,26 \cdot 810 + 2,6 \cdot 415 + 0,8 \cdot 489 = 7417,3 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле 32:

$$C_{о.д} = C_{ПРН} + C_M, \quad (32)$$

где $C_{ПРН}$ – 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 33:

$$C_{ПР} = t \cdot C_q \cdot k_t, \quad (33)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей, коленчатый вал с шатуном – 1 шт., рейка вертикальная и горизонтальная – 2 шт., переходник– 1 шт., прижим амортизатора верхний и нижний– 2 шт., распорка – 1 шт., прижимной винт– 1 шт.; трудоёмкость на изготовление деталей: коленчатый вал с шатуном – 4,1

чел.-ч., рейки – 1,8 чел.-ч., прижимы – 1,3 чел.-ч., переходник – 0,8 чел.-ч., распорка-0,6 чел.-ч., прижимной винт-0,6 чел.-ч.

$$t = (1 \cdot t_{\text{колен.с шат.}} + 2 \cdot t_{\text{рейка}} + 1 \cdot t_{\text{пер.}} + 2 \cdot t_{\text{п}} + 1 \cdot t_{\text{р}} + 2 \cdot t_{\text{п.винт}})$$

$$t = 1 \cdot 4,1 + 2 \cdot 1,8 + 1 \cdot 0,8 + 2 \cdot 1,3 + 1 \cdot 0,6 + 1 \cdot 0,6 = 12,6 \text{ чел.-ч}$$

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

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

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. Дальнейшие расчёты ведём по V разряду: $103,94 \cdot 1,60 = 166,3$ р./ч.

$$C_{\text{ПР}} = 12,6 \cdot 166,3 \cdot 1,03 = 2158,24$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле 34:

$$C_{\text{д}} = (5 \dots 12) \cdot C_{\text{ПР}} / 100, \quad (34)$$

$$C_{\text{д}} = 10 \cdot \frac{2158,24}{100} = 215,82 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле 35:

$$C_{\text{соц}} = 30 \cdot (C_{\text{ПР}} + C_{\text{д}}) / 100, \quad (35)$$

$$C_{\text{соц}} = 30 \cdot (2158,24 + 215,82)/100 = 712,21 \text{ р.}$$

$$C_{\text{ΣПР}} = 2158,24 + 215,82 + 712,21 = 3086,27 \text{ р.}$$

В таблице 18 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 18 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

| Значение | Сумма, руб. |
|---------------------------------|-------------|
| Заработная плата | 2158,24 |
| Дополнительная заработная плата | 215,82 |
| Начисления на заработную плату | 712,21 |
| Итого: | 3086,27 |

«Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле 36:

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (36)$$

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

Q_3 – масса заготовки, кг» [23].

В таблице 19 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 19 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

| Наименование детали | Материал | Количество, шт. | Цена за единицу | Сумма, руб. |
|---------------------|--------------|-----------------|-----------------|-------------|
| Коленвал с шатуном | Сталь 12ХНЗА | 1 | 6800 | 6800 |
| Рейка | Сталь 40 | 2 | 1300 | 2600 |
| Переходник | Сталь 40 | 1 | 1000 | 1000 |
| Прижим | Сталь 40 | 2 | 1200 | 2400 |
| Распорка | Сталь 40 | 1 | 800 | 800 |
| Итого: | – | – | – | 12600 |

$$C_M = 6800 + 2600 + 1000 + 2400 + 800 = 12600 \text{ р.}$$

$$C_{0Д} = 3086,27 + 12600 = 15686,27$$

«Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определяется по формуле 37:

$$C_{CB.П} = C_{CB} + C_{Д.СБ} + C_{СОЦ.СБ}, \quad (37)$$

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 38:

$$C_{CB} = T_{CB} \cdot C_{Д.СБ} \cdot k_t, \quad (38)$$

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

«Значение определяем по формуле 39:

$$T_{CB} = k_C \cdot \Sigma t_{CB}, \quad (39)$$

где t_{CB} – 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.

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

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{CB} = 12,5 \cdot 166,3 \cdot 1,03 = 2141,11 \text{ р.,}$$

$$C_{д.сб} = 0,1 \cdot 2141,11 = 214,11 \text{ р.,}$$

$$C_{соц.сб} = 0,3 \cdot (2141,11 + 214,11) = 706,57 \text{ р.,}$$

$$C_{сб.п} = 2141,11 + 214,11 + 706,57 = 3061,8 \text{ р.}$$

В таблице 20 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Таблица 20 – Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке

| Значение | Сумма, руб. |
|---------------------------------|-------------|
| Основная заработная плата | 2141,11 |
| Дополнительная заработная плата | 214,11 |
| Страховые взносы в фонды | 706,57 |
| Итого | 3061,8 |

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле 40:

$$C_{OH} = \frac{(C_{пр}' \cdot R_{оп})}{100}, \quad (40)$$

где $C'_{пр}$ – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

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

$$C'_{IP} = (C_{IP} + C_{CB}). \quad (41)$$

Подставив числовые значения в формулу 41 получим:

$$C'_{IP} = 1763,41 + 1900,22 = 3663,63 \text{ р.}$$

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

Для данной конструкции необходимо приобрести следующие компоненты: червячный редуктор – 1 шт., панель управления – 1 шт., электродвигатель – 1 шт., подшипник – 3 шт., тензометрический датчик силы – 1 шт., а также метизы. Перечень покупных деталей представлен в таблице 21» [29].

Таблица 21 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

| Наименование | Ед. изм | Колво | Цена за единицу, | Стоимость С _м , Р. |
|--------------------------------------|---------|-------|------------------|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Червячный редуктор RV030 | шт | 1 | 3130,00 | 3130,00 |
| Панель управления ПКУ3-11-21-22 УХЛ4 | шт | 1 | 130,00 | 130,00 |
| Электродвигатель АИР 63 А4 IM1001 | шт | 1 | 6180,00 | 6180,00 |
| Болт М6-6gx20-F ГОСТ Р 50274-92 | шт | 8 | 25,00 | 200,00 |
| Болт М6x25 ГОСТ 15589-70 | шт | 8 | 25,00 | 200,00 |
| Гайка М6-6Н ГОСТ 5927-70 | шт | 8 | 15,00 | 120,00 |
| Гайка М5-6Н ГОСТ 5929-70 | шт | 8 | 15,00 | 120,00 |

Продолжение таблицы 21

| | | | | |
|------------------------------------|----|----|---------|----------|
| Шайба А.6.37 ГОСТ 11371-78 | шт | 16 | 13,00 | 208,00 |
| Подшипник 5А-1000900 ГОСТ 10058-90 | шт | 1 | 201,00 | 201,00 |
| Подшипник 42202А ГОСТ 8328-75 | шт | 2 | 307,00 | 614,00 |
| Тензометрический датчик силы | шт | 1 | 4000,00 | 4000,00 |
| Всего: | | | | 15103,00 |

$$C_{\text{ПД}} = 3130 + 130 + 6180 + 200 + 200 + 120 + 120 + 208 + 201 + 614 + 4000 = 15103 \text{ р.}$$

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 22.

$$C_{\text{КОН}} = 7417,3 + 15686,27 + 3061,8 + 15103 + 549,54 = 41817,91$$

Таблица 22 – Затраты на изготовление конструкции

| Значение | Сумма, руб. |
|--|-------------|
| Стоимость изготовления корпусных деталей | 7417,3 |
| Затраты на изготовление оригинальных деталей | 15686,27 |
| Затраты на сборку | 3061,8 |
| Общепроизводственные накладные расходы | 15103 |
| Стоимость покупных изделий (деталей) | 549,54 |
| Итого: | 41817,91 |

Общие затраты на изготовление конструкции стенда для определения тяговых качеств автомобиля равны 41817,91 р.

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

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$Э_{\text{Г}} = C_{\text{ПР}} - C_{\text{КОН}}, \quad (42)$$

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

$$\mathcal{E}_Г = 100000 - 41817,91 = 58182,09 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{ок} = \frac{C_{кон}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (43)$$

$$O_{ок} = \frac{41817,91}{58182,09} = 0,7 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{эф} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{кон} \quad (44)$$

$$\mathcal{E}_{эф} = 58182,09 - 0,15 \cdot 41817,91 = 51909,40 \text{ р.}$$

В таблице 23 представлены основные показатели проекта.

Таблица 23 – Основные показатели проекта

| Показатели | Единица измерения | Значение | |
|--|-------------------|--------------|-----------------|
| | | До внедрения | После внедрения |
| Стоимость изготовления конструкции | р. | 100000 | 41817,91 |
| Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции | р. | – | 58182,09 |
| Экономический эффект | р. | – | 51909,40 |
| Срок окупаемости | год | – | 0,7 |

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» рассчитана эффективность разработки стенда для испытаний амортизаторов автомобилей с экономической стороны. Стоимость разработки стенда составляет 41817,91 р., срок окупаемости равен 0,7 года, что является отличным показателем для данной конструкции.

7 Производственная и экологическая безопасность стенда для испытаний амортизаторов автомобилей

7.1 Требования безопасности на участке изготовления лабораторной установки экспериментального производства

В приведенном разделе будут рассмотрены меры требований безопасности при изготовлении лабораторной установки на участке экспериментального производства, где производится сборка лабораторной установки.

Рассматриваемый участок экспериментального производства располагается на территории института машиностроения.

Данное помещение располагается в здании площадью 20 м².

На данном участке размещаются:

- Инверторный сварочный аппарат;
- Сверлильный станок;
- Стол, для использования угловой шлифовальной машины;
- Верстак с тисками.

7.2 Меры требований безопасности, во время проведения работ на экспериментальном участке

Каждый из работников должен пройти инструктаж требований безопасности перед началом работ.

На территории экспериментального участка в обязательном порядке должна размещаться инструкция по безопасности, чтобы во время проведения работ, инструкция была перед глазами.

При работе на оборудовании и инструментах размещенного на территории участка, рабочие обязаны соблюдать требования безопасности.

7.2.1 Инверторный сварочный аппарат

- Рабочий должен иметь допуск при работе на аппарате;
- Запрещена работа без одобрения старшего начальника на участке;
- При работе на инверторном сварочном аппарате, рабочий обязан соблюдать требования безопасности и пользоваться средствами индивидуальной защиты:

- Специальная одежда для проведения сварочных работ;

- Маска обеспечивающая защиту лица;

- Рукавицы из резины;

- Ботинки с металлическим носом.

- Важно обратить внимание на целостность заземляющего кабеля и сварочных кабелей. Для работы на сварочном аппарате необходимо использовать надежный и качественный инструмент, а также держатель электрода. Необходимо следить за работоспособностью оборудования. Если возникнут какие-либо сбои и сбои, пожалуйста, сообщите об этом старшему по району и завершите работу;

- При работе на территории участка строго запрещается находиться посторонним лицам;

- При выполнении работ с угловой шлифовальной машиной и сваркой, присутствует риск получить ожоги при работе;

- Важно своевременно вентилировать помещение, так как при сварочных работах выделяются опасные для органов дыхания газы.

7.2.2 Сверлильный станок

- Работник обязан получить допуск к работе на станке;

- Выполняющий работу должен пользоваться средствами индивидуальной защиты:

- Обувь с металлическим носком;

- Защитные штаны;

- Рукавицы;

- Плотная куртка;
- Очки для защиты глаз.
- Перед началом работы необходимо убедиться, надежно ли установлены изделие и сверло;
- Важно сверлить аккуратно, медленно и подконтрольно;
- При работе на станке не стоит трогать патрон руками, когда он включен;
- Заготовку необходимо закрепить перед работой;
- Категорически запрещено использовать сломанный и непригодный инструмент.

7.2.3 Угловая шлифовальная машина (УШМ)

Угловая шлифовальная машина – предназначена для резки и обработки материалов (камня, металла и т.д), диск УШМ вращается со скоростью 10000-11000об/мин, работая с данным инструментом, присутствует вероятность получения травмы.

При работе на УШМ категорически запрещается:

- Использовать машину без защитного кожуха, который установлен между диском и оператором, так же запрещается пользоваться изношенными и сломанными дисками;
- После работы, когда диск еще не остановился класть её на стол.

Требования для предотвращения травм оператора:

- Хорошо закрепить обрабатываемое тело;
- При с УШМ необходимо надевать СИЗ:
 - Обувь с металлическим носом;
 - Рабочие штаны;
 - Специальные рукавицы;
 - Куртка рабочая;
 - Очки предназначенные для защиты глаз.
- Перед началом работы необходимо всегда тщательно проверять диск

на целостность.

- Следить за тем, что бы шнур электропитания не оборвался и не повредился;

- Оператору при работе не стоит торопиться и быть внимательнее.

Выводы по разделу: отсюда можем сделать вывод. В разделе «производственная и экологическая безопасность стенда для испытаний амортизаторов автомобилей на участке» мы рассмотрели выполнение требований безопасности при работе на экспериментальном участке производства, где были приведены основные мероприятия, по предотвращению получения травм при работе на различном оборудовании.

Заключение

В данном дипломном проекте, был разработан и спроектирован стенд для испытаний амортизаторов автомобилей, в котором выполнены следующие этапы:

1)В разделе «Состояние вопроса» были рассмотрены основные типы конструкций амортизаторов, важность и актуальность этой разработки, и его универсальность стенда.

2)В разделе «Патентный анализ аналогов» были приведены примеры аналогов разрабатываемого стенда. Выявили преимущества и недостатки рассматриваемых конструкций. Основными недостатками, которых являются большие габариты и ценовая категория. Сделали выводы по данному пункту, учли все плюсы и минусы элементов аналогов. И спроектировали свою разработку.

3)В разделе «Конструкторская часть» рассмотрели состав деталей и принцип работы.

4)В экономической части рассчитали все затрачиваемые ресурсы на создание стенда. По полученным расчетам, можем сделать вывод, что данная идея разработки является бюджетной и функциональной, по сравнению с её прототипами.

5)Раздел «Производственная и экологическая безопасность проекта» несет в себе обращение и меры безопасности при изготовлении конструкции. Работа со сварочным аппаратом, сверлильным станком и угловой шлифовальной машиной (балгаркой) на участке.

Данный стенд можно использовать как лабораторную установку в университетах (для обучения и получения навыков студентам), так же на станциях технического обслуживания, либо же на предприятиях по производству упругих элементов (амортизаторов) и т.д. Ведь стенд для испытаний амортизаторов является малогабаритным, легко транспортируемым и не дорогостоящим.

Список используемых источников

1. Анурьев, В.И. Справочник технолога машиностроителя В.И.Анурьев М. : Машиностроение, 1980. – 688 с.
2. Автомобиль: Основы конструкции: Учеб, для ВУЗов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство»/ Н. Вишняков, В. К. Вахламов, А.Н. Нарбут и др. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение,1986, -304
3. Анохин В. И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. 592с.
4. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л.
5. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, - М. : Машиностроение, 2004. - 704 с: ил. - Библиогр. : с. 696. – Прил. : с. 483-695.
6. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасности труда на производстве / Л.Н.Горина;. - Тольятти 2002. – 34 с
7. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля / А.И.Гришкевич;. - М. : Высшая школа, 1987.–377 с.
8. Дмитриевский А. В. Автомобильные бензиновые двигатели / А. В. Дмитриевский. - М.: ООО «Издательство АСТ» : ООО «Издательство Астрель», 2005. - 127 с.
9. Егоров, А.Г. Методические указания к выполнению дипломных проектов технического направления / А.Г. Егоров;. - Тольятти 1988. - 35 с.
10. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Легковые автомобили Б.В. Кисуленко, – М. : Автополис-плюс, 2005. - 482 с.
11. Капрова, В.Г. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – “Автомобиле- и тракторостроение”. / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2003. – 50 с.

12. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. - 384с.
13. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник / Б.А. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1984. – 250 с.
14. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин;М. Машиностроение, 1984. -376 с.
15. Лысов, М.И. Машиностроение / М.И. Лысов;. - М. : Машиностроение,1972.–233 с.
16. Малкин, В.С. Конструкция и расчет автомобиля / В.С. Малкин; - КуАИ, 1978. – 195 с.
17. Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко; - Киев: Наукова думка, 1988.-736с.
18. Пехальский А. И. Устройство автомобилей: учебник для студ. Учреждений сред. проф. образования / А. И. Пехальский, И. А. Пехальский. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 528 с.
19. Раскин, А.М., Основы расчета и указания к дипломному проектированию агрегатов шасси автомобиля / А.М. Раскин; А.Ф. Яшин; - Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
20. Унгер Э. В., Машатин В. Н., Этманов С. А. Устройство и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ. - М.: Транспорт, 1976. - 392 с.50
21. Устройство автомобиля: Учебник для учащихся автотранспортных техникумов / Е. В. Михайловский, К. Б. Серебряков, Е. Я. Тур.—6-е изд.,стереотип.— М.: Машиностроение, 1987.—352 с.
22. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. Пособие / Л. А. Черепанов; ТолПИ. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-40 с: ил. - Библиогр. : с. 39.
23. Werner, E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1982. - p. 134.
24. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

25. König, R. Schmieretechnik / R. König. - Springer, 1972. - p.164.
26. Wittel, H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung – Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.
27. Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer,p.
28. Concepcion, M. Includes operating parameters, advantages and electronic components for all CVTs - 2nd edition / M. Concepcion. - Create Space Independent Publishing Platform, 2013. - 76 p.
29. Maten, J. Continuously Variable Transmission (CVT) / J. Maten, B Anderson. -SAE Internatioal, 2006. - 400 p.