

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 пневматической подвески для автомобилей
LADAVesta**

Студент

Н.И. Голубев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент Е.А. Боргардт

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

Тольятти 2020

Аннотация

В представленной расчетно-пояснительной записке содержатся расчеты и описательная часть по проделанной работе, связанной с разработкой пневматической подвески легкового автомобиля LADA Vesta. В соответствии с выданным заданием, выполнен тяговый расчет автомобиля. Произведен обзор аналогов конструкции и произведен сравнительный анализ по имеющимся наработкам в данной области. Произведен подбор конструктивных элементов, при помощи которых производится формирование конструкции.

На уровне технического проекта произведена разработка конструкции элементов пневматической подвески. Произведен расчет конструкции, силовой и прочностные расчеты.

Произведена разработка технологии проведения сборочных работ разрабатываемой конструкции подвески.

На листы графической части вынесены результаты анализа конструкции, общий вид транспортного средства, отдельные узлы и детали, графики по произведенным в ходе работы расчетам.

Выполнена разработка безопасности жизнедеятельности на участке, разработаны мероприятия по поддержанию безопасных условий труда.

Выполнено обоснование произведенной работы в рамках НИОКР с технико-экономической точки зрения, произведен расчет эффективности проводимых мероприятий.

Abstract

The presented settlement and explanatory note contains the calculations and a descriptive part of the work done related to the development of the air suspension of the LADA Vesta. In accordance with the issued assignment, traction calculation of the car was performed. A review of analogues of the design and a comparative analysis of the available developments in this field. The selection of structural elements with the help of which the formation of the structure is made.

At the technical design level, the design of the air suspension elements was developed. Design, power and strength calculations were performed.

The technology for the assembly work of the suspension structure under development was developed.

The sheets of the graphic part contain the results of the analysis of the structure, the general view of the vehicle, individual units and parts, and graphs of the calculations made during the work.

The development of life safety at the site has been completed, measures have been developed to maintain safe working conditions.

The substantiation of the work performed in the framework of R&D from the technical and economic point of view is completed, the effectiveness of the measures taken is calculated.

Содержание

Введение	7
1 Анализ существующих конструкций и выбор необходимого технического решения	9
1.1 Общие сведения и требования к подвеске	9
1.2 Подвеска на двойных рычагах	11
1.3 Подвеска Макферсон	13
1.4 Полузависимая подвеска со скручивающейся балкой	16
1.5 Пневматическая подвеска	17
2 Патентные исследования конструкции, взятой на проработку	22
3 Описание разрабатываемой конструкции агрегата, узла или системы и условий эксплуатации	41
3.1 Амортизатор с пневматическим регулированием демпфирования	41
3.2 Блок управления уровнем кузова J197	42
3.3 Агрегат подачи воздуха	43
3.4 Блок компрессора	44
3.5 Пневматический выпускной клапан	45
3.6 Ограничительный клапан	47
3.7осушитель воздуха	47
3.8 Ресивер	48
3.9 Электромагнитные клапаны	49
3.10 Датчик давления G291 в системе регулирования уровня кузова	50
3.11 Датчики уровня кузова G76, G77, G78 и G289	51
3.12 Датчики ускорения кузова G341, G342 и G343	52
4 Расчет разрабатываемого технического решения или описание технологического процесса модернизации	54
4.1 Тягово-динамический расчет	54
4.1.1 Исходные данные	54

4.1.2	Расчет внешней скоростной характеристики	55
4.1.3	Выбор передаточных чисел трансмиссии	56
4.1.4	Силовой баланс автомобиля	57
4.1.5	Мощностной баланс автомобиля	58
4.1.6	Динамическая характеристика автомобиля	62
4.1.7	Характеристика ускорения автомобиля	63
4.1.8	Характеристика разгона автомобиля	65
4.1.9	Топливо-экономическая характеристика	66
4.2	Расчет нагрузок, приходящихся на оси	67
4.3	Определение статических нагрузок в пневматическом элементе и шарнирах	71
4.4	Расчет упругого элемента подвески	72
5	Техническое обслуживание элементов пневматической подвески	77
5.1	Перечень операций технического обслуживания проектируемой подвески	77
5.2	Разработка операционно-технологической карты	80
6	Безопасность и экологичность производимых работ по проектированию пневматической подвески	81
6.1	Описание технологических операций	81
6.2	Идентификация вредных производственных факторов	83
6.3	Общие требования по обеспечению безопасности выполнения работ	85
6.4	Требования эргономики при работе за компьютером	95
6.5	Расчет вентиляции в помещении	103
7	Экономическое обоснование проекта	106
7.1	Цель проекта	106
7.2	Перечень стадий и этапов выполнения НИОКР	106
7.3	Расчет затрат на проведение НИОКР	110
7.4	Расчет затрат на производство изделия	115
	Заключение	119

Список используемых источников	121
Приложение А Внешняя скоростная характеристика	125
Приложение Б Скорость автомобиля на разных передачах	125
Приложение В Силовой баланс	127
Приложение Г Динамический фактор	128
Приложение Д Прямые и обратные ускорения автомобиля	129
Приложение Е Время и путь разгона автомобиля	130
Приложение Ж Мощностной баланс автомобиля	131
Приложение И Мощностной баланс автомобиля на различных передачах	132
Приложение К Топливно-экономическая характеристика	133

Введение

Выпускная квалификационная работа на тему «Разработка пневматической подвески для автомобилей LADA Vesta» является итоговой аттестационной работой, в которой студент демонстрирует все знания и умения, полученные им в процессе обучения.

Актуальность темы обусловлена тенденцией к постоянной модернизации существующих моделей, с целью расширения ассортиментного ряда компании. Кроме того, пневматическая подвеска является подвеской, применяемой на автотранспортных средствах, относящихся к премиальному сегменту. Однако, такая подвеска дает пользователю автомобиля комфортность и управляемость совершенно иного, значительно более высокого уровня, поэтому производство подобных транспортных средств ограниченной серией будет иметь коммерческий успех.

Пневматические подвески в основном используются в автомобилях зарубежных производителей: Audi A6 (бесступенчатая электронная пневмоподвеска с регулировкой жесткости амортизаторов и возможностью изменения клиренса), Porsche Cayenne 958 (пневмоподвеска с замкнутым контуром на азоте), Volkswagen Touareg, KIA Mohave, Шведский седан Volvo S90, Mercedes-Benz M – класса используют адаптивную пневмоподвеску Airmatic Dual Control с системой регулирования демпфирующих свойств) и другие.

В представленном дипломном проекте рассматривается установка пневматической подвески LADA Vesta с механической коробкой передач с объемом 1,8 литра с целью улучшения показателей автомобиля, для снижения нагрузки на подвеску, для контроля клиренса автомобиля, для плавности хода, управляемости в поворотах.

В рамках выпускной работы была поставлена задача произвести расчет на уровне технического проекта подвески легкового автомобиля и его узлов и деталей.

Также требуется произвести анализ конструкции подвесок, применяемых в автотранспортных средствах различными производителями. требуется произвести патентный поиск, вынося на ист графической части результаты произведенного анализа.

Для дипломного проекта необходимо произвести анализ факторов безопасности жизнедеятельности на производимые конструкторские работы и комплекс работ НИОКР.

Также для разрабатываемой подвески необходимо произвести технико-экономическое обоснование по производимым работам и рассчитать срок окупаемости, с учетом капитальных вложений.

1 Анализ существующих конструкций и выбор необходимого технического решения

1.1 Общие сведения и требования к подвеске

«В подвеске автомобиля можно выделить три группы элементов: направляющие - рычаги, упругие - пружины и стабилизаторы, и демпфирующие – амортизаторы» [9].

«Две последних, то есть стабилизаторы, пружины и амортизаторы, являются краеугольным камнем в большинстве споров о ходовых качествах автомобилей. И это во многом справедливо, ведь перечисленные детали определяют столь ощутимые и важные параметры как плавность хода, валкость и характер управляемости. Конструкция же подвески - геометрия рычагов - зачастую остается в тени, хотя по своей значимости и влиянию на поведение автомобиля ничуть не уступает остальным факторам.

Итак, что же определяет конструкция подвески. Прежде всего, она задает траекторию движения колеса в ходе сжатия и отбоя. В идеальном случае эта траектория должна быть такой, чтобы колесо всегда оставалось перпендикулярным дороге, дабы площадь контакта шины с покрытием была максимальна. Однако, как мы увидим дальше, добиться этого удается редко – как правило, в процессе сжатия подвески у колес меняется развал, а в повороте они наклоняются в сторону вместе с кренящимся кузовом. И чем значительней их отклонение от вертикали, тем меньше пятно контакта шин. Таким образом, устойчивость автомобиля, уровень его сцепления с дорогой – параметры, всецело определяемые конструкцией подвески.» [5]

«Геометрия рычагов влияет и на управляемость, только здесь сказывается уже нестабильность схождения колес. Последствия представить нетрудно – на неровностях автомобиль начинает рыскать, а в повороте проявляется склонность к избыточной или недостаточной поворачиваемости. Это явление можно использовать и во благо, компенсируя, например,

склонность к сносу у переднеприводных моделей. Постоянной, как правило, оказывается и колея автомобиля – даже небольшой ход подвески может приводить к её изменению на пару сантиметров. Все это, разумеется, ведет к увеличению сопротивления движения, а, в конечном счете, и к росту расхода топлива и ускоренному износу шин. Но куда опаснее тот факт, что при этом снижается устойчивость прямолинейного движения, ведь сцепные свойства шин «расходятся» не на удержание автомобиля, а на сопротивление расходящимся в стороны колесам.» [9]

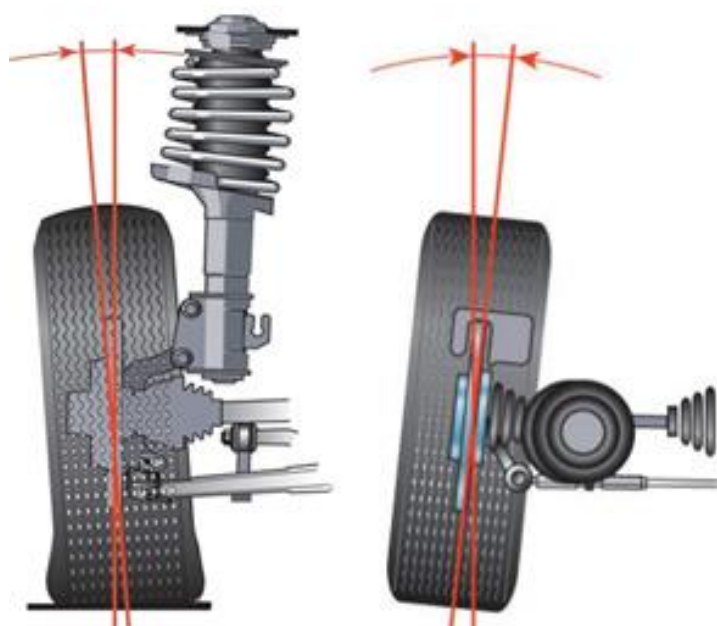


Рисунок 1.1 – Развал колеса

«Сказывается конструкция подвески и на плавности хода. Величиной неподрессоренных масс, куда входит и масса всех рычагов (хотя и не полностью, так как они одним концом крепятся к кузову), а, во-вторых, своим внутренним трением. Дело в том, что многие современные подвески, в особенности многорычажные, обладают способностью двигаться только за счет деформации резинометаллических шарниров, сайлент-блоков, используемых для крепления рычагов. Замени их на жесткие подшипники – и подвеска окаменеет, потеряет способность двигаться, ведь каждый из рычагов вокруг своей точки крепления описывает окружность, а эти

окружности пересекаются максимум в двух точках. Применяя же резинометаллические шарниры (причем с варьирующейся жесткостью по разным направлениям), удастся достичь более сложной кинематики рычагов и обеспечить-таки ход подвески, правда, одновременно увеличив и трение. А чем оно выше, тем хуже фильтрация неровностей» [9].

Также конструкция подвески оказывает влияние на уровень кренов автомобиля. «Речь идет не о пружинах и амортизаторах, а именно о схеме расположения рычагов. Их конструкция задает центр поперечного крена – упрощенно говоря, точку, вокруг которой кренится кузов. Обычно она находится ниже центра тяжести – точки приложения силы инерции, а потому в повороте автомобиль наклоняется наружу. Однако, меняя расположение и наклон рычагов, центр крена можно повысить, уменьшив или даже полностью устранив наклон кузова. Если же эта точка окажется выше центра тяжести, то крен снова появится, но уже в обратную сторону - внутрь поворота, как у мотоцикла! Но это в теории, а на практике попытки повысить центр крена сопровождаются рядом проблем вроде слишком сильного изменения колеи, а потому речь идет лишь о некотором уменьшении кренов, но и оно того, безусловно, стоит.

Таким образом, проектирование подвески – задача очень ответственная и трудная, а её решение – это всегда поиск компромисса. А к каким решениям приводит этот поиск, мы сейчас и посмотрим. Ниже приведены описания наиболее распространенных современных подвесок.» [9]

1.2 Подвеска на двойных рычагах

Появившись в тридцатых годах, подвеска на двойных рычагах, показанная на рисунке 1.2, до сих пор остается неизменным компонентом спортивных автомобилей. Как следует из названия, колесо в ней удерживается на двух поперечных рычагах, крепящихся к подрамнику или непосредственно к кузову.

«Преимущества такой конструкции – очень широкие возможности для настройки. Например, варьируя угол наклона рычагов, можно задавать высоту поперечного крена, а, выбирая их длину – управлять изменением колеи и развала.» [9].



Рисунок 1.2 – Подвеска на двойных рычагах.

«Как правило, верхний рычаг делают короче нижнего, что позволяет при минимальном расширении колеи придавать колесам отрицательный развал в ходе сжатия - проще говоря, сделать так, чтобы, сжимаясь, подвеска «заваливала» верх колеса внутрь. Теперь в повороте нагруженное внешнее колесо оказывается уже гораздо ближе к вертикали, поскольку отрицательный развал частично компенсирует наклон колеса вместе с кузовом. Конечно, в этом тоже есть негативная сторона – меняющийся развал ухудшает условия работы покрышек в момент торможения, когда подвеска так же сжимается. А потому конструкторам приходится поразмышлять и над продольным наклоном рычагов – при их определенном положении подвеска может активно препятствовать клевку на торможении.» [9]

«Большим преимуществом подвески так же является возможность получения высокого центра крена. В данном случае его можно расположить на любой высоте, но с некоторого момента этот подъем вызывает непостоянство колеи на ходе сжатия.

Из-за относительно большой высоты двухрычажная подвеска чаще всего применяется на передней оси. Впрочем, её можно сделать и компактнее, но для этого рычаги уже нужно крепить к подрамнику, так как при их сближении возрастает усилие на опоры. Поэтому на задней оси, где нежелательно отнимать место у багажника, двухрычажная подвеска собирается именно на подрамнике.» [10]

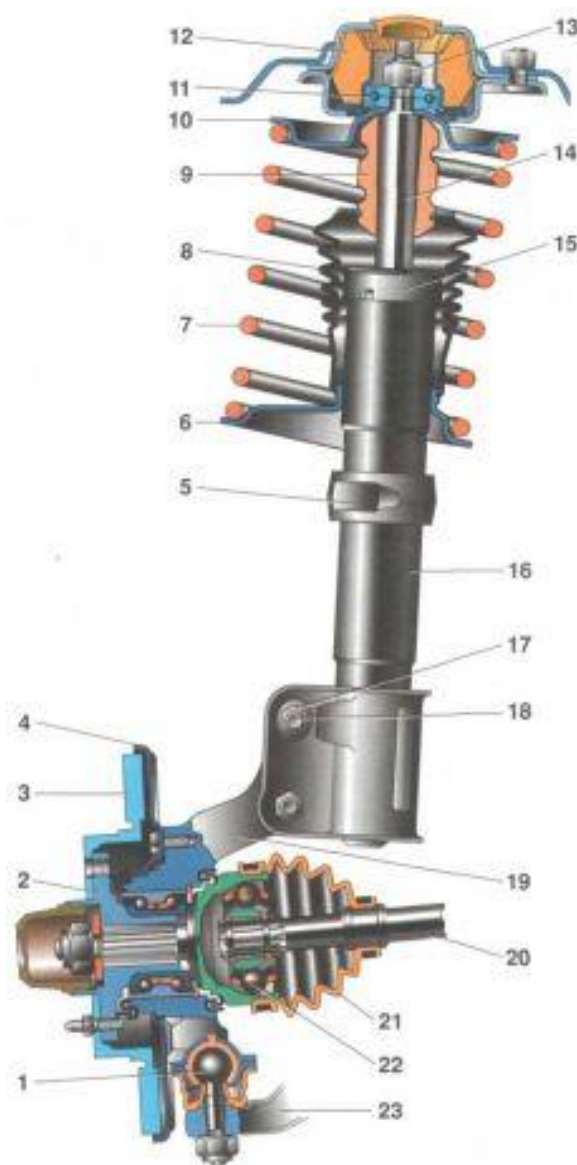
1.3 Подвеска Макферсон

В настоящее время в автомобильной промышленности, Макферсон , показанный на рисунке 1.3 – наиболее популярный тип подвески в настоящий момент.

«Объясняется это простотой конструкции, легкостью и небольшой шириной, что делает её незаменимой в условиях тесноты современных моторных отсеков. Однако на задней оси, где требования к компактности уже не так актуальны, её встретишь нечасто.» [9].

«В отличие от двухрычажной схемы в подвеске Макферсон остался только нижний поперечный рычаг, а вместо верхнего функции направляющего элемента исполняет амортизаторная стойка, упирающаяся в брызговик. Лишившись верхнего рычага, подвеска потеряла и способность к изменению развала при относительно стабильной колее, а возможности настройки резко сократились. Фактически конструкторам приходится выбирать: либо наклонить рычаг наружу и получить благоприятное изменение развала (то есть устойчивость в поворотах) ценой непостоянства колеи, либо расположить его ближе к горизонтали, и, наоборот, стабилизировать колею (то есть улучшить устойчивость на прямой), снизив

сцепление в поворотах. Как правило, выбирают первый путь, в которого пользу говорит и возможность получения высокого центра крена. Конечно, это характерно и для других типов подвески, но в гораздо в меньшей степени, а потому на задней оси, которая обычно и воспринимает дополнительный вес, Макферсон применяется редко.» [13]



1- шаровая опора; 2- ступица; 3- тормозной диск; 4- защитный кожух; 5- поворотный рычаг; 6- нижняя опорная чашка; 7- пружина подвески; 8- защитный чехол телескопической стойки; 9- буфер сжатия; 10- верхняя опорная чашка; 11- подшипник верхней опоры; 12- верхняя опора стойки; 13- гайка штока; 14- шток; 15- опора буфера сжатия; 16- телескопическая стойка; 17- гайка; 18- эксцентриковый болт; 19-поворотный кулак; 20- вал привода переднего колеса; 21- защитный чехол шарнира; 22- наружный шарнир вала; 23- нижний рычаг.

Рисунок 1.3 – Схема подвески на двойных рычагах

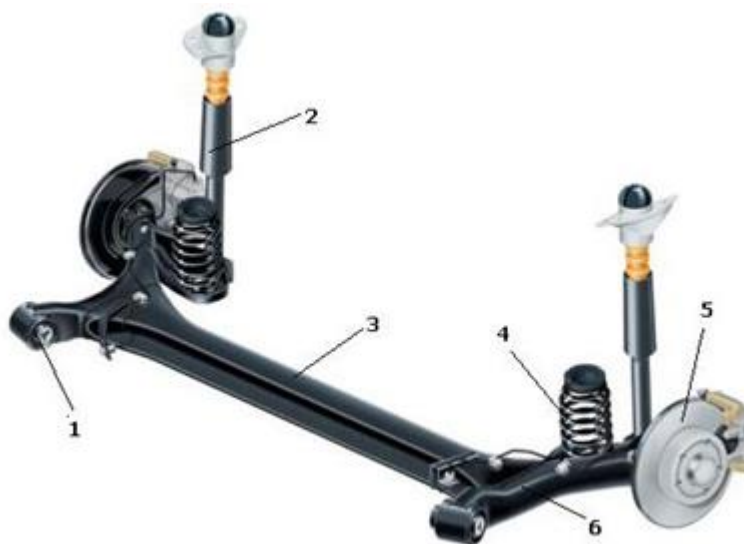
«В отличие от двухрычажной схемы в подвеске Макферсон остался только нижний поперечный рычаг, а вместо верхнего функции направляющего элемента исполняет амортизаторная стойка, упирающаяся в брызговик. Лишившись верхнего рычага, подвеска потеряла и способность к изменению развала при относительно стабильной колее, а возможности настройки резко сократились. Фактически конструкторам приходится выбирать: либо наклонить рычаг наружу и получить благоприятное изменение развала (то есть устойчивость в поворотах) ценой непостоянства колеи, либо расположить его ближе к горизонтали, и, наоборот, стабилизировать колею (то есть улучшить устойчивость на прямой), снизив сцепление в поворотах. Как правило, выбирают первый путь, в которого пользу говорит и возможность получения высокого центра крена. Кстати, его положение определяется все тем же наклоном рычага, а потому здесь кроется и еще одна неприятность – заметное увеличение кренов по мере загрузки автомобиля, когда подвеска проседает, и рычаг меняет наклон. Конечно, это характерно и для других типов подвески, но в гораздо в меньшей степени, а потому на задней оси, которая обычно и воспринимает дополнительный вес, Макферсон применяется редко.» [9]

«К недостаткам можно отнести и повышенное трение в амортизаторной стойке, что ухудшает фильтрацию неровностей и дорожных шумов, а так же увеличивает нагрузку на брызговик. Именно поэтому подвеску Макферсон почти не встретишь на внедорожниках (исключение Range Rover), хотя она и обеспечивает большой ход колеса.

А вот на некоторые спортивные автомобили эта подвеска устанавливается, в частности на Porsche 911 и Cayman – жесткие амортизаторы и пружины ограничивают ход колес, и недостатки подвески почти не проявляются.» [10]

1.4 Полузависимая подвеска со скручивающейся балкой

«Наиболее распространенный пример торсионной подвески – задняя полунезависимая подвеска легковых автомобилей с передним приводом. Данная подвеска представляет собой два продольных рычага, которые соединены между собой Н-образной балкой, как показано на рисунке 1.4. Соединительная балка в силу своей конструкции имеет возможность работать на скручивание и позволяет колесам обрабатывать неровности независимо друг от друга» [9].



1- резинометаллический шарнир; 2- амортизатор; 3- поперечная балка(торсионная балка); 4- витая пружина; 5- ступица колеса; 6-продольный рычаг.

Рисунок 1.4 – Схема полунезависимой подвески со скручивающейся балкой

Принцип работы торсионной подвески

За счет того что торсионный вал жестко закреплен на кузове или раме автомобиля, то при работе подвески на него воздействуют силы скручивания. Однако торсионный вал изготавливается из особого сплава и имеет определенную закалку, что позволяет ему работать в качестве пружинного

элемента. При скручивании вал стремится вернуть колесо автомобиля в первоначальное положение. Принцип работы аналогичен пружинной или подрессоренной подвеске.

Преимущества торсионов

Несмотря на то, что принцип работы торсионной и пружинной подвески практически не отличается, торсионные валы имеют несколько преимуществ перед пружинами или рессорами:

1. простое и компактное устройство подвески;
2. легкость ремонта и обслуживания;
3. возможность регулировки жесткости подвески.

Торсионные валы занимают весьма мало места, что позволяет сделать подвеску максимально компактной. Обслуживание и самостоятельный ремонт торсионной подвески не доставляют хлопот. Замена одного из торсионов производится с гораздо меньшими трудозатратами, нежели замена пружин.

«Также стоит обратить внимание, что торсионная подвеска может регулироваться по жесткости, чего не позволяет делать классическая пружинная. На некоторых автомобилях регулировка жесткости подвески производится автоматически или вручную дистанционно при помощи электродвигателей, которые регулируют предварительное усилие торсионов.» [9]

1.5 Пневматическая подвеска

«Пневматическая подвеска автомобиля – это разновидность подвески, при помощи которой имеется возможность регулировки клиренса (высоты кузова относительно дорожного полотна). В настоящее время пневмоподвеска довольно широко применяется на грузовиках и полуприцепах. Легковые автомобили также оборудуются пневмоподвеской, показанной на рисунке 1.5 и рисунке 1.6, однако это касается в большей

степени машин бизнес-класса. В пневматической подвеске в качестве упругих элементов применяются пневмоупоры на каждом колесе» [9].



Рисунок 1.5– Передняя пневматическая подвеска

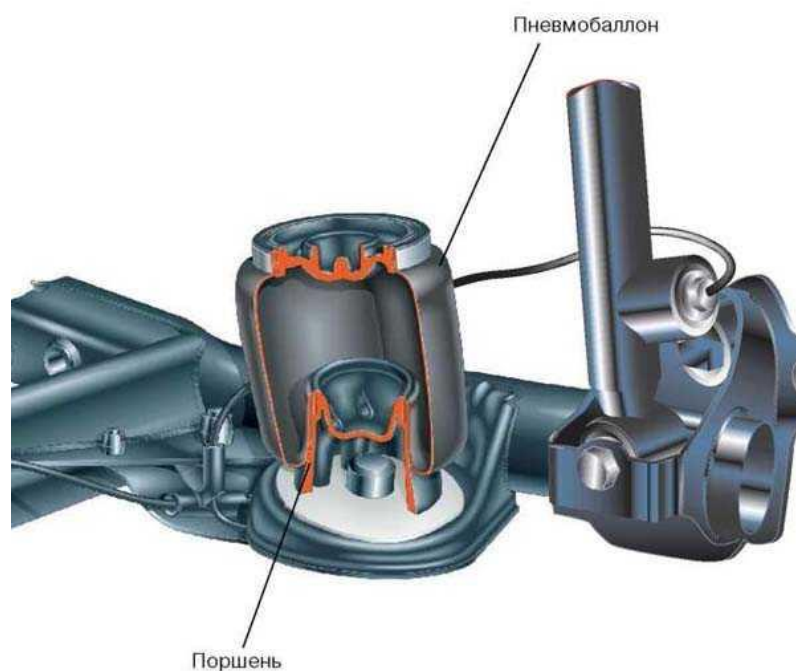


Рисунок 1.6– Задняя пневматическая подвеска

«Стоит отметить, что пневматическая подвеска не является отдельным видом подвески автомобиля. Пневмоподвеска может основываться на конструкциях уже имеющихся подвесок. Пневмоэлементы могут быть смонтированы на стойках Макферсон, многорычажной подвеске, упругой балке и прочих. Основным предназначением пневмоподвески является обеспечение более высокого уровня безопасности и комфорта при вождении. Стоит отметить, что адаптивная подвеска многих автомобилей бизнес-класса основана именно на пневматических упругих элементах с динамически изменяющейся жесткостью.» [9]

«Разновидности пневматических подвесок Можно выделить три основных типа пневмоподвески: одно-, двух- и четырехконтурная, рисунок 1.7. Также следует отметить, что пневмоподвеска может входить в комплектацию автомобиля, а может устанавливаться и самостоятельно. При самостоятельной установке наиболее часто пневмоподвеска позволяет лишь изменять высоту кузова в ручном режиме.» [13]



Рисунок 1.7– Виды пневматических подвесок по контурам

«Одноконтурная система устанавливается только на одну ось автомобиля. Это может быть как передняя, так и задняя ось. В штатном исполнении одноконтурной системой наиболее часто комплектуются грузовые автомобили и седельные тягачи. В данном случае имеется возможность регулировки жесткости задней оси в зависимости от загрузки автомобиля. Двухконтурная система пневмоподвески может быть

установлена как на одну ось, так и на две. В случае с установкой на одну ось, осуществляется независимое регулирование колес. Если двухконтурная система осуществляет управление двумя осями, то это аналогично двум одноконтурным системам. Четырехконтурная система является наиболее сложной, но и наиболее функциональной. В такой системе осуществляется регулировка пневмоподпора каждого колеса. В четырехконтурных система, как правило, применяется электронный блок управления, который в совокупности с датчиками осуществляет автоматическую регулировку давления в пневмоэлементах.» [9]

2 Пневмоподвеска позволяет регулировать высоту кузова в ручном и автоматическом режиме. В ручном режиме водитель имеет возможность самостоятельно увеличивать или уменьшать дорожный просвет автомобиля. А если в конструкции подвески имеются пневматические амортизаторные стойки, то в этом случае также имеется возможность регулировки жесткости подвески. Автоматический режим работы разных подвесок может существенно отличаться. Стоит отметить, что в автоматическом режиме работают именно адаптивные подвески, в обязанности которых входит поддержание определенного клиренса и жесткости амортизаторов в зависимости от различных условий. Наиболее часто в алгоритме работы адаптивной пневмоподвески используются такие параметры как скорость, ускорение, наклон и прочие. В зависимости от скорости движения, интенсивности ускорения, система подстраивает значение клиренса для наилучшей аэродинамики автомобиля. При прохождении поворотов на большой скорости оцениваются крены машины, и за счет сжатого воздуха увеличивается жесткость нагружаемых амортизаторных стоек. Адаптивная пневмоподвеска позволяет максимально снижать центр тяжести автомобиля, за счет чего достигается лучшая управляемость и аэродинамика.» [10]

К достоинствам пневмоподвески относят следующее:

1. Снижение тряски, что повышает комфорт для пассажиров и безопасность для хрупких и непрочных грузов (например бытовой техники)
2. Возможность регулировки просвета, уровня пола и горизонтирования полуприцепа.
3. Снижение износа рычагов и других деталей подвески.
4. Повышает устойчивость автомобиля или автобуса, так же может спасти при отказе тормозов.
5. Наличие компрессора дает возможность выведения шланга для накачки шин и других предметов, а так же использование воздушного шланга в для сдувания пыли в кабине что практикуется в ряде тягачей Европейского типа практически всех марок.

К недостаткам пневматической подвески относят следующее:

1. Высокая себестоимость производства и эксплуатации и соответственно цена покупки .
2. Необходимость целого ряда сложных механизмов и обслуживания зависимость от них.
3. Высокая вероятность поломки и отказа системы.
4. При плохой работе компрессора может потребоваться ожидание накачки воздуха.

«Все конструкции имеют свои особенности, определяющие их уникальные плюсы и минусы. А потому можно лишь говорить об универсальности, балансе характеристик, и в этом случае однозначными лидерами оказываются двухрычажные и многорычажные подвески.» [9]

Отдельно стоит отметить пневмоподвеску. Главный недостаток подвески- высокая себестоимость как производства, так и обслуживания, ведёт противостояние с главным достоинством- комфорт для пассажиров и безопасность для хрупких и непрочных грузов. При бережной эксплуатации мы получаем автомобиль, который может показать себя как на трассе, так и на бездорожье.

2 Патентные исследования конструкции, взятой на проработку

Первым легковым автомобилем массового производства на пневматической подвеске был знаменитый французский автомобиль «Ситроен ДС-19», серийный выпуск которого начался в 1955 г. На всех колесах машины были установлены регулируемые поршневые пневморессоры. Автомобили «Ситроен» с такими пневморессорами с успехом выпускаются и в настоящее время. Пневморессоры с РКО впервые появились на легковых автомобилях серийного производства в 1957 г. в США. Это была дорогостоящая машина «Кадиллак Эльдorado». В пневматической подвеске автомобиля использовались РКО диафрагменного типа. Такие же РКО были установлены на серийном автомобиле «Мерседес-Бенц» 300 SE выпуска 1961 г. Он оказался одним из последних автомобилей с пневматической подвеской такого типа. Попытки применения РКО диафрагменного типа не получили распространения на легковых автомобилях.

В СССР в начале 50-х гг. велись интенсивные разработки пневматических подвесок для автобусов и грузовых автомобилей. На Всесоюзном совещании по проблемам пневмоподвески были представлены опытные образцы грузовых автомобилей и автобуса с пневморессорами на основе РКО. Позже началось серийное производство автобусов с пневмоподвеской на Львовском и Ликинском автобусных и троллейбусном имени Урицкого (ЗиУ) заводах. Опытный автомобиль «Москвич» с пневматической подвеской был изготовлен в конце 60-х гг. на Ижевском автозаводе.

Сравним некоторые иностранные автомобили с пневматическими подвесками.

- США, Патент US5632471A

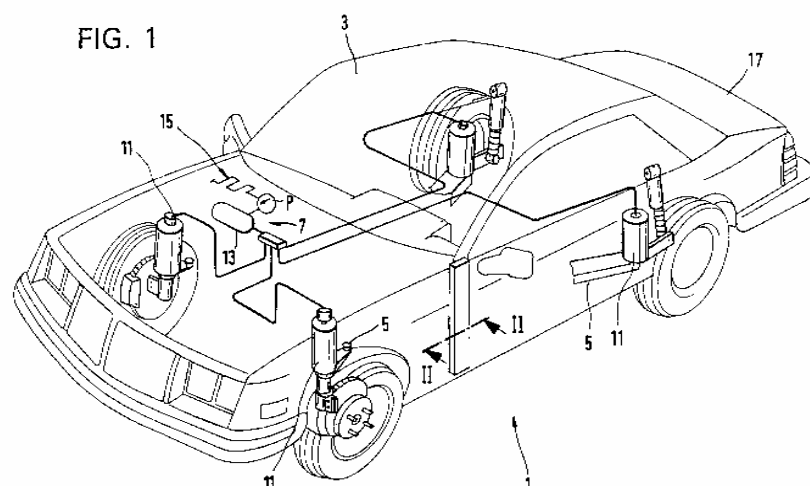


Рисунок 2.1 - Общая иллюстрация системы пневматической подвески в моторном транспортном средстве по патенту US5632471A

На рисунке 2.1 показан автомобиль 1, который включает в себя кузов 3 и раму 5 транспортного средства. Рама 5 содержит пневматическую подвесную систему 7 для рамы 5 и осевых частей 3. Система 7 пневматической подвески включает в себя пневматические пружины 11, которые закреплены на колесах рамы транспортного средства 5. Пневматические пружины 11 предпочтительно соединены с баллоном сжатого воздуха 13 и насосом 15, который используется для заполнения баллона сжатого воздуха. Различные клапаны предпочтительно управляют соединением между воздушными пружинами и баллоном сжатого воздуха, но эти клапаны не показаны на чертеже, ради простоты.

Кузов транспортного средства может включать, среди прочего, кузов 17, который включает в себя отдельные, в основном двумерные части, но также включает полые тела. В частности, пассажирский салон и многие несущие части кузова по существу образованы полыми корпусами.

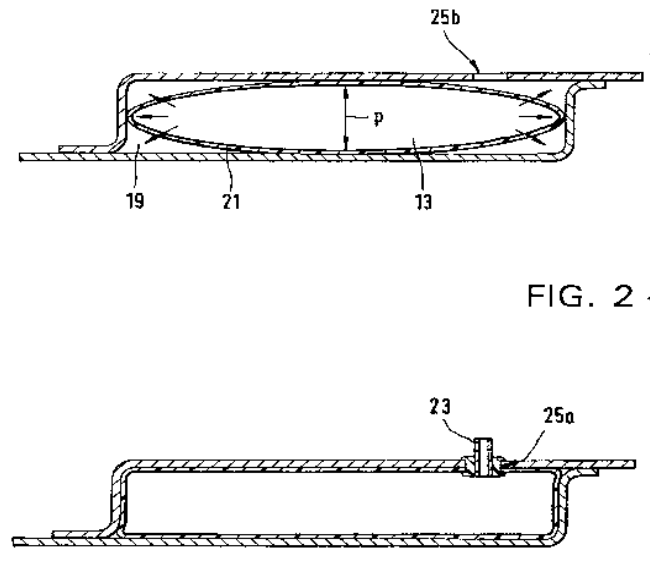


Рисунок 2.2 – Поперечное сечение полого корпуса по патенту US5632471A

На рисунке 2.2 показано, как может выглядеть поперечное сечение полого корпуса, например стойка, содержащая дверные защелки для передних дверей. Полость 19 полого корпуса может иметь замкнутую стенку. Гибкая оболочка или пузырь 21 предпочтительно образует сам контейнер со сжатым воздухом, в результате чего по соображениям безопасности и надежности оболочка реализуется в виде многослойной конструкции. Стенка полого корпуса предпочтительно поддерживает оболочку или пузырь 21 со всех сторон, так что требования к прочности оболочки достаточно низки. Замкнутый, и таким образом обжатый воздушный контейнер таким образом способен использовать даже полости с сложными формами. Для соединения с системой пневматической подвески предпочтительно имеется воздушное соединение 23, которое одновременно является компонентом оболочки 21. Целесообразно одновременно вулканизировать воздушное соединение с оболочкой при изготовлении последней.

В соответствии, по меньшей мере, с одним предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения, эти схемы показаны альтернативно на рисунке 2.2 можно было бы предположительно предусмотреть для любого из различных видов использования. Например, можно себе представить, что схемы, проиллюстрированные на рисунке 2.2 могут быть сконфигурированы для подачи сжатого воздуха к другому компоненту автомобиля, требующему сжатого воздуха, якобы, через соединение 23 или другое подходящее соединение.

U.S. Patent May 27, 1997 Sheet 4 of 16 5,632,471

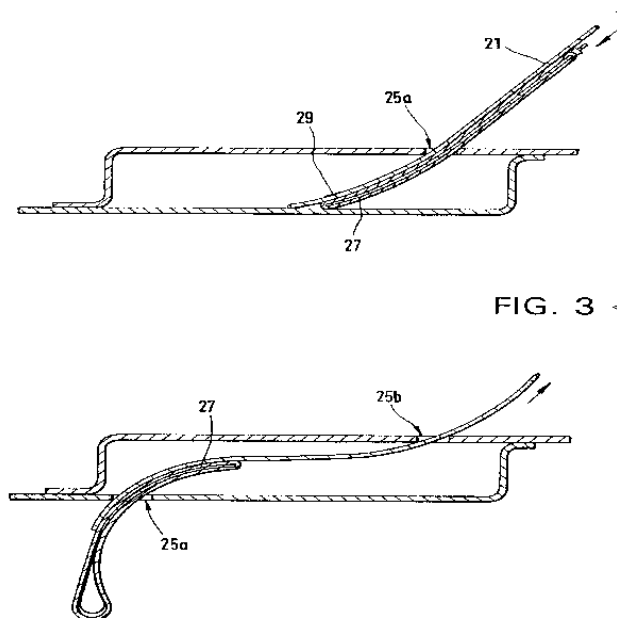


Рисунок 2.3 – Способ установки оболочки по патенту US5632471A

На рисунке 2.3 иллюстрируется способ установки оболочки. Показано, как оболочка 21 для баллона со сжатым воздухом 13 может быть установлена в произвольной полости 19 с помощью чрезвычайно простых средств. Если полость 19 не имеет отверстия, то предпочтительно сделать отверстие 25a в полости. Оболочка 21 предпочтительно вводится в полость 19 через отверстие 25a. для этого целесообразно использовать установочный стержень 27, который соединен с оболочкой, так как оболочка 21 может быть быстро и плавно введена в полость с помощью установочного стержня 27.

Крепление 29 между установочным стержнем и оболочкой может быть легко отсоединено после установки контейнера со сжатым воздухом.

На приведенной иллюстрации два отверстия 25 а и б могут быть использованы для установки контейнера со сжатым воздухом, в этом случае установочный стержень вставляется через одно отверстие 25а и удаляется через второе отверстие 25б. второе отверстие 25б выгодно для заполнения контейнера со сжатым воздухом, поскольку воздух в полости 19 может предположительно выйти через это отверстие 25б (смотри рисунок 2.1).

В варианте осуществления, иллюстрированном на рисунке 2.4, довольно большие отверстия могут быть закрыты крышкой 31, после того как оболочка 21 была вставлена в полость 19 (не показано). Введение оболочки особенно просто, и крепление крышки 31 не требует никаких сборочных или монтажных инструментов или зажимов, так как крышка 31 удерживается закрытой давлением сжатого воздуха внутри контейнера а, а крышка 31 крепится к внутренней стенке полости 19.

U.S. Patent May 27, 1997 Sheet 5 of 16 5,632,471

FIG. 4

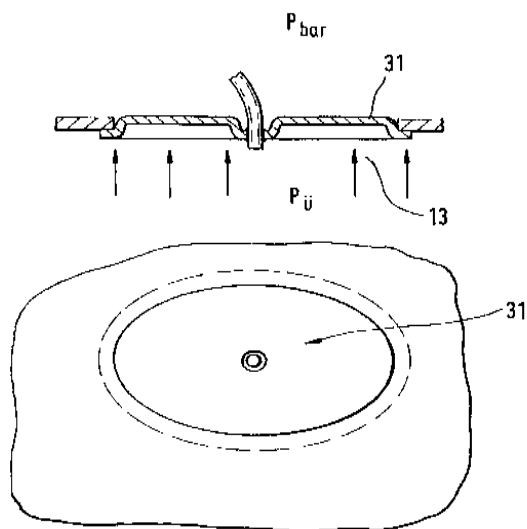


Рисунок 2.4 - Полый корпус с крышкой по патенту US5632471A

Предпочтительно, чтобы обложка 31 была структурирована таким же образом, как показано в верхней части фиг. 4, обеспечить что любой обжатый воздух внутри структуры полости (показанной как Р и) будет держать крышку 31 против внутренних стен структуры полости. Следует понимать, что обозначение "P bar" показано на фиг. 4 можно считать, что они отражают атмосферное давление

FIG. 5a

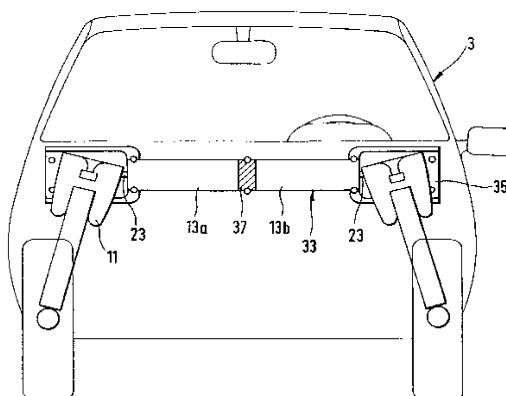


FIG. 5b

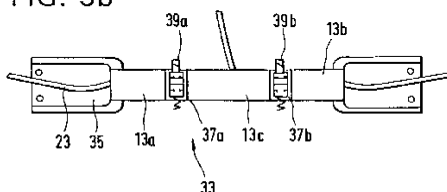


Рисунок 2.5 – Емкость со сжатым воздухом в поперечине по патенту
US5632471A

Рисунок 2.5 иллюстрируют альтернативный вариант выполнения контейнера 13 со сжатым воздухом внутри полости 19. Произвольная поперечная балка 33 рамы, например Балка под одним из многоместных сидений в пассажирском салоне, предпочтительно выполнена трубчатой и имеет соединение 23 с пневматической пружиной 11 или с несколькими такими пневматическими пружинами. Фланцы 35 на торце позволяют присоединить рамную траверсу к кузову транспортного средства 3. В

иллюстрированном варианте выполнения поперечина 33 предпочтительно разделена на две части дисковым корпусом 37, который действует как перегородка. Каждый сегмент 13а; 13b отсека сжатого воздуха соответствует одной или нескольким воздушным пружинам 11. Изготовление такой поперечины не представляет никаких проблем.

Поперечина 33 проиллюстрирована на рисунке 2.5 предпочтительно разделен на три части двумя дисковыми корпусами 37а, 37б, а именно на один основной резервуар 13с и два дополнительных резервуара 13а/13б. внутри перегородок 37 предпочтительно установлены переключаемые клапаны 39а/б, например соленоидные клапаны 2/2, которые могут использоваться для подключения дополнительных резервуаров 13а/б по мере необходимости к основному резервуару 13с или для подключения воздушных пружин 11 посредством соответствующего дополнительного резервуара 13а/б к основному резервуару 13с.

Таким образом, в соответствии по меньшей мере с одним предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения, при использовании поперечного элемента 33, сжатый воздух может быть предположительно введен в основной резервуар 13с, а затем избирательно распределен по дополнительным резервуарам 13а и 13б. Селективному распределению сжатого воздуха между основным резервуаром 13с и дополнительными резервуарами 13а и 13б может способствовать электромагнитный клапан 39а и 39б, первый из которых предпочтительно может быть установлен между основным резервуаром 13с и дополнительным резервуаром 13а, а последний предпочтительно может быть установлен между основным резервуаром 13с и дополнительным резервуаром 13б. такие электромагнитные клапаны обычно хорошо известны тем, кто обладает обычным навыком в данной области, и поэтому, как представляется, не требуют дальнейшего описания в настоящем документе. Однако вполне возможно, что каждый такой электромагнитный клапан 39а, 39б может быть сконфигурирован таким образом, чтобы быть позиционируемым между

закрытым положением и открытым положением, в котором в открытом положении сжатый воздух может свободно пропускаться между основным резервуаром 13с и соответствующим дополнительным резервуаром 13b, а в закрытом положении поток сжатого воздуха будет подавляться или блокироваться между основным резервуаром 13с и соответствующим дополнительным резервуаром 13а или 13b.

U.S. Patent May 27, 1997 Sheet 7 of 16 5,632,471

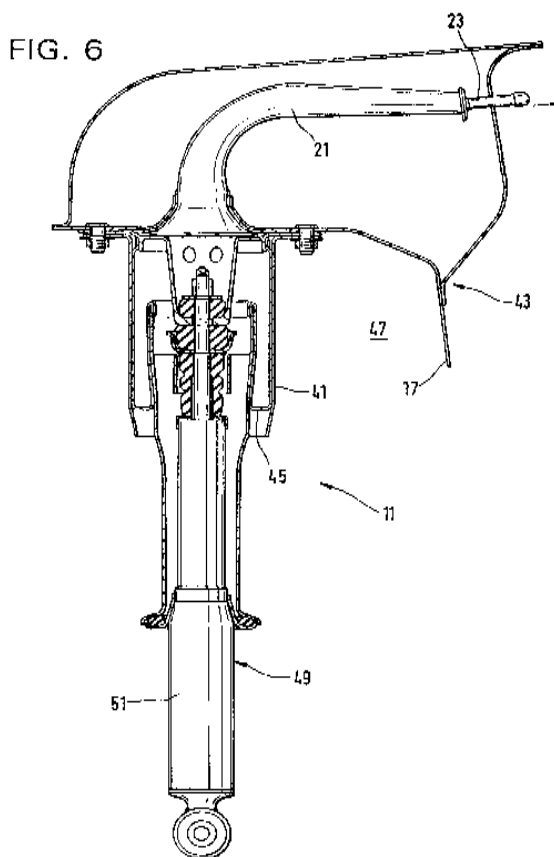


Рисунок 2.6 – Емкость со сжатым воздухом в колесной нише по патенту US5632471A

На воздушной пружине наружная трубка 41, согласно предложенной конструкции, прикручена болтами к нише 43 колеса, листовой металл 17 кузова автомобиля которого содержит гибкую оболочку 21. Структура огибающей 21 предпочтительно такая же, как на иллюстрации на рисунке 2.6. Весь объем воздуха состоит преимущественно из той части, которая лежит внутри ниши колеса, и части, образованной втулкой 45 воздушной

пружины 11. Для подачи воздуха в пружину предпочтительно также имеется воздушный патрубок 23, устье которого находится вне зоны колесного колодца 47 и при этом особенно эффективно защищено. Никакие структурные изменения не нужно сделать к весне воздуха 11 самой. В данном варианте осуществления пневматическая пружина является частью амортизатора 49, цилиндрическая трубка 51 которого поддерживает внутреннюю ось трубки или пилона 53, а также является корпусом, который определяет объем воздуха.

U.S. Patent May 27, 1997 Sheet 8 of 16 5,632,471

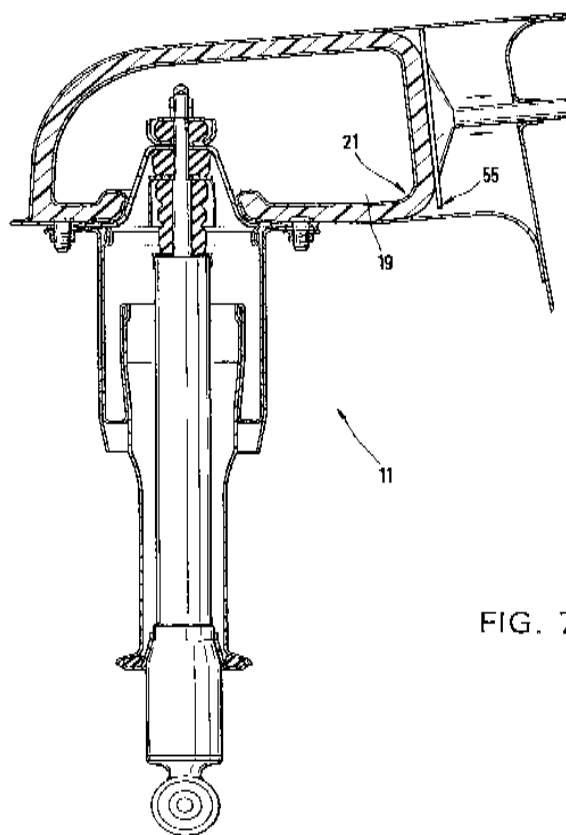


FIG. 7

Рисунок 2.7 – Емкость со сжатым воздухом по патенту US5632471A

Баллон сжатого воздуха или воздушная пружина 11, иллюстрированные на рисунке 2.7 в значительной степени совпадают с вариантом, показанным на рисунке 2.6. Следует отметить, что гибкая оболочка 21 также может быть меньше полости 19. В этом случае предпочтительно, чтобы гибкая оболочка могла выдерживать рабочее давление без опоры на стену. Затем размеры оболочки не зависят от размера

полости. На рисунке 2.7 также показано, что на скорость подвеса или скорость пружины воздушной пружины 11 может влиять часть стенки 55, которая выполнена в виде оседающей подвижной пластины, т. е. выходное давление внутри гибкой оболочки может быть увеличено за счет уменьшения объема полости. Гибкая оболочка и, следовательно, воздушная пружина могут быть заполнены с помощью одноразовой трубки для заполнения воздухом, не показанной. После этого одноразовую трубку соединения завалки воздуха можно сварить закрытой, так, что никакие потери давления не смогут произойти, и никакие блоки насоса, необходимые для дальнейшей эксплуатации.

Соответственно, в соответствии по меньшей мере с одним предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения гибкие оболочки 21 общего типа, описанного выше, могут использоваться совместно с воздушными пружинами 11, как это альтернативно показано на рисунках 2.6 и 2.7. По отношению к варианту выполнения рисунке 2.6, следует понимать, что воздушная пружина 11 может предположительно иметь значительно меньший объем, чем полость, в которой она находится. Другими словами, конверт 21, как показано на фиг. 6, может иметь такой значительно меньший объем, чем окружающая полость, что он не контактирует и не поддерживается никакими стенками полости. В этом случае оболочка 21 предпочтительно будет способна выдерживать рабочее давление без опоры на стенку.

С другой стороны, как показано на рисунке 2.7, подвижная стена 55 можно обеспечить что сможете контактировать наружную часть габарита 21, выборочно обжать габарит 21. Другими словами, эффективный объем того, что можно считать полостью 19, может быть избирательно уменьшен путем осевого перемещения подвижной стенки 55, что приводит к удару по оболочке 21 для дальнейшего сжатия сжатого воздуха, находящегося внутри оболочки 21. Можно предположить, что для приложения вышеупомянутой осевой силы к подвижной стенке 55 может быть использован любой

подходящий механизм таким образом, что подвижная стенка 55 будет избирательно перемещаться в любом направлении, как указано стрелками на рисунке 2.7.

Использование изобретения не ограничивается только пассажирскими транспортными средствами. Его можно также использовать на внедорожниках.

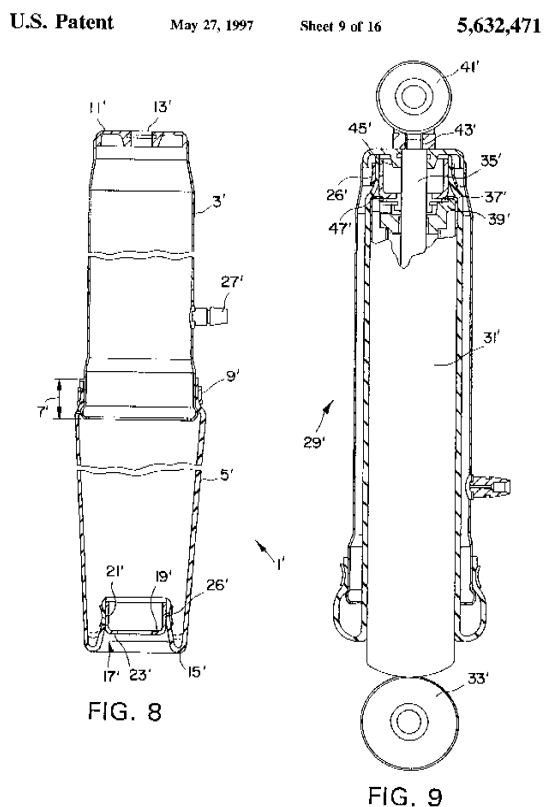


Рисунок 2.8 – Пневматическая пружина по патенту US5632471A

На рисунке 2.8 показана пневматическая пружина, следующая за узлом с амортизатором. Следует понимать, что компоненты, рассмотренные здесь, относятся к рисунку 2.1. Можно, в случае необходимости, считать взаимозаменяемыми с аналогичными компонентами, рассматриваемыми здесь, например со ссылкой на оисунки 2.1 – 2.7.

Пневматическая пружина 1 проиллюстрирована на рисунке 2.8 предпочтительно включает емкость 3 и упругий расширительный сильфон 5. Емкость 3 и расширительный сильфон 5 предпочтительно вставляются друг в

друга через короткое плечо 7 и предпочтительно герметично соединяются с помощью ленточного натяжного элемента 9. На конце емкости 3 напротив плеча 7 предпочтительно герметично прикреплена крышка 11, а крышка 11 предпочтительно имеет отверстие 13 в центре. Свободный конец расширительного сильфона 5 предпочтительно повернут вверх по короткой длине, так что предпочтительно есть складка 15. На конце сильфона расширения 5 предпочтительно имеет запирающую часть 17 сконструированную как чашка 19. Чашка 19 предпочтительно включает часть 21 рукава и дно 23 которое имеет отверстие 25. Втулочная часть 21 также предпочтительно соединяется с помощью ленточного натяжного элемента 26 с расширительным сильфоном. Диаметры отверстия 13 и отверстия 25 предпочтительно таковы, что поршневой шток амортизатора может проходить через них.

Для подачи сжатого воздуха к пневматической пружине предпочтительно использовать соединительный патрубок 27.

Пневматическая пружина 1 или оболочка пневматической пружины могут быть изготовлены полностью независимо от амортизатора, вплоть до этапа, иллюстрированного на рисунке 2.8.

Показан полностью собранный амортизатор 29. Иллюстрация амортизатора 29 ограничена внешним видом, на котором изображена наружная трубка 31 амортизатора, конец которой снабжен соединительным механизмом 33 для крепления к монтажному колесу. Следует понимать, что амортизатор 29, собранный с пневматической пружинной 1, по существу представляет собой "узел амортизатора" в соответствии с настоящим изобретением.

Во время сборки амортизатора 29 с пневматической пружинной 1, амортизатор 29. С частично вытянутым штоком 35 поршня предпочтительно вводится через отверстие 25 запорной части 17 в пневматическую пружину 1, пока дно 23 на чашке 19 не войдет в контакт с фланцем 37 внешней трубки 31 амортизатора на направляющей 39' штока поршня. После этого крышка 11

предпочтительно продета нитку посредством своего центрального отверстия 13 на плунжерный шток 35. Во время этого процесса, сильфон расширения предпочтительно лежит против наружной трубки амортизатора удара, которая таким образом представляет разворачивая поверхность для сильфона расширения. Крышка 11 предпочтительно герметизирована по отношению к поршневому штоку 35. На стадии окончательной сборки предпочтительно привинчивать соединительный механизм 41 с помощью резьбы 43 к штоку поршня 35'. Соединительный механизм 41 предпочтительно содержит осевую опорную поверхность 45, так что пневматическая пружина предпочтительно закреплена в осевом направлении посредством торцевой поверхности 47, которая образована фланцем 37, и посредством установочной поверхности 45, пользуясь системным давлением, преобладающим внутри пневматической пружины 1.

Монтажная поверхность 45 необязательно должна быть прямым компонентом соединительного механизма 41, но она также может находиться на некотором осевом расстоянии. Уплотнение пневматической пружины против атмосферы в окрестности расширительного сильфона 5 предпочтительно производится путем контакта между расширительным сильфоном 5 и разворачивающей поверхностью на амортизаторе удара, в результате чего, еще раз, системное давление, действующее на контактную поверхность, предпочтительно может быть использовано для гарантии того, что расширительный сильфон 5 практически самоуплотняется. Это выгодно, если расширительный сильфон 5 оказывает небольшое давление, подходящее к наружной трубке 31 амортизатора.

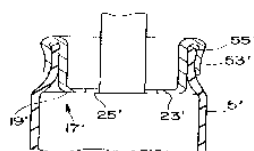


FIG. 11a

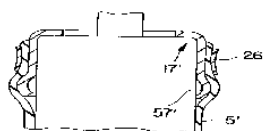


FIG. 11b

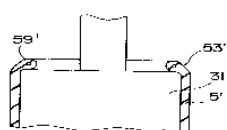


FIG. 11c

Рисунок 2.9 – Варианты фиксаторов по патенту US5632471A

В дополнение к запирающей части 17, описанной выше и проиллюстрированной на рисунке 2.8, рисунок 2.9 иллюстрирует запирающую часть 17 которая имеет такой же основной план. Одно дополнительное различие заключается в том, что на ленте натяжного элемента между корпусом втулки 21 и расширительным сильфоном 5 может быть отбортованный обод 53, который предпочтительно стягивает конец расширительного сильфона 55 против части втулки 21. Соединение между запирающей деталью 17 и расширительным сильфоном по существу не должно быть повторно закрываемым, чтобы можно было использовать этот тип соединения.

Основная компоновка замковой детали 17 – это в значительной степени то же самое, что и на рисунке 2.8. Одним из дополнительных отличий является то, что чаша 19 может быть ориентирована с осевым расширением втулочной части 21, расположенной в направлении механизма соединения 33, так что внутреннее дно 23 вступает в контакт с торцевой поверхностью 47' наружной трубки 31 амортизатора удара 29. Внешнее дно можно использовать, например, в качестве ударной поверхности для

дополнительной пружины (не показано). Расширительный сиффон 5 предпочтительно закрепляется дважды по отношению к чашке 19 посредством буртика 57. По сравнению с чашкой без такого буртика 57, максимальная устойчивость под нагрузкой запорной части повышается, так как расширительный сиффон закрепляется в осевом направлении буртиком 57, а также лентопротяжным элементом 26.

В частности просто фиксируя часть 17 можно получить, если он сделан неотъемлемой частью сиффона расширения 5. Отверстие конца 53 расширительного сиффона предпочтительно меньше диаметра амортизатора удара, так что конец 53 расширительного сиффона может быть закреплен на торцевой поверхности 47 наружной трубки 31 амортизатора удара. Для увеличения прочности блока, подкрепление 59 можно предпочтительно ввести внутри конца 53 сиффона расширения.

Другим патентом будет являться патент на пневматическую пружину, выданный европейским патентным ведомством, номер патента EP0944486.

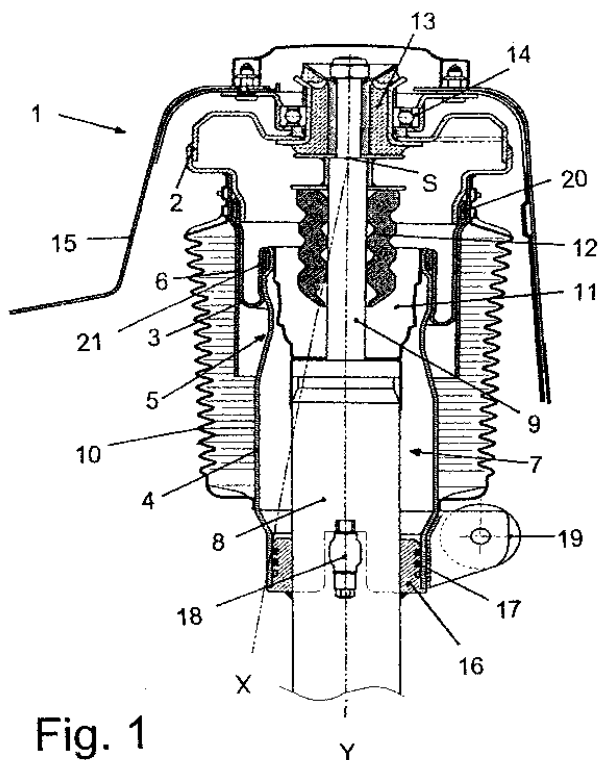


Рисунок 2.10 - Вид сечения пневматической пружинной системы по патенту EP0944486

Система 1 пневматической пружины имеет бак 2 пневматической пружины с интегрированным подшипником 13 распорки подвеса, который присоединен к корпусу 15. Кроме того, шариковый подшипник 14 расположен между опорой стойки и кузовом транспортного средства.

Соответствующие концы пневматической пружины 3, выполненной из эластомерного материала, закреплены посредством прижимных колец 20 и 21 к резервуару 2 пневматической пружины и поршню 4 пневматической пружины, причем поршень пневматической пружины имеет не вращающийся симметричный контур качения 5 что будет объяснено более подробно в связи с рисунком 2.11.

Цилиндрическая наружная направляющая 6 для воздушного пружинного сильфона 3 соединена с воздушным пружинным стаканом 2, при этом внешняя направляющая всегда полностью окружает косую петлю воздушного пружинного сильфона.

Демпфирующее устройство 7 состоит из трубки 8 со встроенным поршнем направляющей штока (не показан) и шток 9, который, в свою очередь, прочно соединен с амортизационной стойкой подшипника 13 и при движении проникает через поршневой шток при сжатии и выходит при движении отбоя в трубку 8, дополнительно отличающийся тем, что ослабление оси X под углом к линии движения работает, конкретно с формированием точку пересечения C, в районе соединения штока поршня 9 с рычагом 13.

Между демпфирующим средством 7 и пневматическим демпферным поршнем 4 расположен чашеобразный опорный корпус 11, расположенный над трубкой баллона. 8

Плунжерный шток 9 также имеет стопорный буфер 12 из эластомерного материала, при этом стопорный буфер погружен в горшкообразный опорный корпус 11 во время сжатия.

Тонкостенный защитный сильфон 10 выполнен из эластомерного материала, соответствующие концы наружной направляющей 6 и поршня 4

пневматической пружины, пневматический пружинный сильфон 3 защищает от повреждений, например от падения щебня или песчаной пыли.

Между воздушным пружинным поршнем 4 и контейнерной трубкой 8 имеется герметизирующая колба 16 из жесткого материала (металла или соответствующего пластикового материала). Использование уплотнительных колец в зоне движения поршня также осуществляется в пределах пневмопужинного поршня 4, клапана остаточного давления 18 и впускного клапана 19, расположенных за шарниром.

Анализ сущности технических решений, рассмотренных в ходе произведенного патентного поиска приводится в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Анализ сущности технических решений, рассмотренных в ходе произведенного патентного поиска

Предмет поиска ИТР	Страна выдачи, номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, заявитель, страна, дата приоритета, дата публикации	Сущность технического решения и цель его создания	Подлежит дальнейшему исследованию	
				Достигн утого уровня	Патентн ой чистоты
1	2	3	4	5	6
Упругие подвески, характеризующиеся расположением, расположением или типом комбинированной пружины и виброгасителя, например телескопического типа, имеющего жидкую пружину и жидкий демпфер, соединенный с осью пня и пружины, расположенной вокруг демпфера	США, Патент US5632471A	Изобретатель: Роберт Прадель 1995-08-01 - Заявка, поданная фирмой Fichtel and Sachs AG 1997-05-27 - Публикация от US5632471A 1997-05-27 - Заявка удовлетворена	Настоящее изобретение относится к системе пневматической подвески автотранспортного средства с воздушными амортизаторами или пневматическими пружинами с баллоном сжатого воздуха для транспортного средства с рамой транспортного средства и надстройкой транспортного средства, содержащей ряд эластичных пневматических пружин, которые соединены с резервуаром, причем пневматические пружины и резервуар считаются баллонами сжатого воздуха. Целью изобретения, по меньшей мере, для одного резервуара для сжатого воздуха или дополнительного резервуара, является решение проблем пространства, возникающих в аналогичных известных системах.	Да	Да

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
<p>Пневматическая система подвески, образующая стойку Макферсона</p>	<p>Европейское патентное ведомство EP0944486</p>	<p>Изобретатель: Jürgen Berg 1997-12-04 - Заявление подано компанией Phoenix AG 1999-09-29 - Публикация от EP0944486A1 2002-09-25 - Заявка удовлетворена 2002-09-25 Публикация от EP0944486B1</p>	<p>Изобретение относится к системе пневматической пружины, образующей стойку Макферсона, содержащую емкость для пневматической рессоры с цельной пружинной стойкой, которая, в свою очередь, соединена с другими компонентами, например с корпусом; сильфон, выполненный из эластомерного материала, который, в частности, снабжен встроенной прочностной опорой. При этом верхний конец сильфона пневматической пружины прикреплен к горлышку пневматической пружины посредством зажимного кольца, при этом сильфон пневматической пружины содержит наклонную петлю, которая обрамлена эффективным диаметром верхней и нижней точек нижней петли, по существу, перпендикулярным к, вызванному линией приложения усилия нагрузки на колесо; поршень пневматической пружины, к которому нижний конец сильфона пневматической пружины прикреплен посредством зажимного кольца, поршень пневматической пружины имеет наружную поверхность, на которой сильфон пневматической пружины может вращаться во время сжатия и отскока. Цель: обеспечить активную поверхность пневматической пружины так наклонно, чтобы силы трения были минимизированы. При этом необходимо обеспечить высокий комфорт езды. Кроме пневматической пружины защищаются сильфоны от повреждений, например, падающими скалами или погодой.</p>	<p>Да</p>	<p>Да</p>

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
В60G15/12 комбинированными с пневматическими или гидравлическими демпферами F16F9/05 с эластичной стенкой складывающегося диафрагменного типа	РФ патент № 2304523	Авторы: Аверьянов Геннадий Сергеевич (RU), Хамитов Рустам Нуриманович (RU), Нагорных Алексей Владимирович (RU) подача заявки: 2006-03-29 публикация патента: 20.08.2007	Пневматическая подвеска, содержащая установленный между подрессоренной и неподрессоренной массами основной упругий элемент и соосно установленный внутри него дополнительный упругий элемент, отличающаяся тем, что дополнительный упругий элемент выполнен в виде полого плунжера, который разделен поршнем на две полости, при этом штоковая полость плунжера соединена воздушным каналом через электропневмоклапан, управляемый с помощью датчика скорости и коммутирующего устройства, для подвода массы газа в начале каждого хода отбоя - с ресивером.	Да	Да

В разрабатываемой конструкции произведенный патентный поиск будет учтен, поскольку в конструкции предполагается использование известных технических решений.

3 Описание разрабатываемой конструкции агрегата, узла или системы и условий эксплуатации

3.1 Амортизатор с пневматическим регулированием демпфирования

«Для того, чтобы поддерживать постоянной степень демпфирования и, тем самым, ходовые качества при изменении нагрузки от частичной до полной, в пневматической подвеске автомобиля на передней оси устанавливаются амортизаторы (Рисунок 3.1) с бесступенчатой, изменяющейся в зависимости от нагрузки характеристикой» [6].

Благодаря пневматической подвеске, наряду с сохранением постоянной частоты собственных колебаний кузова, удаётся также достигать почти не зависящей от нагрузки характеристики колебаний кузова автомобиля.

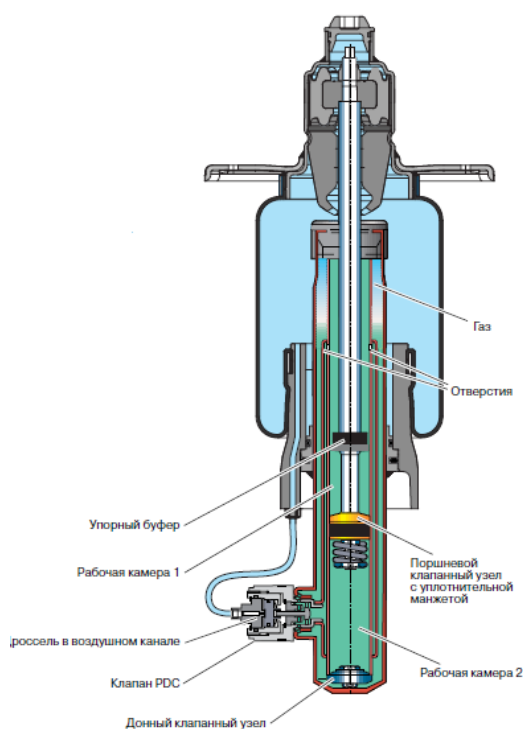


Рисунок 3.1– Схема амортизатора с пневматическим регулированием демпфирования

«Изменение усилия демпфирования осуществляется при помощи отдельного клапана PDC, встраиваемого в амортизатор. Он соединен шлангом с пневматическим упругим элементом.

Пропорциональное нагрузке давление в пневматическом упругом элементе изменяет гидравлическое сопротивление клапана PDC, т. е. усилие демпфирования при отбое и сжатии. Чтобы сгладить скачки давления в пневматическом упругом элементе (при сжатии и отбое), во входной воздушный канал клапана PDC встроен дроссель.

Гидравлическое сопротивление клапана PDC находится в определённой зависимости от управляющего давления (давления в пневматическом упругом элементе). Усилие демпфирования зависит от гидравлического сопротивления соответствующего клапана демпфирования (сжатия/отбоя), а также клапана PDC.» [6]

3.2 Блок управления уровнем кузова J197

«Блок управления уровнем кузова J197 (Рисунок 3.2) находится в багажнике, за его боковой обивкой. Блок закреплен винтами за держателем реле и предохранителей. Как центральный блок управления он выполняет следующие функции» [6]:

- регулирование пневматических элементов подвески и амортизаторов,
- контроль работы всей системы,
- диагностика всей системы,
- обеспечение связи с другими системами посредством шины CAN (силового агрегата).



275_083

Рисунок 3.2– Блок управления уровнем кузова J197

«Блок управления оснащен двумя дублирующими друг друга процессорами, из которых один в первую очередь обрабатывает алгоритм управления пневматическими элементами, а другой первоочередно регулирует сопротивление амортизаторов.» [11]

3.3 Агрегат подачи воздуха

«Агрегат подачи воздуха (Рисунок 3.3) выполнен в едином блоке, размещенном под днищем кузова в углублении ниши для запасного колеса, рядом с адсорбером. Основание агрегата установлено на виброизоляторах. От загрязнения агрегат защищен пластмассовым кожухом с вентиляционными отверстиями. Забор воздуха в компрессор производится из багажника автомобиля. Воздух очищается в фильтре, объединенном с глушителем шума всасывания. Излишки воздуха выпускаются наружу также через фильтр. Датчик температуры защищает компрессор от перегрева, обеспечивая подачу воздуха в пневматические элементы подвески при всех климатических условиях и режимах движения. В состав агрегата входят:

- блок компрессора с электродвигателем, осушитель сжатого воздуха, клапан остаточного давления, ограничитель максимального давления, выпускной трубопровод с клапаном, глушитель шума всасывания с фильтром, датчик температуры компрессора

(защищающий его от перегрева), пневматический выпускной клапан в комбинации с ограничительным клапаном;

– – блок электромагнитных клапанов с клапанами управления отдельных пневматических элементов и с клапаном ресивера, а также с встроенным в него контрольным датчиком давления в ресивере.» [6]

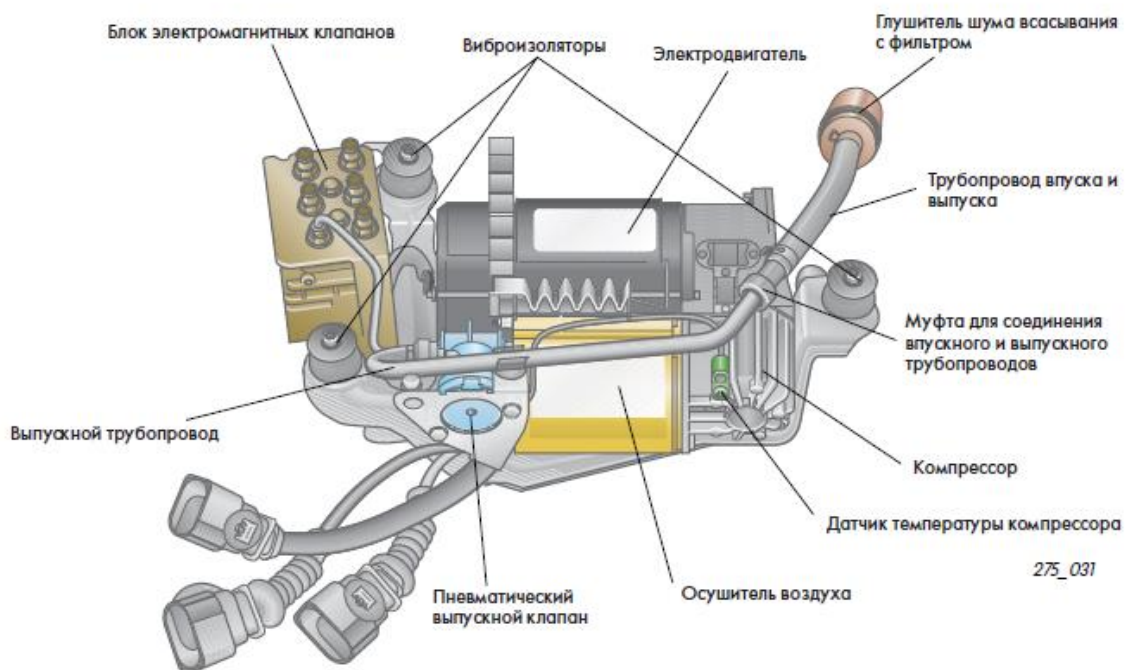


Рисунок 3.3– Агрегат подачи воздуха

3.4 Блок компрессора

«Сжатие воздуха производится в одноступенчатом поршневом компрессоре с встроенным осушителем воздуха (Рисунок 3.4). Чтобы предотвратить загрязнение манжет упругих элементов и осушителя воздуха, компрессор приспособлен для работы без смазки его цилиндра.

Необходимый срок службы компрессора обеспечивается применением одноразовой смазки подшипников и фторопластового поршневого кольца. В корпусе осушителя расположены: выпускной клапан N111, пневматический выпускной клапан с ограничительным клапаном и три обратных клапана.

Перегрев компрессора предотвращается выключением электродвигателя при превышении предельного значения температуры.» [11]

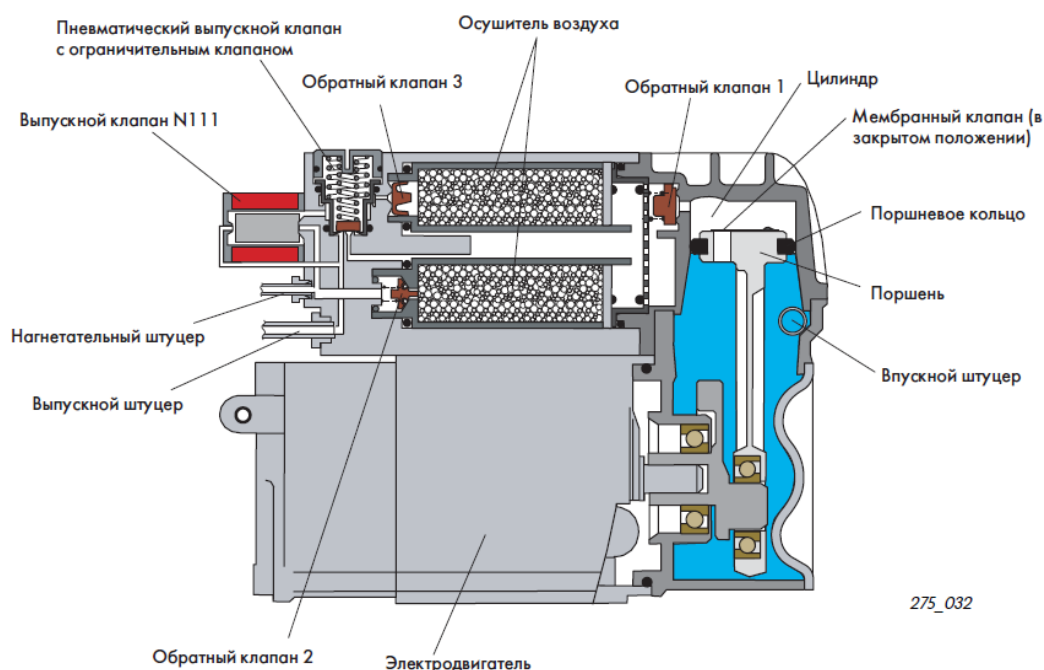


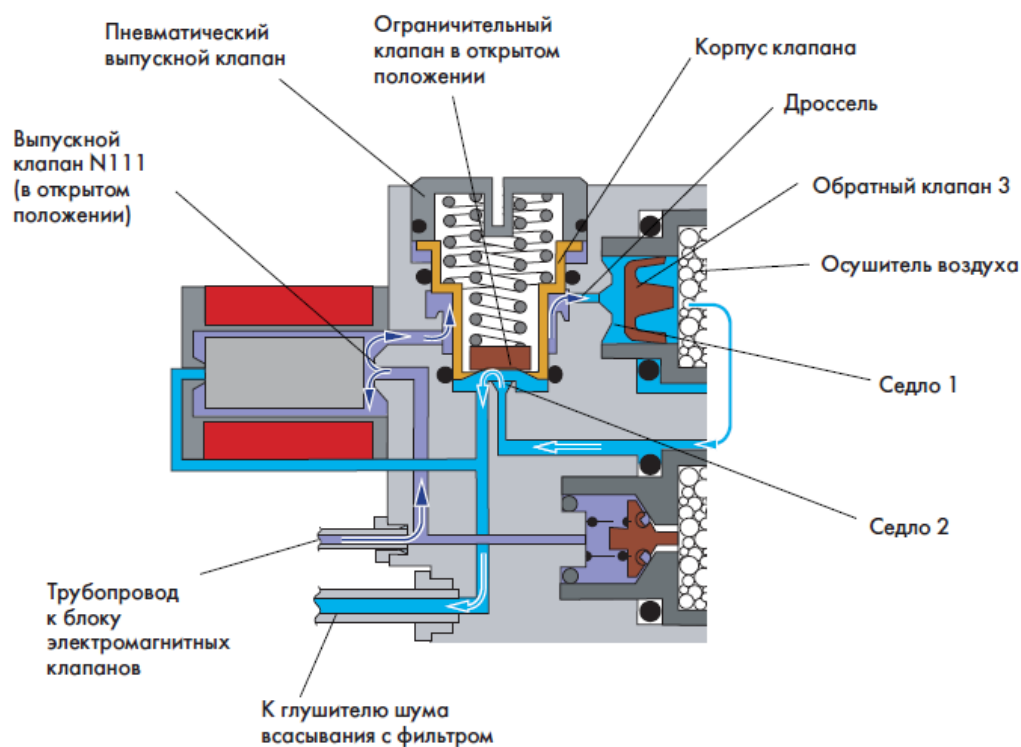
Рисунок 3.4– Блок компрессора

3.5 Пневматический выпускной клапан

«Пневматический выпускной клапан (Рисунок 3.5) выполняет две функции:

- удерживает остаточное давление и
- ограничивает давление в системе.

Чтобы предотвратить повреждение упругих элементов, а именно, их манжет, необходимо поддерживать в них давление выше 3,5 бар.» [11]



275_043

Рисунок 3.5– Пневматический выпускной клапан

«Благодаря выполнению клапаном соответствующей функции при выпуске воздуха из подвески предотвращается падение давления в ней ниже 3,5 бар (но не при повреждении системы до клапана). Под действием давления в системе более 3,5 бар корпус клапана поднимается с седла 2, преодолевая усилия обеих пружин. В результате обратный клапан 3 также поднимается с своего седла 1. Воздух из упругих элементов перетекает при этом через дроссель и обратный клапан 3 к осушителю. Пройдя осушитель, он перетекает через седло ограничительного клапана и выходит через фильтр в нишу багажника, предназначенную для запасного колеса. Снижение давления воздуха в дросселе приводит к уменьшению его относительной влажности. Таким образом увеличивается осушающее действие выпускаемого из системы воздуха.» [11]

3.6 Ограничительный клапан

«Ограничительный клапан (Рисунок 3.6) защищает систему от чрезмерного повышения давления, например, если компрессор не выключается из-за неисправности контактов реле или блока управления. В таких случаях давление воздуха повышается до 20 бар, после чего оно преодолевает усилие пружины клапана. В результате подаваемый компрессором воздух выпускается через фильтр наружу» [6].

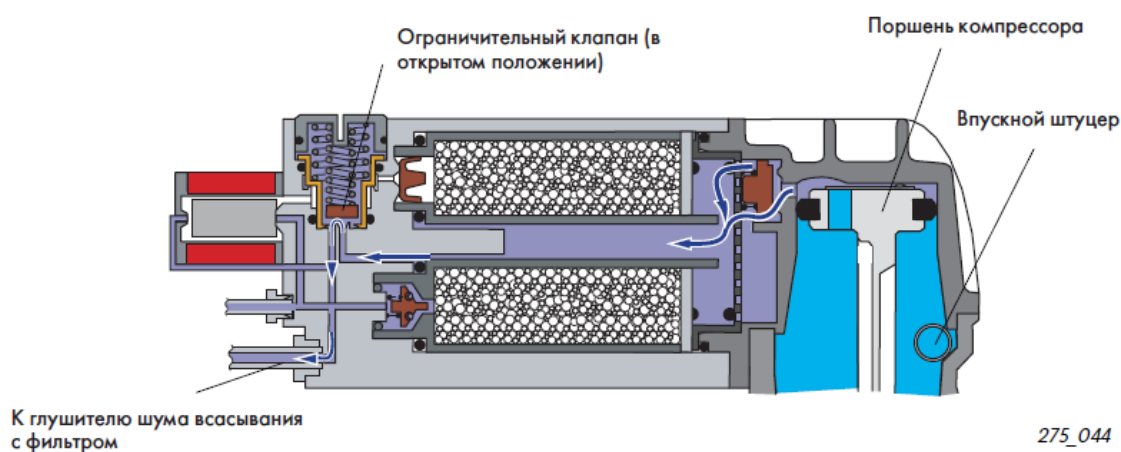


Рисунок 3.6– Ограничительный клапан

3.7осушитель воздуха

«Поступающий в систему сжатый воздух должен быть обезвожен, так как конденсат вызывает:

- коррозию
- образование ледяных пробок.

Обезвоживание воздуха производится в осушителе (Рисунок 3.7). Осушитель работает в режиме регенерации, то есть воздух, нагнетаемый в систему регулирования уровня кузова, осушается в результате пропуска его через гранулированный силикат. Этот гранулят способен поглощать влагу в количествах, превышающих в зависимости от температуры 20% собственной

массы. Если в процессе эксплуатации (например, при снижении уровня кузова) производится выпуск сухого воздуха из системы, он пропускается через гранулят и отбирает накопленную в нем влагу. Благодаря такому режиму регенерации осушитель не нуждается в обслуживании. Он не подлежит также замене в процессе эксплуатации. Так как регенерация осушителя производится только выпускаемым из системы воздухом, не следует использовать компрессор для подачи сжатого воздуха в какие-либо другие емкости. Наличие конденсата или влажного воздуха в системе свидетельствует о нарушении в работе осушителя или самой системы.» [11]

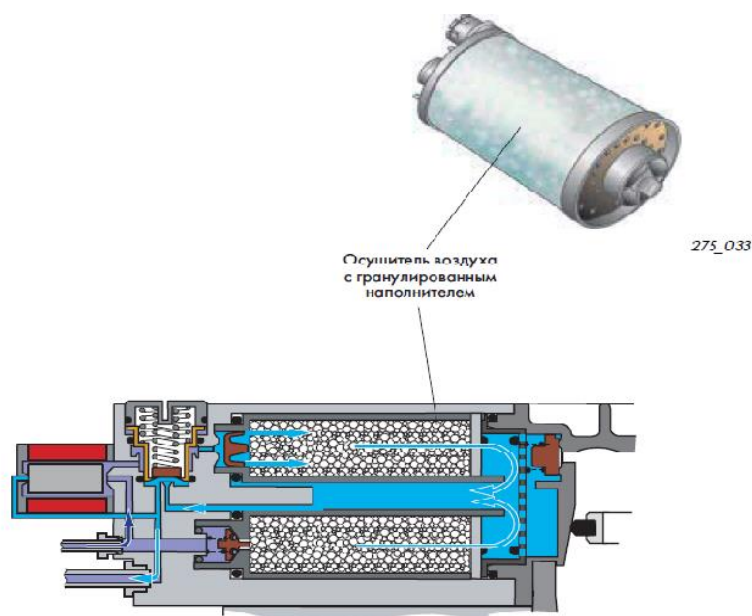


Рисунок 3.7– Осушитель воздуха

3.8 Ресивер

«Благодаря отбору сжатого воздуха из ресивера (Рисунок 3.8) обеспечивается быстрый подъем кузова автомобиля при минимальном уровне шума. Ресивер заполняется только при движении автомобиля, благодаря чему шум компрессора практически не прослушивается. При достаточно большом давлении в ресивере процессы повышения уровня кузова могут производиться без участия компрессора. Под достаточным

давлением подразумевается такой его уровень, при котором обеспечивается перепад давления между ресивером и пневматическими упругими элементами не менее 3 бар. Ресивер изготовлен из алюминия, его емкость равна 5 л. Максимальное рабочее давление приблизительно равно 16 бар» [6].

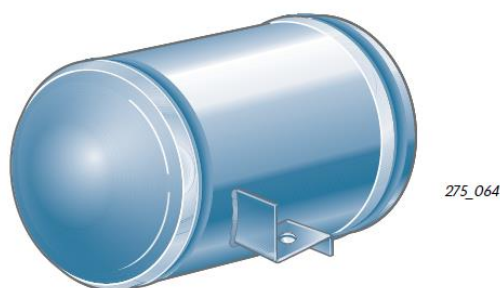


Рисунок 3.8– Ресивер

«При скоростях автомобиля до 35 км/ч подача воздуха в систему производится в первую очередь из ресивера (пока давление в нем достаточно велико). Подкачка ресивера производится только при движении автомобиля со скоростями более 35 км/ч. При скоростях более 35 км/ч воздух в систему подается непосредственно компрессором. Эта стратегия подачи сжатого воздуха способствует снижению шума при эксплуатации и защищает аккумуляторную батарею от чрезмерного разряда.» [6]

3.9 Электромагнитные клапаны

«В системе пневматической подвески предусмотрены шесть электромагнитных клапанов (Рисунок 3.9). Выпускной клапан N111 образует с пневматическим выпускным клапаном особый функциональный блок. Эти клапаны встроены в корпус осушителя воздуха. Выпускной клапан N111 является трехходовым, двухпозиционным (типа 3/2). В обесточенном состоянии он закрыт» [6].

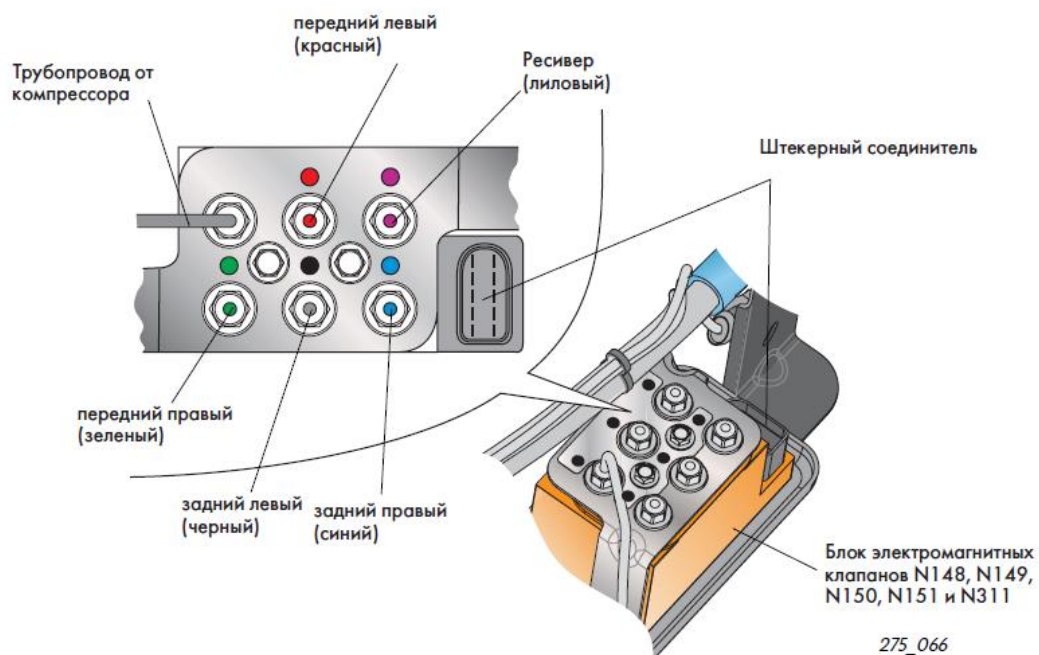


Рисунок 3.9– Электромагнитные клапаны

«Пневматический выпускной клапан должен ограничивать давление в системе и поддерживать остаточное давление в ней. Клапан ресивера N311 и клапаны упругих элементов N148, N149, N150 и N151 входят в блок электромагнитных клапанов. Они представляют собою двухходовые двухпозиционные клапаны. В обесточенном состоянии эти клапаны закрыты. Трубопроводы окрашены в различные цвета, чтобы исключить ошибки при их подсоединении. На блок клапанов нанесены цветные метки, рядом с соответствующими присоединительными штуцерами.» [11]

3.10 Датчик давления G291 в системе регулирования уровня кузова

«Встроенный в блок электромагнитных клапанов датчик G291 (Рисунок 3.10) предназначен для контроля давления воздуха в ресивере и упругих элементах подвески.

Данные о давлении в ресивере используются для оптимизации процесса повышения уровня кузова, а также вводятся в систему самодиагностики. При соответствующем управлении электромагнитными

клапанами обеспечивается измерение давления воздуха в ресивере и в каждом из упругих элементов подвески. Измерение давления в отдельных компонентах производится во время выпуска воздуха из упругих элементов и ресивера.» [6]

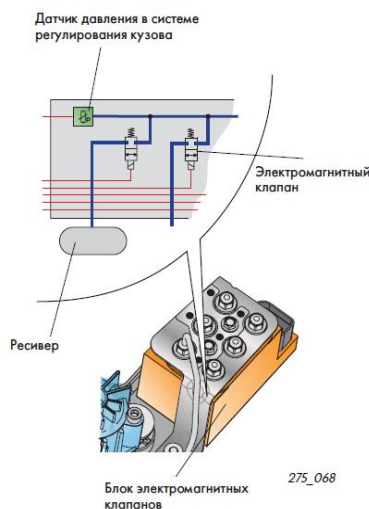


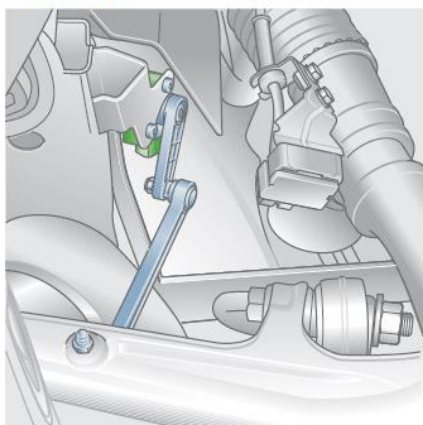
Рисунок 3.10– Датчик давления G291

«Измеренные таким образом значения давления вводятся в память блока управления и используются в качестве действующих величин. Дополнительно к этому давление воздуха в ресивере измеряется (и используется как действующее) при движении автомобиля через каждые шесть минут. Напряжение на выводах датчика G291 пропорционально измеряемому давлению.» [6]

3.11 Датчики уровня кузова G76, G77, G78 и G289

«Датчики уровня кузова G76, G77, G78 и G289 (Рисунок 3.11) относятся к измерителям угла поворота. Кинематика соединительных штанг позволяет преобразовать изменения уровня кузова в угловые перемещения рычагов датчиков. В датчике угловых перемещений данного типа используется закон электромагнитной индукции» [6].

Датчик уровня кузова на передней оси автомобиля



275_075

Датчик уровня кузова на задней оси автомобиля



Привод датчика

275_076

Рисунок 3.11– Датчики уровня кузова G76, G77, G78 и G289 и их крепление

«На выводах датчика создается сигнал (широотно-импульсной модуляции), который пропорционален углу поворота его оси.

Конструкции четырех датчиков уровня кузова идентичны, но их держатели и кинематика штанг привода различны для каждой стороны автомобиля и каждой его оси.

Повороты рычагов датчиков на разных сторонах автомобиля происходят в противоположных направлениях, соответственно отличаются и вырабатываемые ими сигналы. Например, при снижении уровня кузова сигналы датчиков на одной стороне автомобиля увеличиваются, а на другой его стороне – уменьшаются.» [6]

3.12 Датчики ускорения кузова G341, G342 и G343

«Датчики ускорения кузова G341, G342 и G343 (Рисунок 3.12) измеряют вертикальные ускорения кузова [6].

Из них:

- датчик G341 находится в нише переднего левого колеса,

- датчик G342 – в нише переднего правого колеса,
- датчик G343 расположен в багажнике, за обивкой спереди справа.» [6]

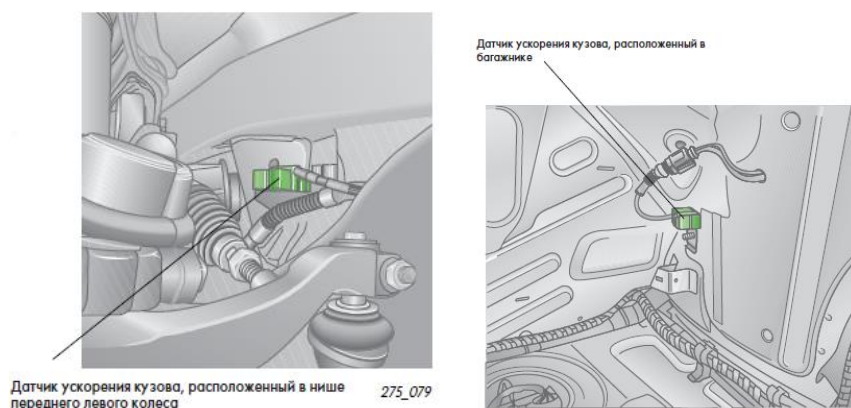


Рисунок 3.12– Датчики ускорения кузова G341, G342 и **G343** и их крепление

Данная система адаптивной пневматической подвески полностью удовлетворяет всем требованиям современных стандартов. Эта многофункциональная подвеска обеспечивает комфортную езду на дорогах общего пользования, на пересеченной местности она дает большую проходимость. Так же адаптивная система автоматически меняет клиренс в зависимости от скорости и условия движения, что обеспечивает более безопасную и экономную езду.

Амортизаторы с PDC клапанами регулируют не только жесткость упругих элементов, но и жесткость амортизаторов , а следовательно и степень демпфирования.

4. Расчет разрабатываемого технического решения или описание технологического процесса модернизации

4.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

4.1.1 Исходные данные

Исходные данные для расчета включаются в таблицу 2.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные для тягового расчета

Параметры	Значения
Колесная формула	4x2
Компоновочная схема автомобиля	Переднеприводная
Длина, мм	4350
Ширина, мм	1680
Высота, мм	1420
Снаряженная масса m_0 , кг	1088
Шины	185/65 R 14
Коэффициент сопротивления качению f_0	0,012
Коэффициент аэродинамического сопротивления C_x	0,32
Передаточное число главной пары	3,9
Передаточное число коробки передач	1,95
Двигатель	1,6 л, 16 клапанов
$N_{e\max}$, кВт/об/мин	74/5600
$M_{e\max}$, Нм/об/мин	145/4000
$n_{e\min}$, об/мин	800-1000
Максимальная скорость V_{\max} , км/ч (м/с)	180 (50)
Коэффициент уклона	0,3
Количество мест	5
Максимальная частота вращения коленчатого вала – $\omega_{e\max}$	630 с^{-1} (6016 об/мин)

4.1.2 Расчет внешней скоростной характеристики

«Первоначально определяют мощность двигателя при максимальной скорости автомобиля N_v (кВт) по формуле мощностного баланса с учетом КПД трансмиссии:» [15]

$$N_v = 1/\eta_{тр} (G_a * q * \rho * V_a + C_x * \rho / 2 * V * H * V_a^3), \quad (4.1)$$

где ρ - плотность воздуха.

$$N_v = 1/0,92 * (1020 * 9,81 * 0,032 * 45 + 0,3 * 1,29/2 * 1,676 * 1,430 * 45^3) = 57893 \text{ Вт}$$

Находим максимальную мощность двигателя $N_v(\max)$:

$$N_v(\max) = N_v / a * k + b * k^2 - c * k^3 \quad (4.2)$$

$$N_v(\max) = 60,293 / 0,912 = 62,4 \text{ кВт}$$

Находим мощность (N_e) и крутящий момент (M_e):

$$N_e = N_v(\max) * (a * \omega / \omega_N + b * (\omega / \omega_N)^2 - c * (\omega / \omega_N)^3), \quad (4.3)$$

где ω – текущая частота вращения коленчатого вала двигателя.

$$\omega_N = \omega(\max) / k \quad (4.4)$$

$$\omega_N = 650 / 1,2 = 541 \text{ рад/с.}$$

Расчет значений см. таблицу 2.2.

Для построения кривой эффективного момента M_e (Нм) применяют формулу:

$$M_e = N / \omega \quad (4.5)$$

«Результаты расчетов сводят в таблицу 2.2 и представляют в виде графика. При анализе полученных параметров двигателя решается вопрос о возможности их применения на проектируемом автомобиле двигателя, выпускаемого промышленностью.

При использовании данных следует иметь в виду, что двигатель на стенде испытывают без глушителя, а также без генератора и других потребителей мощности. Например, в соответствии с требованиями ГОСТ 14846-81. Вследствие этого мощность и момент, указываемые в заводских характеристиках, на 10-20% больше соответствующих параметров двигателя, установленного на автомобиле.» [15]

Таблица 4.2 – Внешняя скоростная характеристика

ω (рад/с)	N_e (Вт)	M_e (Нм)
1	2	3
80	9306,78	116,3348
103,75	12366,41	119,1944
127,5	15520,46	121,7291
151,25	18745,76	123,9389
175	22019,17	125,8239
198,75	25317,56	127,3839
222,5	28617,76	128,6192
246,25	31896,64	129,5295
270	35131,04	130,115
293,75	38297,82	130,3756
317,5	41373,83	130,3113
341,25	44335,93	129,9221
365	47160,96	129,2081
388,75	49825,78	128,1692
412,5	52307,24	126,8054
436,25	54582,2	125,1168
460	56627,51	123,1033
483,75	58420,01	120,7649
507,5	59936,57	118,1016
531,25	61154,04	115,1135
555	62049,27	111,8005
578,75	62599,1	108,1626
602,5	62780,41	104,1998
626,25	62570,02	99,91222
650	61944,81	95,29971

По данным таблицы 2.2 строим график внешней скоростной характеристики, который выносим на лист графической части.

4.1.3 Выбор передаточных чисел трансмиссии

«Передаточное число первой передачи определяется по заданному максимальному дорожному сопротивлению f или максимальному динамическому фактору на первой передаче D .

В основу выбора U положено условие постоянства средней мощности в процессе разгона автомобиля на всех передачах в одном и том же интервале частоты вращения коленчатого вала двигателя.» [15]

«Ввиду того, что в данном дипломном проекте производятся исследования серийного автомобиля, то данные для дальнейших расчетов можно взять из технического паспорта автомобиля.

Принимаем:

$$U_1 = 3,636$$

$$U_2 = 1,95$$

$$U_3 = 1,357$$

$$U_4 = 0,941$$

$$U_5 = 0,784$$

$$U_{гп} = 3,937$$

Характеристика шин:

Масса шины – 8 кг.

Обозначение обода по ГОСТ 10408-74.

Ширина профиля без нагрузки 175 мм.

Наружный диаметр 620 мм.

Статический радиус $r = 265$ мм.

Максимальная скорость 180 км/ч.

Давление 0,2 мПа» [15]

4.1.4 Силовой баланс автомобиля

«Для обеспечения возможности движения автомобиля, тяговая сила на ведущих колесах P_T должна быть больше силы сопротивления дороги P_d . Тяговая сила определяется в зависимости от крутящего момента M_e :

$$P_T = M_e * U_{гп} * U_{кп} * \eta_{тр} / r \quad (4.6)$$

Расчет значений см. таблицу 2.3.

Во избежание буксования ведущих колес тяговая сила на первой передаче должна быть меньше силы сцепления колес с дорогой. Скорость автомобиля связана с частотой вращения:

$$V_a = r * \omega / U_{гп} * U_{кп} \quad (4.7)$$

Сила сопротивления воздуха на 4 передаче:

$$P_{в4} = C_x * H * B * V_a^4 \quad (4.8)$$

Сцепной вес автомобиля:

$$G_{\text{сц}} = 0,51 * G_a \quad (4.9)$$

$$G_{\text{сц}} = 0,51 * 1020 = 520 \text{ кг}$$

Сила сцепления колес с дорогой на 1 передаче:

$$P_{\text{сц1}} = \varphi * G_{\text{сц}} \quad (4.10)$$

$$P_{\text{сц1}} = 0,8 * 520 * 9,8 = 4080 \text{ Н}$$

φ - коэффициент сцепления колес с дорогой.» [15]

«Для движения автомобиля по горизонтальному участку дороги без пробуксовки должно выполняться условие:

$$P_T < P_{\text{сц}} \quad (4.11)$$

Сила сопротивления дороги:

$$P_D = G_a * (f+i), \quad (4.12)$$

где i – уклон дороги;

f – коэффициент сопротивления качению.

$$F = f_0 * (1 + V_a^2 / 2000), \quad (4.13)$$

где $f_0 = 0,012$

Силовой баланс автомобиля сведем в таблицу 2.3, где представим расчеты для каждой передачи.» [9]

Таблица 4.3 - Силовой баланс автомобиля

Va1 (м/с)	Va2 (м/с)	Va3 (м/с)	Va4 (м/с)	Va5 (м/с)
1	2	3	4	5
1,52	2,84	4,08	5,89	7,06
1,98	3,68	5,29	7,63	9,16
2,43	4,53	6,50	9,38	11,26
2,88	5,37	7,72	11,13	13,36
3,33	6,21	8,93	12,88	15,45
3,78	7,06	10,14	14,62	17,55
4,24	7,90	11,35	16,37	19,65
4,69	8,74	12,56	18,12	21,75
5,14	9,59	13,77	19,86	23,84
5,59	10,43	14,99	21,61	25,94
6,05	11,27	16,20	23,36	28,04

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4	5
6,50	12,12	17,41	25,11	30,13
6,95	12,96	18,62	26,85	32,23
7,40	13,80	19,83	28,60	34,33
7,85	14,64	21,04	30,35	36,43
8,31	15,49	22,26	32,10	38,52
8,76	16,33	23,47	33,84	40,62
9,21	17,17	24,68	35,59	42,72
9,66	18,02	25,89	37,34	44,81
10,12	18,86	27,10	39,08	46,91
10,57	19,70	28,31	40,83	49,01
11,02	20,55	29,53	42,58	51,11
11,47	21,39	30,74	44,33	53,20
11,92	22,23	31,95	46,07	55,30
12,38	23,08	33,16	47,82	57,40
Pr1 (H)	Pr2 (H)	Pr3 (H)	Pr4 (H)	Pr5 (H)
5621,11	3014,62	2097,87	1454,75	1212,03
5759,28	3088,72	2149,43	1490,51	1241,83
5881,75	3154,41	2195,14	1522,20	1268,23
5988,53	3211,67	2234,99	1549,84	1291,26
6079,61	3260,52	2268,98	1573,41	1310,89
6154,99	3300,94	2297,12	1592,92	1327,15
6214,67	3332,95	2319,39	1608,36	1340,02
6258,66	3356,54	2335,81	1619,75	1349,50
6286,95	3371,71	2346,37	1627,07	1355,60
6299,54	3378,47	2351,07	1630,33	1358,32
6296,43	3376,80	2349,91	1629,52	1357,65
6277,63	3366,72	2342,89	1624,66	1353,59
6243,13	3348,21	2330,01	1615,73	1346,15
6192,93	3321,29	2311,28	1602,74	1335,33
6127,04	3285,95	2286,69	1585,68	1321,12
6045,44	3242,19	2256,23	1564,57	1303,53
5948,15	3190,02	2219,92	1539,39	1282,55
5835,17	3129,42	2177,76	1510,15	1258,19
5706,48	3060,41	2129,73	1476,84	1230,44
5562,10	2982,97	2075,84	1439,48	1199,31
5402,02	2897,12	2016,10	1398,05	1164,79
5226,24	2802,85	1950,50	1352,56	1126,89
5034,77	2700,17	1879,04	1303,00	1085,61
4827,60	2589,06	1801,72	1249,39	1040,93
4604,73	2469,53	1718,54	1191,71	992,88
Pv1 (H)	Pv2 (H)	Pv3 (H)	Pv4 (H)	Pv5 (H)
7,06	123,07	22,28	145,348	0,012
9,16	125,11	37,47	162,582	0,013
11,26	127,68	56,59	184,271	0,013
13,36	130,78	79,63	210,415	0,013
15,45	134,41	106,60	241,014	0,013

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4	5
17,55	138,57	137,50	276,068	0,014
19,65	143,25	172,33	315,577	0,014
21,75	148,46	211,08	359,541	0,015
23,84	154,20	253,76	407,960	0,015
25,94	160,47	300,36	460,834	0,016
28,04	167,27	350,90	518,163	0,017
30,13	174,59	405,36	579,947	0,017
32,23	182,44	463,74	646,186	0,018
34,33	190,82	526,06	716,880	0,019
36,43	199,73	592,30	792,029	0,020
38,52	209,17	662,46	871,633	0,021
40,62	219,14	736,56	955,692	0,022
42,72	229,63	814,58	1044,206	0,023
44,81	240,65	896,53	1137,175	0,024
46,91	252,20	982,40	1234,599	0,025
49,01	264,28	1072,20	1336,478	0,026
51,11	276,88	1165,93	1442,813	0,028
53,20	290,02	1263,59	1553,601	0,029
55,30	303,68	1365,17	1668,845	0,030
57,40	317,87	1470,68	1788,546	0,032

По данным таблицы 2.3 строим график силового баланса автомобиля, который выносится на лист графической части проекта.

4.1.5 Мощностной баланс автомобиля

«При равномерном движении автомобиля мощность N_t расходуется только на преодоление сопротивления дороги и воздуха. Если дроссельная заслонка открыта полностью, то наибольшую скорость автомобиль развивает, когда мощность N_t равна сумме мощностей. Для равномерного движения автомобиля по дороге со скоростью, меньшей V_{max} водитель должен прикрыть дроссельную заслонку.

График мощностного баланса для всех передач строят таким же образом, только вместо одной пары кривых N_t наносят несколько в зависимости от числа передач в коробке. При изменении передаточного числа коробки передач U_K изменяется лишь скорость автомобиля, мощность N_e остается без изменений.

При анализе мощностного баланса необходимо уметь рассчитывать степень использования мощности двигателя (отношение мощности, необходимой для движения автомобиля, к мощности на ведущих колесах). График зависимости рассчитывают и строят, так же как и тяговую характеристику. Для этого используют кривую N_e и соотношение $N_T = N_e \cdot \eta_{тр.}$ » [15]

Мощность для преодоления сил сопротивления:

$$N_T = N_e \cdot \eta_{тр} \quad (4.14)$$

$$N_D = P_D \cdot V_a \quad (4.15)$$

$$N_B = P_B \cdot V_a \quad (4.16)$$

Таблица 4.4 - Мощностной баланс автомобиля

N_e (Вт)	N_T (Вт)	N_D (Вт)	N_B (Вт)	$N_D + N_B$ (Вт)
9306,78	8562,24	869,42	157,38	1026,79
12366,41	11377,10	1146,24	343,27	1489,51
15520,46	14278,82	1437,58	637,09	2074,68
18745,76	17246,10	1746,76	1063,55	2810,31
22019,17	20257,64	2077,10	1647,36	3724,46
25317,56	23292,16	2431,93	2413,21	4845,13
28617,76	26328,34	2814,56	3385,82	6200,38
31896,64	29344,91	3228,32	4589,89	7818,21
35131,04	32320,56	3676,54	6050,13	9726,67
38297,82	35233,99	4162,52	7791,25	11953,77
41373,83	38063,92	4689,62	9837,95	14527,57
44335,93	40789,06	5261,13	12214,95	17476,07
47160,96	43388,08	5880,38	14946,93	20827,31
49825,78	45839,72	6550,70	18058,63	24609,33
52307,24	48122,66	7275,41	21574,73	28850,14
54582,2	50215,62	8057,84	25519,95	33577,79
56627,51	52097,31	8901,29	29918,99	38820,29
58420,01	53746,41	9809,12	34796,57	44605,69
59936,57	55141,64	10784,61	40177,38	50962,00
61154,04	56261,72	11831,12	46086,13	57917,25
62049,27	57085,33	12951,95	52547,53	65499,48
62599,1	57591,17	14150,43	59586,32	73736,75
62780,41	57757,98	15429,89	67227,14	82657,03
62570,02	57564,42	16793,64	75494,73	92288,37
61944,81	56989,23	18245,00	84413,86	102658,86

По данным таблицы 2.4 строят график мощностного баланса автомобиля.

4.1.6 Динамическая характеристика автомобиля

«По данным силового баланса рассчитывают и строят динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля.» [6]

$$D = (P_T - P_B) / G a \quad (4.17)$$

Произведенные расчеты динамической характеристики сводятся в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 - Динамическая характеристика автомобиля

D1	D2	D3	D4	D5
0,56	0,30	0,21	0,14	0,12
0,58	0,31	0,21	0,15	0,12
0,59	0,31	0,22	0,15	0,12
0,60	0,32	0,22	0,15	0,12
0,61	0,32	0,22	0,15	0,12
0,61	0,33	0,22	0,15	0,12
0,62	0,33	0,23	0,15	0,12
0,62	0,33	0,23	0,15	0,11
0,63	0,33	0,23	0,15	0,11
0,63	0,33	0,22	0,14	0,11
0,63	0,33	0,22	0,14	0,10
0,63	0,33	0,22	0,13	0,09
0,62	0,33	0,22	0,13	0,09
0,62	0,32	0,21	0,12	0,08
0,61	0,32	0,21	0,12	0,07
0,60	0,31	0,20	0,11	0,06
0,59	0,31	0,20	0,10	0,05
0,58	0,30	0,19	0,09	0,04
0,57	0,29	0,18	0,09	0,03
0,55	0,28	0,17	0,08	0,02
0,53	0,27	0,17	0,07	0,01
0,52	0,26	0,16	0,05	0,00
0,50	0,25	0,15	0,04	-0,01
0,48	0,24	0,13	0,03	-0,02
0,45	0,22	0,12	0,02	-0,03

4.1.7 Характеристика ускорения автомобиля

«Ускорение во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге с твердым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствия и буксования ведущих колес находят из выражения:

$$f = 0,012*(1+Va^2/2000) \quad (4.18)$$

$$J = (D - f)*9,81 / \delta_{вр} \quad (4.19)$$

где $\delta_{вр}$ – момент инерции вращающихся частей двигателя ($кг*м^2$);

График обратных ускорений используют для определения зависимости времени разгона от скорости движения автомобиля. Время разгона в определенном интервале скоростей пропорционально величине площади, лежащей под кривой ($1/j$).

Прием интегрирования кривой обратных ускорений позволяет выбрать теоретически скорости переключения передач.

При малой скорости автомобиля (до 10-15 м/с) коэффициент сопротивления качению f можно считать постоянным. При движении автомобиля с большей скоростью он возрастает вследствие энергетических потерь в шине. Для определения коэффициента сопротивления качению в зависимости от скорости пользуются эмпирической формулой:

$$f = f_0*(1+V^2/2000), \quad (4.20)$$

где f_0 – коэффициент сопротивления качению при движении автомобиля с малой скоростью; V – скорость автомобиля, м/с.» [15]

Используя данные таблицы 2.6. строим график ускорения автомобиля.

Таблица 4.6 - Характеристика ускорения автомобиля

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5
1	2	3	4	5
0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
0,012	0,012	0,012	0,012	0,013
0,012	0,012	0,012	0,013	0,013
0,012	0,012	0,012	0,013	0,013
0,012	0,012	0,012	0,013	0,013

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3	4	5
0,012	0,012	0,013	0,013	0,014
0,012	0,012	0,013	0,014	0,014
0,012	0,012	0,013	0,014	0,015
0,012	0,013	0,013	0,014	0,015
0,012	0,013	0,013	0,015	0,016
0,012	0,013	0,014	0,015	0,017
0,012	0,013	0,014	0,016	0,017
0,012	0,013	0,014	0,016	0,018
0,012	0,013	0,014	0,017	0,019
0,012	0,013	0,015	0,018	0,020
0,012	0,013	0,015	0,018	0,021
0,012	0,014	0,015	0,019	0,022
0,013	0,014	0,016	0,020	0,023
0,013	0,014	0,016	0,020	0,024
0,013	0,014	0,016	0,021	0,025
0,013	0,014	0,017	0,022	0,026
0,013	0,015	0,017	0,023	0,028
0,013	0,015	0,018	0,024	0,029
0,013	0,015	0,018	0,025	0,030

Расчет обратных ускорений сводится в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 - Значения обратных ускорений

J1	1/J1	J2	1/J2	J3	1/J3	J4	1/J4	J5	1/J5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3,78	0,26	2,43	0,41	1,72	0,58	1,16	0,86	0,94	1,07
3,87	0,26	2,49	0,40	1,76	0,57	1,18	0,84	0,95	1,05
3,96	0,25	2,54	0,39	1,80	0,56	1,20	0,83	0,95	1,05
4,03	0,25	2,59	0,39	1,83	0,55	1,21	0,83	0,95	1,06
4,09	0,24	2,63	0,38	1,85	0,54	1,21	0,83	0,94	1,07
4,14	0,24	2,66	0,38	1,86	0,54	1,20	0,83	0,92	1,09
4,18	0,24	2,68	0,37	1,87	0,54	1,19	0,84	0,89	1,13
4,21	0,24	2,69	0,37	1,87	0,53	1,17	0,85	0,85	1,17
4,23	0,24	2,70	0,37	1,86	0,54	1,14	0,87	0,81	1,23
4,24	0,24	2,69	0,37	1,85	0,54	1,11	0,90	0,76	1,31
4,23	0,24	2,68	0,37	1,83	0,55	1,07	0,93	0,71	1,42
4,22	0,24	2,67	0,37	1,81	0,55	1,02	0,98	0,64	1,56
4,19	0,24	2,64	0,38	1,77	0,56	0,97	1,03	0,57	1,76
4,15	0,24	2,61	0,38	1,73	0,58	0,91	1,10	0,49	2,05
4,11	0,24	2,57	0,39	1,69	0,59	0,84	1,18	0,40	2,50
4,05	0,25	2,52	0,40	1,63	0,61	0,77	1,30	0,31	3,28
3,98	0,25	2,46	0,41	1,57	0,64	0,69	1,45	0,20	4,93
3,89	0,26	2,40	0,42	1,51	0,66	0,60	1,66	0,09	10,81
3,80	0,26	2,32	0,43	1,44	0,70	0,51	1,97	-	-
3,70	0,27	2,24	0,45	1,36	0,74	0,41	2,46	-	-

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3,58	0,28	2,15	0,46	1,27	0,79	0,30	3,34	-	-
3,46	0,29	2,06	0,49	1,18	0,85	0,19	5,40	-	-
3,32	0,30	1,95	0,51	1,08	0,93	0,06	15,69	-	-
3,17	0,32	1,84	0,54	0,97	1,03	1,16	0,86	-	-
3,01	0,33	1,72	0,58	0,86	1,17	1,18	0,84	-	-

4.1.8 Характеристика разгона автомобиля

«Время и путь разгона автомобиля можно определить графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин. С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы, и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением $j = \text{const}$. Время прохождения такого участка:

$$dT = dVa / 0,5*(j_n+j_k) \quad (4.21)$$

Общее время разгона:

$$T_p = dT+(n-1) \quad (4.22)$$

Аналогичным образом проводится графическое интегрирование зависимости $t = f(V)$ для получения зависимости пути разгона S от скорости автомобиля.

В данном случае кривая разбивается на интервалы по времени, для каждого из которых находятся соответствующие значения V .

Площадь элементарного прямоугольника есть путь, который проходит автомобиль от отметки t_4 до отметки t_5 , двигаясь с постоянной скоростью V .

Путь разгона:

$$dS = 0.5*T_p *(V_n+V_k) / 3.6 \quad (4.23)$$

Общий путь разгона:

$$S_p = dS+dP_p, \quad (4.24)$$

где $dP_p = 1$ – время переключения передачи» [15]

Результаты расчета заносятся в таблицу 2.7 и представляются в виде графика на листе графической части. По результатам расчета строится

график интенсивности разгона или график зависимости времени t от пути S разгона автомобиля.

Таблица 4.7-Характеристика разгона автомобиля

№ п.п	Тр (с)	Sp (м)	Va (км/ч)	№ п.п	Тр (с)	Sp (м)	Va (км/ч)
1	1,00	0,00	5,48	26	6,68	43,94	58,06
2	1,40	0,31	7,77	27	6,94	48,24	60,34
3	1,57	0,61	10,06	28	7,21	52,80	62,63
4	1,72	1,00	12,34	29	7,48	57,65	64,91
5	1,88	1,48	14,63	30	7,76	62,80	67,20
6	2,03	2,05	16,91	31	8,05	68,29	69,48
7	2,18	2,71	19,20	32	8,35	74,14	71,77
8	2,33	3,46	21,48	33	8,66	80,41	74,06
9	2,48	4,31	23,77	34	8,98	87,12	76,34
10	2,63	5,26	26,06	35	9,31	94,34	78,63
11	2,78	6,31	28,34	36	9,66	102,13	80,91
12	2,94	7,48	30,63	37	10,66	109,92	82,05
13	3,10	8,77	32,91	38	11,06	119,01	83,20
14	3,26	10,21	35,20	39	11,47	128,54	85,49
15	3,43	11,80	37,48	40	11,89	138,56	87,77
16	3,60	13,57	39,77	41	12,31	149,10	90,06
17	3,79	15,54	42,06	42	12,75	160,19	92,34
18	3,98	17,76	44,34	43	13,20	171,88	94,63
19	4,19	20,27	45,48	44	13,67	184,23	96,91
20	5,19	22,78	46,63	45	14,15	197,29	99,20
21	5,43	25,81	48,91	46	14,64	211,14	101,49
22	5,67	29,03	51,20	47	15,16	225,85	103,77
23	5,92	32,44	53,48	48	15,70	241,52	106,06
24	6,17	36,06	55,77	49	16,26	258,25	108,34
25	6,42	39,88	5,48	50	16,85	276,19	110,63

4.1.9 Топливо-экономическая характеристика

«Для получения топливо-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной.

Совершенство конструкции автомобиля оценивают по расходу топлива Q (л), отнесенному к длине пройденного пути S (км). Путь расход топлива при пробеге автомобиля 100 км (л):» [9]

$$q_n = 100 * Q / S \quad (4.25)$$

«Измерителем топливной экономичности автомобильного двигателя служат часовой расход топлива G_T (кг/ч) и удельный эффективный расход топлива:

$$G_T = g_e \cdot N_e / 10^6, \quad (4.26)$$

Путевой расход топлива в литрах на 100 км пути q_n выражается через удельный эффективный расход топлива g_e [г/(кВт*ч)]:

$$q_n = g_e \cdot N_T / 36 \cdot \rho_T \cdot V_a, \quad (4.27)$$

где ρ_T - плотность топлива (кг/л); V_a - скорость автомобиля (м/с),

Плотность топлива для бензина 0,71 . . . 0,73 кг/л, а для дизельного топлива 0,83 ... 0,87 кг/л.

Эффективность мощности N_e в (2.3) может быть выражена из мощностного баланса:

$$q_n = g_e \cdot (P_d + P_v) / 36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_{тр} \quad (4.28)$$

Чтобы определить расход топлива в определенных дорожных условиях; необходимо располагать экспериментальным графиком - нагрузочной характеристикой двигателя. Если экспериментальных данных нет, то можно воспользоваться следующей приближенной методикой, для чего определяют эффективный расход топлива (г /кВт ч) по формуле:

$$g_e = k_{СК} \cdot k_H \cdot g_{emin} \cdot 1,1, \quad (4.29)$$

где $k_{СК}$ и k_H - коэффициенты, учитывающие соответственно изменения величины g_e в зависимости от оборотов двигателя;

g_{emin} – минимальный удельный эффективный расход топлива (г/кВт*ч).

Для бензиновых двигателей g_{emin} - 290... 380 г/кВт*ч» [15]

«Для расчета топливно-экономической характеристики используется рассчитанный ранее мощностной баланс на высшей передаче.

Топливо-экономическая характеристика автомобиля позволяет определить расход топлива в зависимости от изменения скорости движения. Она представляет собой график зависимости путевого расхода топлива от скорости автомобиля V_a .» [9]

«Показателем топливной экономичности автомобиля служит минимальный путевой расход топлива, соответствующий скорости при испытаниях автомобиля с полной нагрузкой на горизонтальном участке дороги с твердым покрытием. Указываемый в технических характеристиках автомобилей контрольный расход топлива практически мало отличается от минимального расхода топлива.

Данные расчета топливно-экономических показателей представлены в таблице 4.8.» [15]

Таблица 4.8 - Топливно-экономическая характеристика

гп (л/100км)	Nт (Вт)	Ки	Кск	Va5 (м/с)
1	2	3	4	5
1,30	8562,24	2,18	1,15	7,06
1,72	11377,10	2,11	1,12	9,16
2,16	14278,82	2,02	1,09	11,26
2,62	17246,10	1,92	1,07	13,36
3,12	20257,64	1,81	1,05	15,45
3,65	23292,16	1,70	1,03	17,55
4,22	26328,34	1,58	1,01	19,65
4,84	29344,91	1,46	1,00	21,75
5,51	32320,56	1,35	0,98	23,84
6,24	35233,99	1,24	0,98	25,94
7,03	38063,92	1,14	0,97	28,04
7,89	40789,06	1,03	0,97	30,13
8,82	43388,08	0,94	0,97	32,23
9,83	45839,72	0,84	0,97	34,33
10,91	48122,66	0,74	0,97	36,43
12,09	50215,62	0,64	0,98	38,52
13,35	52097,31	0,55	0,99	40,62
14,71	53746,41	0,51	1,00	42,72

4.2 Расчет сил в проектируемой подвеске

Поскольку подвеска проектируется на базе стандартной подвески Макферсон, путем замены демпфирующих элементов на пневматические. При расчете необходимо учитывать, что конструируемая подвеска будет иметь те же геометрические параметры, что и исходная подвеска. Расчетная схема подвески приводится на рисунке 4.1.

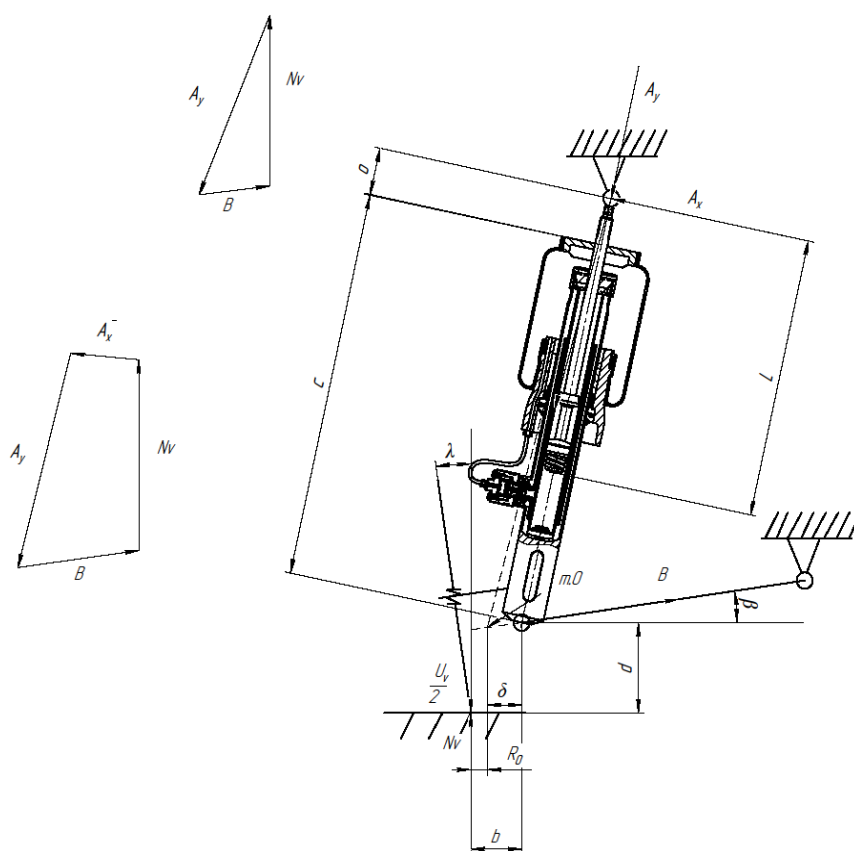


Рисунок 4.1- Силы, действующие в подвеске Макферсон

Зададим геометрические параметры подвески в соответствии с обозначениями, приведенными на рисунке 4.1:

$$s = 0,338 \text{ м};$$

$$l = 0,132 \text{ м};$$

$$d = 0,35 \text{ м}.$$

Масса автомобиля в снаряженном состоянии составляет:

$$m_{a1} = m_0 \quad (4.30)$$

Проектная (конструктивная) нагрузка автомобиля:

$$m_{a2} = m_0 + 3 m_ч \quad (4.31)$$

Где: $m_ч$ – масса одного пассажира, $m_ч = 75$ кг.

Полная нагрузка автомобиля, соответствующая полной массе автомобиля: $m_{a3} = m_0 + 5 m_ч + 5 m_б$ (4.32)

Нагрузка, приходящаяся на ось автомобиля:

$$G_n = g \cdot m_n \quad (4.33)$$

$$G_z = g \cdot m_z \quad (4.34)$$

Нагрузка, приходящаяся на колесо передней и задней осей автомобиля:

$$N_v = G_n / 2 \quad (4.35)$$

Полученные результаты для передней и задней осей автомобиля представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2- Загрузка автомобиля на оси и колеса

Параметр	Загрузка автомобиля		
	Снаряженная	Проектная	Полная
Коэффициент развесовки	0.63/0.37	0.56/0.44	0.51/49
Масса а/м, кг	1100	1335	1535
Масса а/м на переднюю ось, кг	699	748	783
Масса а/м на заднюю ось, кг	401	587	752
Нагрузка на переднюю ось а/м, Н	6860	7334	7680
Нагрузка на заднюю ось а/м, Н	3934	5760	7380
Нагрузка на передние колеса а/м, Н	3430	3667	3840
Нагрузка на задние колеса а/м, Н	1967	2380	3690

4.3 Определение статических нагрузок в пневматическом элементе и шарнирах

Уравнение моментов относительно точки В с учетом нагрузки N_v на колесо и обозначений расстояний, приведенных на рисунке 4.1, имеет вид:

$$\cdot(c + o) = N_v \cdot b, \quad (4.36)$$

при этом:

$$b = R_0 + d \cdot \operatorname{tg} \delta \quad (4.37)$$

$$b = 0.019 + 0.35 \cdot \operatorname{tg} 2^\circ = 0,0312 \text{ (м)}$$

где: \cdot – сила нагружающая шток амортизатора на изгиб;

N_v – «нормальная (вертикальная) нагрузка, действующая на кузов» [3].

$$N_v = (N_v - U_v) / 2 \quad (4.38)$$

Где: U_v – вес неподрессоренных частей, передней оси автомобиля.

$$U_v = \cdot g \quad (4.39)$$

$$U_v = 60 \cdot 9,81 = 588,42 \text{ (Н)}$$

Таким образом, сила, нагружающая шток амортизатора на изгиб:

$$A_x = N_v \cdot b / (c + o) \quad (4.40)$$

Поскольку сумма всех сил в направлении оси Y равна нулю, статическая нагрузка на пневматический элемент:

$$A_y = N_v + B_v, \quad (4.41)$$

Где: \cdot – составляющая реакции дороги на колесо, направленная вдоль оси Y, Н;

B_v – составляющая реакции дороги на колесо, направленная вдоль оси Y, Н.

$$N_v = N_v \cdot \cos(d_0) \quad (4.42)$$

$$B_v = B_x \cdot \operatorname{tg}(b + d_0) \quad (4.43)$$

$\Sigma F_x = 0$ можно определить силу B_x , приложенную в нижней опоре амортизатора и направленную вдоль оси X:

$$B_x = N_v + N_x, \quad (4.44)$$

Где: N_x – составляющая реакции дороги на колесо, направленная вдоль оси X, Н.

$$N_x = N_v \cdot \sin(d_0) \quad (4.45)$$

Полученные результаты для передней оси автомобиля представлены в таблице 4.3

Таблица 4.3- Загрузка автомобиля на составляющие подвески

Параметр	Загрузка автомобиля		
	Снаряженная	Проектная	Полная
Нормальная нагрузка, действующая на кузов, Н	3136	3373	3546
Составляющая реакции дороги на колесо, направленная перпендикулярно оси амортизатора, Н	109	118	124
Составляющая реакции дороги на колесо, направленная вдоль оси амортизатора, Н	3134	3371	3544
Реакция в нижней опоре амортизатора, направленная перпендикулярно оси амортизатора, Н	318	342	359
Реакция в нижней опоре амортизатора, направленная вдоль оси амортизатора, Н	199	214	225
Сила, нагружающая шток амортизатора на изгиб, Н	208	224	236
Статическая нагрузка на пружину, Н	3333	3584	3768

4.4 Расчет упругого элемента подвески

Исходя из рекомендаций, для обеспечения у автомобиля высокой плавности хода желаемая собственная частота колебаний поддресоренных масс передней подвески должна быть в диапазоне 55...80 мин⁻¹ (0,9...1,3Гц).

Таким образом примем значение собственной частоты колебаний передней подвески:

$$n_n = 67 \text{ мин}^{-1} (1,12 \text{ Гц})$$

Тогда жесткость передней подвески:

$$C = 17,25 \text{ (кг/см)}$$

При проектировании подвески расчетной является конструктивная нагрузка, приходящиеся на ось. Требуемая жесткость пневматического элемента определяется исходя из жесткости подвески:

$$C_n = i_v^2 \cdot C, \quad (4.46)$$

где i_v – мгновенная передаточная функция направляющего аппарата подвески в статике по силам, определяемая соотношением:

$$i_v = A_v / N_v \quad (4.47)$$

$$i_v = 3333 / 3163 = 1,063$$

$$C_n = 1,063^2 \cdot 17,25 = 19,49 \text{ кг/см}$$

$$C_n = 19,49 \cdot 980 = 19100 \text{ Н} = 19,1 \text{ кН}$$

Упругий элемент проектируемой подвески- пневматическая рессора диафрагменного типа.

Произведем подбор параметров пневматической рессоры диафрагменного типа, учитывая, что жесткость должна быть равна 19,5 кг/см.

Выбираем пневморессору со следующими геометрическими параметрами:

При давлении в 1/7 бар:

Высота $H = 220/350$ мм;

Длина окружности $L = 410/385$ мм;

Жесткость C пневмоэлемента определяется по формуле, справедливой для всех упругих элементов:

$$C = \Delta G_z / H_z = \Delta G_z / \Delta f \text{ (кН/ м)} \quad (4.48)$$

где: ΔG_z – приращение нормальной нагрузки на пневмоэлемент, [кН];

ΔH_z – приращение хода сжатия, [м];

Δf – приращение осевой деформации пневмоэлемента, [м].

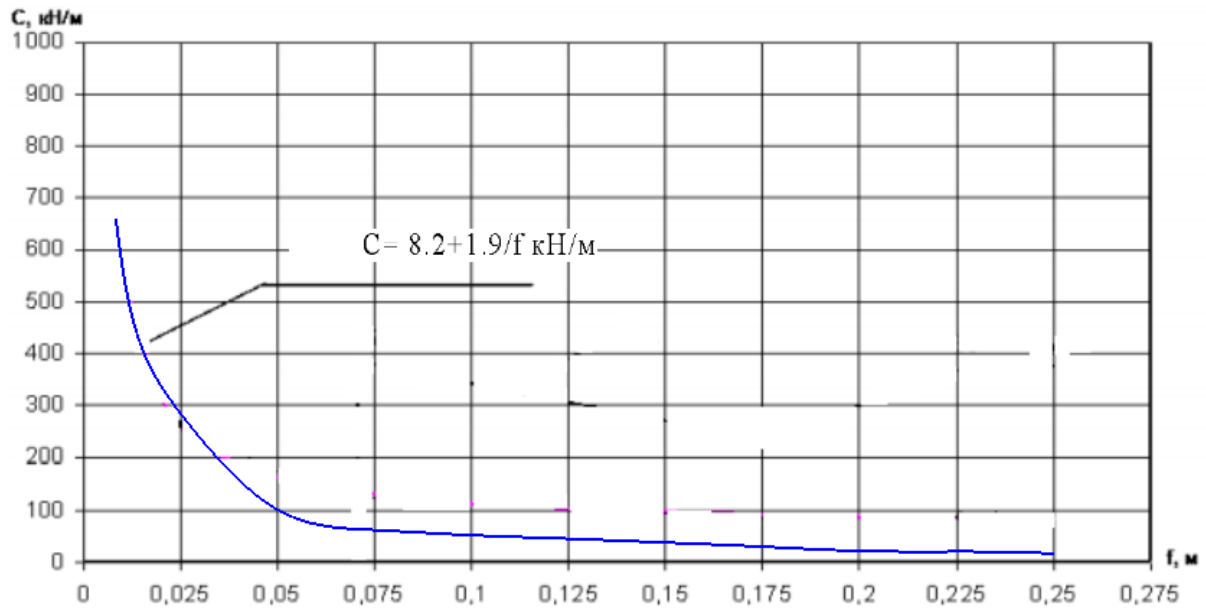


Рисунок 4.2 – График зависимости жесткости рукавного пневматического элемента 350-385 от осевой деформации

$$C = 8.2 + 1.3/f = 15.8 \dots 60.2 \text{ кН/м,}$$

Условие работоспособности выполняется.

Выбор демпфирующих характеристик [1].

Зададимся коэффициентом относительного затухания

(апериодичности): $\psi = 0.6$.

Среднее значение коэффициента сопротивления амортизатора:

$$K_{cp} = \psi \omega_a M_{na}, \quad (4.49)$$

Где: ω_a - собственная частота колебаний подрессоренных масс задней подвески, рад/с;

M_{na} – подрессоренная масса, приходящаяся на заднюю ось, кг ($M_{na} = 692$).

Собственную частоту колебаний подрессоренных масс задней оси можно определить по формуле:

$$\omega_a = \frac{\pi \cdot n_{ga}}{30}, \quad (4.50)$$

$$\omega_a = \frac{\pi \cdot 67}{30} = 7 \text{ рад/с.}$$

Таким образом, подставив, значения в формулу получаем коэффициент сопротивления амортизатора задней оси:

$$K_{cp} = 0.6 \cdot 7 \cdot 762 = 3200 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

Коэффициент сопротивления амортизатора на ходе сжатия определяется по формуле:

$$K_c = \frac{2K_{cp}}{1+j}, \quad (4.51)$$

Где: j – коэффициент, показывающий во сколько раз коэффициент сопротивления на ходе отбоя больше коэффициента сопротивления на ходе сжатия (выбираем по рекомендациям) ($j=3$).

$$K_c = \frac{2 \cdot 3200}{1+3} = 1600 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

Коэффициент сопротивления амортизатора на ходе отбоя:

$$K_o = 2K_{cp} - K_c \quad (4.52)$$

$$K_o = 2 \cdot 3200 - 1600 = 4800 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

Усилие открытия разгрузочных клапанов на ходе отбоя и сжатия:

$$V_c = V_o = 0.1 \text{ м/с},$$

$$R_c = K_c V_c = 1600 \cdot 0,1 = 160 \text{ Н},$$

$$R_o = K_o V_o = 4800 \cdot 0,1 = 480 \text{ Н}.$$

Коэффициент сопротивления амортизатора на клапанном участке:

$$K_{kc} = \frac{K_c}{5} = \frac{1600}{5} = 320 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}},$$

$$K_{ko} = \frac{K_o}{5} = \frac{4800}{5} = 960 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}.$$

Для построения демпфирующей характеристики определим сопротивление амортизатора при скорости поршня 0.52м/с.

$$R_{c \max} = R_c + K_{kc} (V_{\max} - V_c), \quad (4.53)$$

$$R_{c\max} = 160 + 320 \cdot (0.52 - 0.1) = 294,4 \text{ Н}$$

$$R_{o\max} = R_o + K_{ко} (V_{\max} - V_o), \quad (4.54)$$

$$R_{o\max} = 480 + 960 \cdot (0.52 - 0.1) = 883,2 \text{ Н}$$

Построенные характеристики амортизатора задней подвески показаны на рисунке 3.2

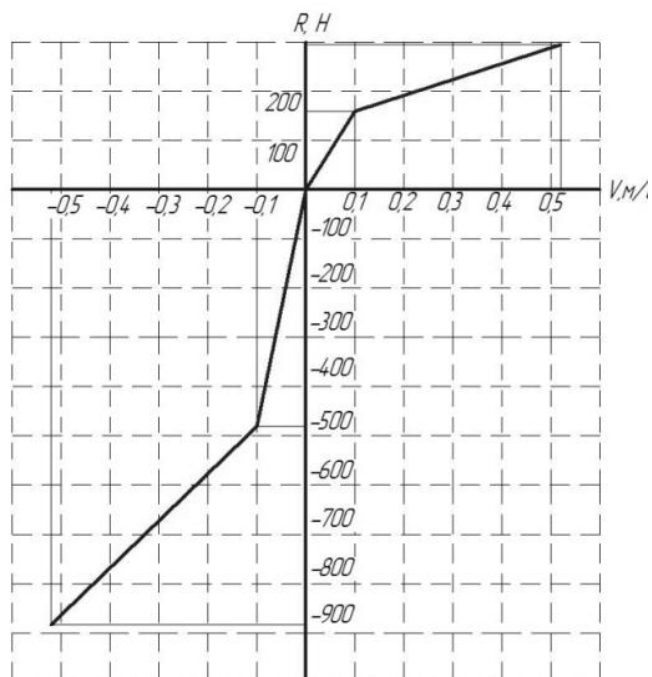


Рисунок 4.3 – Характеристики амортизатора задней подвески

5 Техническое обслуживание элементов пневматической подвески

5.1 Перечень операций технического обслуживания проектируемой подвески

«Характеристика подвески влияет на множество эксплуатационных качеств автомобиля: плавность хода, комфортабельность, устойчивость движения, долговечность, как самой машины, так и целого ряда ее узлов и деталей. В тяжелых дорожных условиях именно возможности подвески, а вовсе не мощность двигателя, определяют средние и максимальные скорости движения». [8]

При ежедневном техническом обслуживании выполняются следующие операции :

- осмотреть автомобиль, выявить наружные повреждения и проверить его комплектность;
- проверить внешним осмотром состояние пневмоэлементов подвески (герметичность по падению давления);
- проверить работу агрегатов пневмоподвески;
- проверить компрессор: визуально внешнее состояние, работу на слух и создаваемое давление по штатному манометру;
- вымыть и высушить элементы подвески;
- при постановке автомобиля на стоянку слить конденсат из водоотделителя, воздушных баллонов пневмоподвески.

При первом техническом обслуживании выполняются следующие операции (все операции ЕТО):

- проверить герметичность соединений;
- проверить компрессор: визуально внешнее состояние, работу на слух и создаваемое давление по штатному манометру;
- проверить состояние и герметичность трубопроводов и приборов пневмоподвески;

- проверить крепление колес;
- проверить состояние шин и давление воздуха в них: удалить посторонние предметы, застрявшие в протекторе;
- смазать все узлы трения в подвеске;
- проверить после обслуживания работу агрегатов, узлов и приборов подвески на ходу или посту диагностирования;
- проверить исправность пневматической подвески и работу регуляторов положения кузова.

При втором техническом обслуживании выполняются следующие операции (все операции ТО-1) [8]:

- проверить осмотром герметичность соединений;
- проверить состояние и крепление редуктора заднего моста и колесных передач;
- проверить работу компрессора и создаваемое им давление;
- проверить состояние и герметичность соединений трубопроводов пневмосистемы подвески;
- проверить крепление компрессора;
- проверить крепление воздушных баллонов;
- проверить крепление хомутов, амортизаторов. При необходимости заменить втулки на амортизаторах;
- отрегулировать подшипники ступиц колес;
- проверить состояние колесных дисков и крепление колес, состояние шин и давление воздуха в них. Удалить посторонние предметы, застрявшие в протекторе. Проверить крепление запасного колеса;
- смазать узлы трения задней подвески автомобиля в соответствии с химмотологической картой;
- промыть фильтрующий элемент воздушного фильтра компрессора;
- промыть фильтрующие элементы влагоотделителя;
- слить конденсат из баллонов пневматического привода подвески;

- проверить после обслуживания работу агрегатов, узлов и приборов автомобиля на ходу или на диагностическом стенде;

- проверить крепление узлов и деталей пневматической подвески и стабилизатора поперечной устойчивости.

При сезонном обслуживании выполняются следующие операции (все операции ТО-2):

- в данном случае проводятся все операции регламентированные ТО-2 [8].

5.2 Разработка операционно-технологической карты

Для обеспечения выполнения установленного перечня (объема) работ ТО на данном посту при нормативной затрате рабочего времени и расчетной продолжительности простоя автомобиля на посту используются операционно-технологические карты. Они составляются на основании перечня операции ТО, трудоемкостей отдельных операций для конкретной модели автомобиля согласно второй части, которая является приложением, Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта .

Технологический процесс технического обслуживания представляет собой совокупность операций по соответствующим воздействиям, которые выполняются в определенной последовательности с помощью различного инструмента, приспособлений и других средств механизации с соблюдением технических требований (технических условий).

Технологический процесс технического обслуживания оформляется в виде операционно-технологической или постовой технологической карты.

Операционно-технологическая карта отражает последовательность операций технического обслуживания или отдельных видов работ по этим воздействиям по агрегату, системе автомобиля.

Постовая технологическая карта отражает последовательность операций технического обслуживания по агрегатам, системам, которые выполняются на одном из постов технического обслуживания.

В соответствии с требованиями операционно-технологическая и постовая технологическая карты выполняются по форме 1,1а, 2 и 2а МУ-200 РСФСР-12-0139-81 .

Любая технологическая карта является руководящей инструкцией для каждого исполнителя, кроме того, служит документом для технического контроля выполнения технического обслуживания.

Технологические карты составляются на:

- определенный вид работ технического обслуживания;
- специализированный пост зоны технического обслуживания (постовая карта);
- специализированное переходящее звено рабочих при методе универсальных постов;
- операцию технического обслуживания;
- операции, выполняемые одним или несколькими рабочими (карта на рабочее место).

6 Безопасность и экологичность производимых работ по проектированию пневматической подвески

6.1 Описание технологических операций

Задание для выполнения раздела: разработать мероприятия по обеспечению промышленной, экологической безопасности и безопасности в экстремальных ситуациях при выполнении проектных работ.

Сегодня большая часть жизнедеятельности человека протекает в условиях антропогенных систем. Активная хозяйственная деятельность освоение новых территорий, «преобразование природы», создание искусственных экосистем, например, городов, - неизбежно привела к ухудшению состояния окружающей природной среды к соответственно, качества жизни самого человека. Стремление человека защитить себя от негативных последствий своей же разумной деятельности привело к осознанию необходимости создания системы специальных мероприятий, объединенных понятием «безопасность жизнедеятельности».

Безопасность жизнедеятельности - это область знаний о состоянии окружающей среды и о безопасном взаимодействии человека со средой его обитания, при котором вероятность повреждения организма человека в процессе его жизни и деятельности в определенных условиях является минимальной.

Охрана труда - это система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Полностью безопасных и безвредных производственных процессов не существует. Задача охраны труда - свести к минимальной, вероятность поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда.

Для обеспечения безопасности, предотвращения аварий внедрялись дополнительные технические устройства, принимались организационные меры, обеспечивающие высокий уровень дисциплины, строгий регламент работы, и т.д.

Процесс осуществления НИОКР разбит на этапы и включает в себя ряд последовательных мероприятий, которые проводились в ходе выполнения проектировочной работы.

Месторасположение рабочего места в производственном помещении (участке), используемого в ходе исследований обозначено отдельной позицией.

Таблица 6.1 – Спецификация оборудования, инструментов

Этап	Прил / Поз.	Оборудование	Операция
1	2	3	4
1	2 / 1	ЭВМ, принтер	Маркетинговые исследования
2	13 / 5	Набор слесарных инструментов, ручной электроинструмент, автомобиль, ручная дрель	Переоборудование серийного автомобиля в прототип для проведения исследовательских, адаптационных, доводочных работ
3	2 / 1	ЭВМ, принтер	Разработка чертежей специализированного дополнительного оборудования
4	2 / 2	КСИ, клещи обжимные	Изготовление специализированного дополнительного оборудования
5	12 / 5	Автомобиль, набор ключей, набор отверток	Установка специализированного дополнительного оборудования для проведения НИОКР на автомобиль
6	12 / 5	Автомобиль, устройство отвала	Подключение устройства отвала, проверка работоспособности
7	13 / 3,21,25, 29,28, 27,26,24 ,23,29	ЭВМ, автомобиль, устройство отвала	Проведение замеров параметров неравномерности на специализированных участках неровной дороги

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	4
8	12 / 11,6	ЭВМ, автомобиль, ИРА, стенд,	Проведение замеров параметров неравномерности на стенде
9	2 / 1	ЭВМ	Анализ полученных результатов
10		ЭВМ, принтер	Расчет ТЭО
11	2 / 1	ЭВМ, принтер	Оформление отчета о проделанной работе и заключения
12	Непредвиденные работы		

6.2 Идентификация вредных производственных факторов

Вредные физические производственные факторы (на основании информационных данных в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74), которые могут возникнуть при выполнении этапов проектирования, представлены в виде таблицы 6.2.

Таблица 6.2 – Вредные производственные факторы

Операция	Фактор
1	2
Маркетинговые исследования	умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений
Переоборудование серийного автомобиля в прототип для проведения исследовательских, адаптационных, доводочных работ	острые кромки, выступающие части, заусенцы на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования
Разработка чертежей специализированного дополнительного оборудования для проведения НИОКР	умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений
Изготовление специализированного дополнительного оборудования для проведения НИОКР	острые кромки, выступающие части, заусенцы на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования
Установка специализированного дополнительного оборудования на автомобиль	острые кромки, выступающие части, заусенцы на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования
Сборочные работы, проверка работоспособности	острые кромки, выступающие части, заусенцы на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования

Продолжение таблицы 5.2

1	2
Проведение замеров параметров на дороге	повышенный уровень шума, повышенный уровень вибрации, повышенный уровень электромагнитных излучений, умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, движущийся автомобиль
Анализ результатов, полученных при проведении замера параметров неравномерности на треке и на стенде	умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений
Расчет ТЭО	умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений
Отчет	умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, повышенный уровень электромагнитных излучений
Непредвиденные работы	

На основании проведенного анализа вредных производственных факторов возникающих в процессе осуществления НИОКР были разработаны мероприятия по обеспечению промышленной, экологической безопасности и безопасности в экстремальных ситуациях при выполнении НИОКР.

Разработаны требования безопасности при проведении испытаний автомобильной техники.

Сформулированы санитарно-эпидемиологические и эргономические требования при работе на ПЭВМ на основании правила и нормативов СанПин 2.2.2/2.4.1340-18. от 01.06.2018 г.

Произведена экологическая экспертиза объекта дипломного проектирования

6.3 Общие требования по обеспечению безопасности выполнения работ

Общие требования безопасности:

- Каждый вновь поступающий на предприятие рабочий и инженер должен пройти вводный инструктаж по правилам техники безопасности, противопожарной безопасности, и пройти санитарный и медицинский осмотр, а поступающие в качестве водителей – испытателей, кроме того медико-физиологический контроль, проверку знаний правил дорожного движения и данной инструкции.
- После прохождения вводного инструктажа водитель - испытатель или инженер - конструктор должен получить первичный инструктаж по организации работ и технике безопасности согласно настоящей инструкции у начальника отдела (цеха).
- Вновь поступающий водитель - испытатель обязан тщательно прочитать данную инструкцию, после чего начальник отдела обязан проверить знания, чтобы допустить водителя к самостоятельной работе.
- Повторный инструктаж с занесением в личную карту инструктажа проводится для водителей – испытателей один раз в три месяца (с 1 по 5 число первого месяца каждого квартала).
- Для инженеров - конструкторов один раз в три года проводится переаттестация по общим правилам техники безопасности и выдачей соответствующего удостоверений.
- Работники не являющиеся штатными водителями - испытателями (инженерами - конструкторами), а также лица, имеющие разрешение на управление транспортом категории В, могут быть допущены к управлению транспортными средствами, после медицинского освидетельствования, физиологического контроля, проверки знаний ПДД и настоящей инструкции, только при испытаниях не связанных с

повышенной опасностью на основании приказа о допуске к управлению автомобилями.

– К испытаниям повышенной опасности на дорогах, сооружениях автополигона, специальных участках и сооружениях автотрека ВАЗа относятся:

Категория А: испытания, связанные с движением на высокой скорости по криволинейным трассам согласно методикам испытаний (например, управляемость и устойчивость, испытание дисков и ступиц колес и т.п.); испытания тормозов.

Категория Б: форсирование испытания в условиях автомобильных соревнований.

Категория В: испытания, проводимые на скоростях свыше 120 км/ч; определение динамических и экономических показателей; испытание на высоких скоростях по пересеченной местности; испытание опытных шин; испытание опытных узлов и деталей ходовой части, тормозов и рулевого управления, выход которых из строя может привести к аварии; пробеговые испытания на горных дорогах.

Категория Г: испытания на плаву и по преодолению водных преград.

– Перед началом испытаний, по вновь разработанным методикам, с повышенной опасностью все участники проходят специальный инструктаж с записью в личной карточке инструктажа.

– При работе в третью смену все участники испытаний проходят инструктаж с записью в личной карточке инструктажа.

– По решению администрации может быть проведен внеочередной инструктаж всем водителям – испытателям или отдельным работникам в связи с дорожно–транспортным происшествием или особыми условиями работы. Проведение внеочередного инструктажа так же заносится в личную карточку инструктажа.

– Перед выездом в командировку все водители одновременно с командировочным заданием получают инструктаж по технике

безопасности у начальника отдела (цеха) с оформлением распоряжения.

– Все водители-испытатели, слесари и инженеры, принимающие непосредственное участие в проведении испытаний повышенной опасности, должны быть застрахованы за счет предприятия.

– Водители и все лица, работающее за рулем, должны один раз в три года проходить медицинское освидетельствование с целью проверки пригодности к управлению автомобилями. Лица, у которых истек срок действия последнего медицинского освидетельствования, к управлению автомобилем не допускаются.

– Водители и все лица, работающие за рулем, должны быть проверены на предмет общего физического состояния (включая освидетельствование на опьянение) перед началом работы и могут быть проверены в течение дня. Путевой лист не выдается без предъявления записки о прохождении медосмотров.

– Водители – испытатели и лица, имеющие допуск к управлению автомобилем, должны один раз в год проходить проверку знаний ПДД. По решению администрации может быть проведена внеочередная проверка знаний ПДД всего водительского состава или отдельных лиц.

– Продолжительность рабочего дня водителей-испытателей при работе на заводе устанавливается в соответствии с трудовым распорядком.

– При работе в отрыве от завода (в пробеговых испытаниях) при необходимости производится суммированный учет рабочего времени с учетным периодом 1 месяц. Общее количество рабочих часов не должно превышать количества, установленного для данного месяца при 40 часовой рабочей неделе. Продолжительность сменного времени при испытаниях не должна превышать 12 часов. Выходной день предоставляется согласно сменного графика.

- При пробеговых испытаниях (включая эксплуатационные) устанавливается следующий режим работы и отдыха: после каждых трех часов непрерывного движения производится остановка для отдыха на 30 минут; после шести часов движения производится остановка для отдыха на 1 час.
- Если программой испытаний предусмотрено непрерывное движение более трех часов подряд, то такой режим может быть допущен при условии, что непрерывное движение будет продолжаться не более шести часов, после чего производится остановка для отдыха не менее чем на два часа.
- При проведении испытаний по отдельным методикам, режим работы и отдыха может отличаться от вышеуказанного, о чем должно быть указано в программе испытаний. При проведении испытаний категории Б руководствоваться настоящей инструкцией и положением о соревнованиях.
- Любая программа испытаний должна включать раздел (техника безопасности), составленной в соответствии с настоящей инструкцией. В разделе должен быть оговорен режим работы и отдыха водителей.
- Перед началом испытаний все участники должны ознакомиться с программой и методикой испытаний, тщательно изучить режимы испытаний, осуществить мероприятия по технике безопасности, предусмотренные программой и настоящей инструкцией.
- При проведении испытаний запрещается отклонение от маршрута указанного в путевом листе.
- Запрещается передавать управление автомобилем лицам, не вписанным в путевой лист.
- При проведении испытаний выполнение требований правил дорожного движения является строго обязательным для всех участников и руководителей испытаний.

- Во время испытаний все участники должны быть экипированы спецодеждой в зависимости от сезона и принадлежностями жизнеобеспечения.
- Лица, нарушившие требования настоящей инструкции, привлекаются к ответственности согласно правилам внутреннего распорядка.
- Техническое состояние автомобиля:
- Ответственность за техническое состояние автомобиля несет водитель - испытатель, за которым автомобиль закреплен.
- В случае появления неисправности водитель – испытатель должен немедленно сообщить о ней ведущему инженеру, мастеру или начальнику участка. Выезд на технически неисправном автомобиле запрещен.
- Ведущий инженер – конструктор, наравне с водителем - испытателем, несет ответственность за техническое состояние закрепленных за ним автомобилей и их оборудование средствами безопасности.
- Ведущий инженер – конструктор обязан постоянно контролировать техническое состояние автомобиля в целом и состояние установленных на нем опытных деталей, своевременно принимать меры к устранению возникших неисправностей, не допускать выхода на линию технически неисправного автомобиля.
- При проверке технического состояния автомобиля дежурный механик должен обращать особое внимание на исправность и состояние: подвески и рулевого управления; тормозной системы; приборов внешнего освещения и сигнализации; стеклоочистителей; замков дверей, капота, багажника; контрольно – измерительных приборов; наружных панелей кузова; шин и дисков колес; оснащение автомобиля средствами безопасности.

- Ответственность за техническое состояние автомобиля, выходящего на линию несет дежурный механик.
- Оснащение автомобиля средствами безопасности:
- Все автомобили, проходящие испытания (включая эксплуатационные), должны быть оборудованы ремнями безопасности.
- Все автомобили должны быть оборудованы огнетушителями. Огнетушитель должен располагаться в легкодоступном месте, не должен закрываться балластом или грузом. Крепление огнетушителя должно быть легкоъемным.
- Все автомобили должны быть укомплектованы знаками аварийной остановки.
- Все автомобили должны быть укомплектованы аптечкой. Один раз в три месяца должна проводиться проверка содержимого аптечки и пополнение израсходованных медикаментов.
- Запрещается: перевозка в салоне канистр с бензином и другими ГСМ. Канистры с бензином, находящиеся в багажнике автомобиля должны быть надежно закреплены, для предотвращения разлива ГСМ.
- В качестве балласта должны использоваться манекены или мешки с однородным мелким наполнителем, весом не более 32 кг. Запрещается использовать в качестве балласта другие предметы, даже если они расположены в багажнике автомобиля.
- Весь балласт в автомобиле должен быть надежно закреплен.
- Автомобили, проходящие испытания с повышенной опасностью категории А и Б, должны быть оборудованы дугами безопасности. Если при испытаниях перевозится не закрепленный груз, за передними сиденьями должна быть установлена предохранительная сетка.
- Требования безопасности при проведении испытаний:
- При проведении всех испытаний (включая эксплуатационные) все лица, находящиеся в автомобиле, должны быть пристегнуты ремнями безопасности согласно ПДД.

- Запрещается перевозка в автомобиле лиц, не записанных в путевом листе автомобиля.
- Категорически запрещается перевозка людей на местах, не оборудованных ремнями безопасности.
- При перевозке груза в салоне автомобиля, груз должен быть надежно закреплен. Допускается крепление мелкого груза при помощи предохранительной сетки.
- Если по каким-либо причинам груз в салоне автомобиля закрепить невозможно, скорость движения при перевозке не должна превышать 60 км/ч.
- В осенне-зимний период и весенний период в бачки стеклоомывателей на всех автомобилях должна быть залита специальная незамерзающая жидкость.
- Испытания повышенной опасности категорий А, В и Г проводятся только в светлое время суток. Испытания в темное время суток могут проводиться только в том случае, если это является требованием программы испытаний.
- При проведении испытаний повышенной опасности всех категорий запрещается нахождение в автомобиле лиц, не имеющих непосредственного отношения к данным испытаниям.
- Испытания повышенной опасности категории А: Проводятся только на автополигоне, автотреке ВАЗа, специальных площадках или участках дорог (по согласованию с ГИБДД). Руководителем испытаний должны быть приняты меры, исключающие появление на месте испытаний посторонних лиц и транспорта. Испытания должны быть организованы таким образом, чтобы в автомобиле находилось как возможно меньшее число участников испытаний. Водитель-испытатель и контролеры, находящиеся в автомобиле, должны быть в застегнутых противоударных шлемах и пристегнуты ремнями безопасности. Отсутствие в автомобиле дуг безопасности допускается в

исключительных случаях, когда конструкция автомобиля не позволяет их установить. Во время испытаний на площадке должен находиться вспомогательный автомобиль с водителем.

– Испытания повышенной опасности категории Б (форсированные испытания в условиях автомобильных соревнований). Все участники форсированных испытаний обязаны соблюдать правила техники безопасности и безопасного управления, изложенные в основных нормативных документах. Участники форсированных испытаний должны быть экипированы согласно сезонным условиям и положению о проведении данных автосоревнований, разрабатываемых организаторами соревнований. Автомобили, обслуживающие автосоревнования, должны быть оборудованы так же, как и зачетные автомобили, а их экипажи обязаны выполнять те же требования, что и экипажи зачетных автомобилей, как при проведении соревнований, так и по пути следования к ним.

– Испытания повышенной опасности категории В: Могут проводиться, как на дорогах и сооружениях автополигона и автотрека ВАЗа, так и на дорогах общего пользования. На всем протяжении испытаний все лица, находящиеся в автомобиле, должны быть в застегнутых противоударных шлемах (в случаях, оговоренных программой испытаний). Автомобили с мягким съемным верхом и открытые должны быть оборудованы дугами безопасности. В случае, когда режим испытаний на данном участке дороги не отвечает требованиям ПДД, проведение испытаний должно быть согласовано с органами ГИБДД. Участок испытаний желательно закрыть для постороннего транспорта. При невозможности закрытия участка на нем должны быть установлены щиты с предупредительными надписями. Все участники испытаний должны соблюдать предельную осторожность, не создавая помех движущемуся транспорту.

- При проведении испытаний связанных с повышенной вибрацией (бульжная дорога, бельгийская мостовая, малая волна и т.д.), водитель испытатель и контролер должны надеть защитные корсеты.
- При проведении испытаний повышенной опасности ответственность за обеспечение мер безопасности, предписанных настоящей инструкцией, возлагается на ответственного руководителя испытаний (ведущего инженера - конструктора).
- При проведении испытаний повышенной опасности на трассе должно находиться не менее двух автомобилей.
- Требования безопасности при работе с бензином:
 - Заправка автомобиля и перекачка бензина должна осуществляться механизированным способом. Засасывание бензина ртом запрещается.
 - При заправке автомобиля водитель обязан находиться с наветренной стороны и следить, чтобы бензин не попал на пол, оборудование, одежду.
 - Применение бензина для мытья рук запрещается. При попадании бензина на руки, его необходимо смыть теплой водой с мылом.
 - При попадании бензина в глаза, необходимо тщательно промыть проточной водой пораженное место по касательной. Наложить сухую повязку и обратиться за медицинской помощью.
 - Запрещается использование бензина для мытья деталей, кузова автомобиля, обивки, сидений.
- Требования безопасности при проведении ремонтных работ:
 - При постановке автомобиля на ремонт или техническое обслуживание оформляется наряд на проведение ремонтных работ. По окончании работ слесарь расписывается о выполнении работ. По окончании ремонта наряд подписывается мастером участка или мастером соответствующего бюро.

- При постановке автомобиля на ремонт или техническое обслуживание должна быть пройдена диагностика, в которой указывается объем работ.
- Ответственность за выполнение водителями-испытателями требований техники безопасности при ремонте и обслуживании автомобиля несет мастер производственного участка, где выполняются ремонтные работы.
- Водители-испытатели должны выполнять требования техники безопасности при ремонтных работах, обращая особое внимание на следующие требования:
 - Запрещается выполнять работы под автомобилем, установленном на домкрате. Автомобиль должен быть установлен на подставки. При смене колес с использованием домкрата, под колеса должны быть положены страховочные упоры.
 - Автомобиль, установленный на подъемнике, должен быть надежно заторможен, путем стопорения колес страховочными упорами. Запрещается работать на площадке подъемника без предохранительных перил.
 - Запрещается работать на неисправном подъемнике, при неисправной предохранительной сетке, стопорном устройстве рамы, перекосе площадки.
 - Работа по ремонту, разборке, сборке автомобиля должна производиться исправным инструментом с применением специнструмента, приспособлений. Запрещается работа неисправным инструментом, инструментом не соответствующим выполняемой работе.
 - Пользоваться электротельферами при работе со стропами имеют право только те лица, которые прошли соответствующее обучение и имеющие удостоверение стропальщика.

- Запрещается ставить автомобиль для проведения ремонта, на обозначенные пешеходные проходы и технологические проезды.
- Запрещается производить работы электроинструментом, лицам не прошедшим соответствующего обучения, не прошедшим соответствующий инструктаж и не имеющим допуска к работе.
- Перед въездом в зал проведения ремонтных работ, водитель должен вымыть автомобиль. По окончании работ водитель должен произвести уборку подъемника, ямы или места, на котором производилась работа.

6.4 Требования эргономики при работе за компьютером

При проведении проектирования и конструирования основная нагрузка ложится на инженера-конструктора, существенное время его работы отведено работе с ЭВМ.

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важнейших проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники. Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость рабочего места и его элементов. Утомляемость, работающих за дисплейным терминалом, представляет собой серьезную проблему.

Выделяются 8 условий для того, чтобы деятельность на рабочем месте, оснащенном ПЭВМ, осуществлялась без жалоб и без усталости. Эти условия обусловлены санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПин 2.2.2/2.4.1340-03. от 01.06.2003 г.

Требования к ПЭВМ:

- Допустимые уровни звукового давления и уровней звука, создаваемого ПЭВМ, не должны превышать значений, представленных в приложении 14 (таблица 2).
- Временные допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых ПЭВМ, не должны превышать значений, представленных в приложении 14 (таблица 3).
- Допустимые визуальные параметры устройств отображения информации представлены в приложении 14 (таблица 4).
- Концентрация вредных веществ, выделяемых ПЭВМ в воздух помещений, не должны превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных для атмосферного воздуха.
- Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электроннолучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/час (100 мкР/час).
- Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4-0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.
- Конструкция ВДТ должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

Требования к помещениям:

- Помещения для эксплуатации ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение. Эксплуатация ПЭВМ в помещениях без естественного освещения допускается только при соответствующем обосновании и наличии положительного санитарно-

эпидемиологического заключения, выданного в установленном порядке.

– Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированны на север и северо-восток. Оконные проемы должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

– Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе электроннолучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6 м^2 , в помещениях культурно-развлекательных учреждений и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) – $4,5 \text{ м}^2$.

– Для внутренней отделки интерьера помещений, где расположены ПЭВМ, должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка – 0,7 – 0,8; для стен – 0,5 – 0,6; для пола – 0,3 – 0,5.

– Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

– Не следует размещать рабочие места с ПЭВМ вблизи силовых кабелей вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ.

Требования к микроклимату:

– В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является вспомогательной, температура, относительная влажность и скорость движения воздуха на рабочих местах должны соответствовать действующим санитарным нормам микроклимата производственных помещений.

– В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные, кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.) и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений. На других рабочих местах следует поддерживать параметры микроклимата на допустимом уровне, соответствующем требованиям указанным выше нормативов.

– В помещениях всех типов, где расположены ПЭВМ, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата.

– В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

– Уровни положительных и отрицательных аэроионов в воздухе помещений, где расположены ПЭВМ, должны соответствовать действующим санитарно-эпидемиологическим нормативам.

– Содержание вредных химических веществ в воздухе производственных помещений, в которых работа с использованием ПЭВМ является вспомогательной, не должно превышать предельно допустимых концентраций веществ в воздухе рабочей зоны в соответствии с действующими гигиеническими нормативами.

Требования к уровням шума и вибрации:

– В производственных помещениях при выполнении основных или вспомогательных работ с использованием ПЭВМ уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

- При выполнении работ с использованием ПЭВМ в производственных помещениях уровень вибрации не должен превышать допустимых значений вибрации для рабочих мест (категория 3, тип «в») в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.
- Шумящее оборудование (печатающие устройства, серверы и т.п.), уровни шума которого превышают нормативные, должно размещаться вне помещений с ПЭВМ.

Требования к освещению:

- Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видео терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.
- Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).
- Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.
- Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².
- Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом

яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м^2 и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м^2 .

– Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях должен быть не более 20.

– Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м^2 , защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

– Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

– Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать $3:1 - 5:1$, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования $10:1$.

Общие требования к организации рабочих мест:

– При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), должно быть не менее $2,0$ м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее $1,2$ м.

– Рабочие места с ПЭВМ в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

– Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками $1,5 - 2,0$ м.

- Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.
- Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 – 0,7.
- Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.
- Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Требования к оборудованию рабочих мест:

- Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680-800 мм, при отсутствии такой возможности высота стола должна составлять 725мм.
- Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм; глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм.

- Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм.
- Конструкция рабочего стула должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; поверхность сиденья с закругленным передним краем; регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 – 550 мм и углам наклона вперед до 15 град., и назад до 5 град.; высоту опорной поверхности спинки 300 +/- 20 мм, ширину – не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм; угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах +/- 30 градусов; регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260 – 400 мм; стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной 50 – 70 мм; регулировка подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 +/- 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 – 500 мм.
- Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20 градусов. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.
- Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 – 300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

6.5 Расчет вентиляции в помещении

Для обеспечения требуемого качества воздушной среды необходима постоянная смена воздуха в помещении.

Вентиляционные установки - устройства, обеспечивающие в помещении такое состояние воздушной среды, при котором человек чувствует себя нормально и микроклимат помещений не оказывает неблагоприятного действия на его здоровье. Общеобменная вентиляция - система, в которой воздухообмен, найденный из условий борьбы с вредностью, осуществляется путем подачи и вытяжки воздуха из всего помещения.

Температура удаляемого воздуха определяется из формулы:

$$t_{yx} = t_{pz} + d (h - 2), \quad (5.1)$$

где t_{pz} - температура воздуха в рабочей зоне ($t_{pz} = 20$ град);

d - коэффициент нарастания температуры на каждый метр высоты ($d = 1,5$ град/м);

h - высота помещения ($h = 4$ м).

$$t_{yx} = 20 + 1,5 \cdot (4 - 2) = 23 \text{ град.}$$

Тепло от работы оборудования:

$$Q_{\text{обор}} = r * P_{\text{уст}} = 0,15 * 14520 = 2178 \text{ Вт}, \quad (54.2)$$

где r - доля энергии, переходящей в тепло;

$P_{\text{уст}}$ - мощность установки.

Тепло, поступающее от людей:

$$Q_{\text{л}} = n * q = 5 * 90 = 450 \text{ Вт}, \quad (5.3)$$

, где n - количество человек в зале ($n = 5$);

q - количество тепла, выделяемое человеком ($q = 90$ Вт).

Тепло от источников освещения:

$$Q_{\text{осв}} = f * P_{\text{осв}} = 0,4 * 2000 = 800 \text{ Вт}, \quad (5.4)$$

где $f = 0,4$ для люминесцентных ламп;

$P_{\text{осв}}$ - мощность осветительной установки.

Тепло от солнечной радиации через окна:

$$Q_{\text{рад}} = A * k * S * m = 180 * 3 * 3 * 0.8 = 1296 \text{ Вт}, \quad (5.5)$$

где A - теплопоступление в помещение с 1 кв.м стекла (127-234 Вт/м);

S - площадь окна ($S = 3 \text{ м}^2$);

m - количество окон ($m = 3$);

k - коэффициент, учитывающий характер остекления ($k = 0,8$).

Поступающее в помещение тепло определяется по формуле:

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{обор}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{рад}} \quad (5.6.)$$

где $Q_{\text{обор}}$ - тепло от работы оборудования;

$Q_{\text{л}}$ - тепло, поступающее от людей;

$Q_{\text{осв}}$ - тепло от источников освещения;

$Q_{\text{рад}}$ - тепло от солнечной радиации через окна.

$$Q_{\text{прих}} = 4724 \text{ Вт}.$$

Тепло расходуемое:

$$Q_{\text{расх}} = 0,1 * Q_{\text{прих}} = 472.4 \text{ Вт} \quad (5.7)$$

Количество избыточного тепла:

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{прих}} - Q_{\text{расх}}. \quad (5.8)$$

$$Q_{\text{изб}} = 4251.6 \text{ Вт}.$$

Количество вентиляционного воздуха определяется по формуле:

$$V_{\text{вент}} = 3600 * Q_{\text{изб}} / (C * Q * (t_{\text{ух}} - t_{\text{пр}})) \quad (5.9)$$

, где $Q_{\text{изб}}$ - выделение в помещении явного тепла, Вт;

C - теплоемкость воздуха ($C = 10 \text{ Дж/кг}$);

Q - удельная плотность воздуха ($Q = 1,3 \text{ кг/м}^3$);

$t_{\text{ух}}$ и $t_{\text{пр}}$ - температура удаляемого и приточного воздуха, град.

$$V_{\text{вент}} = 3600 * 4251,6 / (10 * 1,3 * 2) = 5886,83 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определяем необходимую кратность воздухообмена:

$$K = V_{\text{вент}} / V_{\text{пом}} \quad (5.10)$$

$$, \text{ где } V_{\text{пом}} = n * S_{\text{чел}} * h, \quad (5.11)$$

где $n = 5$ - число людей в помещении;

Sчел - площадь производственного помещения, приходящаяся на 1 человека (по нормам для умственного труда Sчел = 4 м);

H = 4 м - высота помещения.

$$K = 5886,83 / 140 = 42.$$

Расчетная производительность вентилятора:

$$V_{расч} = 1,1 * V_{вент} = 1.1 * 5886.83 = 6475,5 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (5.12)$$

где 1,1 - коэффициент, учитывающий утечки и подсосы воздуха.

Напор (полное давление), обеспечиваемый вентилятором:

$$H_{в} = v * Q / 2 \quad (5.13)$$

где Q = 1,3 кг/м³ - плотность воздуха,

v - окружная скорость вентилятора; ограничивается предельно допустимым уровнем шума в помещении. v = 25 м/с.

$$H_{в} = 25 * 1,3 / 2 = 406 \text{ Па}.$$

Необходимая установочная мощность электродвигателя:

$$N = V_{расч} * H_{в} / (3600 * \eta) \quad (5.14)$$

, где η - КПД вентилятора = 0,8.

$$N = 6475,5 * 406 / (3600 * 0,8) = 912,87 \text{ Вт}.$$

7 Экономическое обоснование проекта

7.1 Цель проекта

Разрабатываемая в рамках дипломного проекта пневматическая подвеска автомобиля предназначается для повышения комфортабельности езды и улучшения управляемости. Основной особенностью разрабатываемой конструкции подвески будут являться следующие вносимые изменения:

- привод накачки будет выполняться механическим устройством;
- устройство выполняется с возможностью установки на штатные места без доработки кузова автомобиля.

Таблица 7.1 – Анализ влияния вносимых конструктивных изменений на себестоимость конструкции

Вносимые в конструкцию спортивного снаряда изменения	Влияние изменений на стоимость спортивного снаряда	Влияние изменений на технические характеристики спортивного снаряда
Применение механического привода	Уменьшение себестоимости за счет применения более дешевых комплектующих	Уменьшение массы конструкции. Уменьшение поддресоренных масс
Выполнение устройства с возможностью установки на штатные места	Уменьшение себестоимости за счет применения более дешевых комплектующих	Снижение массы устройства

7.2 Перечень стадий и этапов выполнения НИОКР

Расчет длительности НИОКР производится исходя из оценки длительности каждого из этапов по максимальному и минимальному значению. Исходя из этих значений, определяется ожидаемая длительность этапа:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min\ i} - 2t_{\max\ i}}{5}, \text{ чел-дн} \quad (7.1)$$

где $t_{\min\ i}$ - минимальная трудоемкость i -го этапа

$t_{\max i}$ - максимальная трудоемкость i -го этапа.

Зная ожидаемую длительность каждого из этапов и количество задействованных работников, возможно рассчитать длительность этапа:

$$T_{\text{эти}} = \frac{t_{\text{ож}i}}{\tau_i}, \quad (7.2)$$

где τ_i – количество задействованных работников.

Общая продолжительность НИОКР определяется суммированием длительности всех этапов:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m T_{\text{эти}} \quad (7.3)$$

Таблица 7.2 – Трудоемкость НИОКР

№ стадии	Наименование стадий	№ этапа	Содержание работы	Трудоемкость,				Персонал, чел.
				чел /дн.				
				Tmin	Tmax	Toж	Ti	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Этап ознакомления и подготовки к проведению НИОКР	1.1.	Планирование работ НИОКР	1	3	2	2	1
		1.2.	Предварительные сметные расчеты	2	4	3	3	1
		1.3.	Сбор и анализ материала по наработкам в области планируемого НИОКР	2	4	3	3	1
		1.4.	Оценка технологического уровня готовности производства	1	2	1	1	1
		1.5.	Анализ проведенных работ по устройству	2	3	2	2	1

Продолжение таблицы 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.	Конструкторско-технологическая проработка проекта	2.1.	Конструкторская проработка отвала	7	10	8	4	2
		2.2.	Общеконструкторские расчеты	5	7	6	6	1
		2.3.	Прочностные расчеты узлов и деталей	5	7	6	6	1
		2.4.	Изготовление опытного образца отвала	20	23	21	7	3
		2.5.	Разработка испытаний	1	2	1	1	1
3	Экспериментально-аналитическая часть	3.1.	Проведение натурных испытаний	12	15	13	7	2
		3.2.	Проведение анализа на основе полученных результатов	2	5	3	2	2
		3.3.	Формулировка рекомендаций по результатам проведенных испытаний	1	3	2	2	1
4	Оформление отчета о проделанной работе	4.1.	Оформление отчета о проделанной работе	3	5	4	2	2
		4.2.	Расчет экономического эффекта	1	2	1	1	1
		4.3.	Анализ перспектив использования	1	1	1	1	1
		4.4.	Прочее	2	2	2	2	1
ИТОГО							52	

Табелирование проводимых работ производится исходя из длительности каждого этапа и числа задействованных исполнителей. Результаты табелирования сводятся в таблицу 7.3 и таблицу 7.4.

Таблица 7.3 – Табелирование НИОКР по этапам проведения

№ этапа	Численность исполнителей				T _{эти}	T _Σ
	Руководитель проекта	Исполнитель 1	Исполнитель 2	Всего		
1.1.	1			1	2	52
1.2.			1	1	3	
1.3.		1		1	3	
1.4.			1	1	1	
1.5.		1		1	2	
2.1.	1		1	2	4	
2.2.		1		1	6	
2.3.			1	1	6	
2.4.	1	1	1	3	7	
2.5.		1		1	1	
3.1.	1		1	2	7	
3.2.		1	1	2	2	
3.3.		1		1	2	
4.1.	1	1		2	2	
4.2.			1	1	1	
4.3.		1		1	1	
4.4.			1	1	2	

Таблица 7.4- Табелирование НИОКР по исполнителям

№ этапа	Исполнитель		
	Руководитель проекта	Исполнитель 1	Исполнитель 2
1	2	3	4
1.1.	2	0	0
1.2.	0	0	3
1.3.	0	3	0

Продолжение таблицы 7.4

1	2	3	4
1.4.	0	0	1
1.5.	0	2	0
2.1.	4	0	4
2.2.	0	6	0
2.3.	0	0	6
2.4.	7	7	7
2.5.	0	1	0
3.1.	7	0	7
3.2.	0	2	2
3.3.	0	2	0
4.1.	2	2	0
4.2.	0	0	1
4.3.	0	1	0
4.4.	0	0	2
ИТОГО	22	26	33

7.3 Расчет затрат на проведение НИОКР

Расчет расходов на заработную плату научного и производственного персонала (НИОКР). Рассчитаем годовой эффективный фонд времени.

$$F_{\text{эф}} = F_{\text{раб}} \cdot q \cdot n, \text{ чел-час} \quad (7.4)$$

где $F_{\text{раб}}$ - число рабочих дней в году, $F_{\text{раб}} = 254$;

q - количество часов в смену, $q = 8$;

n - количество рабочих смен в день, $n = 1$.

$$F_{\text{эф}} = 254 \cdot 8 \cdot 1 = 2032 \text{ чел-час}$$

Число рабочих дней в месяц рассчитывается из эффективного фонда времени:

$$D = F_{\text{эф}} / 12 \cdot q, \text{ дн} \quad (7.5)$$

$$D = 2032 / 12 \cdot 8 = 21 \text{ дн}$$

Расчет времени работы каждого исполнителя представим в таблице 4. Расчет ведется по формуле:

$$K_{\text{исп.}i} = F_i / D, \text{ мес} \quad (7.6)$$

где: F_i – количество отработанных исполнителем дней, взятым согласно табеля

Таблица 7.5 – Расчет времени, отработанного каждым исполнителем

Значения	Исполнитель		
	Руководитель проекта	Исполнитель 1	Исполнитель 2
F_i , дней	22	26	33
D , дней	21	21	21
$K_{исп.i}$, мес	1,05	1,24	1,57

Исходя из отработанного времени каждым исполнителем, рассчитаем сумму заработной платы, исходя из оплаты по фиксированному окладу каждому исполнителю:

$$Z_{итр.} = K_{исп.i} \cdot O_{кл.} \cdot N, \quad (7.7)$$

где $K_{исп.i}$ – отработанное время, мес.

$O_{кл.}$ – оклад, руб.

N – штатная численность, чел.

Расчет заработной платы представим в таблице 5.

Таблица 7.6 – Заработная плата исполнителей НИОКР

Должность	Штатная численность, чел	Оклад, руб.	Отработанное время, мес	Заработная плата, руб
Руководитель проекта	1	22500	1,05	23571,4
Исполнитель 1	1	6500	1,24	8047,6
Исполнитель 2	1	6500	1,57	10214,3
Итого				41833,3

«Заработная плата производственных рабочих, задействованных при проведении отдельных видов работ, также учитывается. Рабочие будут задействованы на операциях металлообработки при создании опытного

образца, и на операции сварки. расчет заработной платы производственных рабочих производится по формуле :

$$Зпр.тар. = \sum(Sct_i \cdot q \cdot t_i), \text{ руб} \quad (7.8)$$

где Sct_i - тарифная ставка $i^{\text{го}}$ рабочего;

q - продолжительность рабочего дня, час;

t_i – количество задействованного времени рабочих, дн.

Расчет заработной платы представлен в таблице 6.7.

Таблица 7.7 – Заработная плата рабочих

Разряд рабочего	Тарифная ставка, $Sct.$, руб.	Длительность смены, q час.	Время занятости, $t_{i, \text{дн}}$	Заработная плата, руб.
Слесарь 5-го раз.	101,87	8	2	1629,92
Слесарь 6-го раз.	106,31	8	4	3401,92
Итого				5031,84

Основная заработная плата:

$$Зосн. = Зпр.тар. * (1 + K_{пр.}) \text{ руб}, \quad (7.9)$$

где: $K_{пр}$ - коэффициент премирования, 35%

$$Зосн. = 5031.84 * (1 + 0.35) = 6792,98 \text{ руб}$$

Расчет дополнительной заработной платы производственных рабочих:

$$Здоп. = Зосн. * K_{вып}, \text{ руб} \quad (7.10)$$

где : $K_{вып}$ - коэффициент выполнения норм, 10%

$$Здоп. = 6792.98 * 0.1 = 679,30 \text{ руб}$$

Расчет заработной платы всех исполнителей:

$$Зисп. = Зитр. + Зосн. + Здоп., \text{ руб} \quad (7.11)$$

$$Зисп. = 41833.3 + 6792.98 + 679.30 = 49305,58 \text{ руб}$$

Единые социальные отчисления:

$$Cсоц. = Зисп. * Kсоц., \text{ руб} \quad (7.12)$$

$$Cсоц. = 49305,58 * 0.30 = 14791,67 \text{ руб}$$

где $K_{соц.}$ – отчисления в единый социальный фонд, 30%» [16]

Произведем расчет затрат на электроэнергию при проведении НИОКР, представив результат в таблице 7:

$$C_{эл} = N_y \cdot K_{исп} \cdot T_{м.і} \cdot n \cdot (Ц_{эл.}/60) \cdot K_{заг}, \quad (7.13)$$

где: N_y - мощность оборудования, кВт;

$K_{исп}$ – коэффициент учета времени использования вида оборудования в процессе работ;

$K_{загр}$ – коэффициент учета загрузки мощности оборудования;

$T_{м.і}$ – машинное время работы $i^{ого}$ оборудования на один эксперимент

Ц_{эл.} – цена одного кВт•ч

n – количество экспериментов

Таблица 7.8 – Затраты на электроэнергию при проведении НИОКР

Наименование оборудования	N_y , кВт	$K_{заг}$	$K_{исп.}$	$T_{м.і}$ мин	n	Ц _{эл.} , руб.	$C_{эл}$, руб
Силоизмерительный комплекс ДСА-02	0,25	0,98	0,95	15	120	4,04	28,2
Компьютер рабочий	0,55		0,65	18240			430,3
Ноутбук	0,3		0,7	3360			46,6
Итого:							505,1

«Расчет амортизационных отчислений.

$$\sum C_{ам} = \frac{C_{об.} \cdot N_{ам.} \cdot T_{м.і.}}{F_{обор} \cdot 100}, \text{руб} \quad (7.14)$$

где: $F_{обор.}$ – годовой эффективный фонд времени работы оборудования:

$$F_{обор.} = F_{раб.} \cdot q \cdot K_{загр}. \quad (7.15)$$

$$F_{обор.} = 254 \cdot 8 \cdot 0,98 = 1991,4$$

где $N_{ам}$ - амортизационные отчисления;

$C_{об}$ - первоначальная стоимость оборудования с учетом транспортировки и монтажа;

$T_{m.i.}$ – общее время работы оборудования:

$F_{раб.}$ – число рабочих дней в году;

q – продолжительность смены, час

$K_{загр.}$ – коэффициент использования работы оборудования

Добор. – суммарное время работы оборудования, дней» [16]

Таблица 7.9 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	$C_{об}$, руб	$K_{загр.}$	$N_{ам}$	T_m , дн	$F_{обор}$, час	$C_{ам}$, руб
Силоизмерительный комплекс ДСА-02	120000	0,98	10,5	1,25	1991,4	7,75
Компьютер рабочий	65000		18,2	12,67	1991,4	73,74
Ноутбук	45000		18,2	2,33	1991,4	9,40
Итого:						90,90

Расчет накладных расходов:

$$C_{накл.} = Z_{исп.} * K_{накл.}, \text{ руб}, \quad (7.16)$$

где: $K_{накл.}$ - коэффициент накладных расходов, 35%

$$C_{накл.} = 49305,58 * 0,35 = 17256,95 \text{ руб}$$

Таблица 7.10 – Затраты на проведение НИОКР

Статьи	Сумма, руб.
1	2
Текущие затраты, Ктек	
Материальные затраты, в т.ч.	505,06
- энергоносителей	505,06
Фонд оплаты труда исполнителей	49305,58
Отчисления в единый социальный фонд	14791,67
Амортизационные отчисления	90,90

Продолжение таблицы 7.10

1	2
Накладные расходы	17256,95
Итого	82455,21
Капитальные затраты, Ккап.	
Стоимость приобретенного оборудования	230000
Расходы на транспортировку и монтаж	11500
Итого	241500
Всего предпроизводственных затрат, Спредпр.	323 955,21

7.4 Расчет затрат на производство изделия

Проектируемый отвал изготавливается в условиях мелкосерийного производства, что объясняется рыночной конъюнктурой.

«Себестоимость изготовления рассчитывается по формуле:

$$C_{\Pi}^H = Z_{\Pi\Pi} + Z_{\text{мат}} + Z_{\text{ФОТ}} + Z_{\text{СО}} + Z_{\text{цех}} + Z_{\text{произв}} + Z_{\text{внепр}} \quad (7.17)$$

где C_{Π}^H – себестоимость изготовления конструкции;

$Z_{\Pi\Pi}$ – суммарная себестоимость изготовления новых деталей;» [16]

$Z_{\text{мат}}$ – суммарная себестоимость изготовления изменённых деталей

$Z_{\text{ФОТ}}$ - суммарная себестоимость покупных изделий в новой конструкции;

$Z_{\text{СО}}$ – затраты на несение социальных обязательств, 30%;

$Z_{\text{цех}}$ – цеховые затраты;

$Z_{\text{произв}}$ – общепроизводственные затраты;

$Z_{\text{внепр}}$ – внепроизводственные издержки;

Расчет затрат на покупные изделия приводится в таблице 7.11.

Таблица 7.11 – Расчет затрат на покупные изделия

Покупные изделия	Кол-во	Цена, руб	Стоимость, руб.
Кронштейн с колодкой подключения фар	2	246,24	492,48
Болт 170060282	6	20,76	124,56
Гайка 170042139	6	5,7	34,2
Стальная гайка опоры с резиновой прокладкой в сборе	6	42,07	252,42
Домкрат электрический	1	5981	5981
Резиновая лента	1	450	450
Всего			7334,66

Затраты на материалы приводятся в таблице 7.12.

Таблица 7.12 – Затраты на материалы

Материалы, ед. изм	Кол-во	Цена, руб	Стоимость, руб.
Труба профильная 25x40x2,0, пог.м	24	60	1440
Лист 3мм, сталь 20, кв.м	2,85	1200	3420
			4860

Трудовые затраты складываются из производства сварочных и сборочных работ. Себестоимость их производства приводится в таблице 7.13.

Таблица 7.13 – Затраты на оплату труда

Разряд рабочего	Тарифная ставка,	Время занятости,	Заработная плата,
	См., руб.	t _{дн}	Руб.
1. Сварщик 5-го разряда	101,87	1,7	173,18
2. Слесарь 6-го разряда, сборка	106,31	3,16	335,94
Итого			509,12

Расчёт статьи затрат – заработная плата дополнительная:

$$З_{д.} = (З_о / 100) \cdot К_{д.} = (509,12 / 100) \cdot 35 = 178,19 \text{ руб} \quad (7.18)$$

Фонд оплаты труда составит

$$З_{ФОТ} = З_о + З_{д.} = 509,12 + 178,19 = 687,31 \text{ руб} \quad (7.19)$$

Расчёт статьи затрат – отчисления на социальные нужды:

$$З_{СО} = ((З_о + З_{д.})/100) \cdot К_{с.н.} \quad (7.20)$$

$$З_{СО} = ((509,12 + 178,19) / 100) 30 = 206,19 \text{ руб}$$

Затраты на инструмент и оснастку

$$З_{ио} = З_{ФОТ} \cdot К_{ио} = 687,31 \cdot 0,03 = 20,62 \text{ руб}$$

Производственная себестоимость рассчитывается как сумма всех затрат на производство изделия.

$$С_{произ} = 7334,66 + 4860,00 + 687,31 + 206,19 = 13088,16 \text{ руб}$$

Цеховая себестоимость

$$З_{цех} = С_{произ} \cdot К_{цех} \quad (7.21)$$

$$З_{цех} = 13\,088,16 \cdot 1,72 = 22\,511,64 \text{ руб}$$

Производственная себестоимость

$$З_{произв} = С_{произ} \cdot К_{произв} \quad (7.22)$$

$$З_{произв} = 13\,088,16 \cdot 1,97 = 25\,783,68 \text{ руб}$$

Полная себестоимость

$$С_{п} = С_{произ} + З_{цех} + З_{произв} \quad (7.23)$$

$$С_{п} = 13\,088,16 + 22\,511,64 + 25\,783,68 = 61\,383,48 \text{ руб}$$

Внепроизводственные издержки

$$З_{внпр} = С_{п} \cdot К_{внпр} = 61\,383,48 \cdot 0,003 = 184,15 \quad (7.24)$$

$$С_{п}^H = С_{п} + З_{внпр} = 61\,383,48 + 184,15 = 61567,63 \quad (7.25)$$

Цена изделия

$$Ц = С_{п}^H \cdot Ур \cdot 1,2 = 61567,63 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 81\,269,27 \text{ руб} \quad (7.26)$$

Расчет себестоимости и цены отвала сводим в таблицу 6.14.

Таблица 7.14 - Калькуляция себестоимости проектируемого узла

Наименование показателей	Условное обозначение	Затраты на единицу изделия (проект)
1. Стоимость основных материалов	М	3084
2. Стоимость комплектующих изделий	Пи	1861
3. Основная заработная плата производственных рабочих	Зо	1000
4. Дополнительная заработная плата производственных рабочих	Здоп	250
5. Социальные начисления	Ссоц.нач	375
6. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	Сс.обор	2000
7. Цеховые расходы	Сцех	1800
8. Расходы на инструмент и оснастку	Синст	30
9. Цеховая себестоимость	Сцех.с/с	10 400
10. Общезаводские расходы	Соб.зав	1300
11. Общезаводская себестоимость	Соб.зав.с/с	11700
12. Коммерческие расходы	Ском	585
13. Полная себестоимость	Сполн	12 285
14. Отпускная цена	Цопт	14 742

Программа выпуска изделий принимается в объеме 120 единиц. Тогда, прибыль от продажи изделий будет рассчитываться как разница между себестоимостью и ценой реализации.

$$Pr = (C - C_{п}^H) \cdot 120 = (81\,269,27 - 61\,383,48) \cdot 120 = 2\,386\,294,8 \text{ руб}$$

Налог на прибыль принимаем исходя из упрощенной системы налогообложения по ставке 15% на разницу между полученным доходом и расходом.

$$НП = Pr \cdot 0,15 = 2\,386\,294,8 \cdot 0,15 = 357\,944,22 \text{ руб}$$

Чистая прибыль, получаемая от реализации конструкции отвала.

$$ЧPr = Pr - НП = 2\,386\,294,8 - 357\,944,22 = 2\,028\,350,58 \text{ руб}$$

Срок окупаемости предпроизводственных затрат на НИОКР составит.

$$T_{ок} = C_{предпр} / ЧPr \quad (7.27)$$

$$T_{ок} = 323\,955,21 / 2\,028\,350,58 = 0,16 \text{ лет}$$

Рассчитанный срок окупаемости соответствует требованиям эффективности проекта.

Заключение

В дипломном проекте была произведена разработка пневматической подвески автомобиля ВАЗ-2170, производимого ограниченной серией.

Был произведен анализ конструкций подвески автомобиля различных автопроизводителей, изготовленных по схеме независимой подвески. Определены требования и характеристики конструкции подвески.

Для базового автомобиля, в рамках которого производится доработка подвески, произведен расчет тягово-динамических параметров. По результату произведенного расчета построены графики тягово-динамических и топливно-экономических характеристик. Результаты расчета представлены в пояснительной записке и вынесены на лист графической части.

Особенностью конструкций подобного рода является обеспечение большого хода, высокая энергоемкость и при этом максимально малый вес. В рамках выпускной квалификационной работы разработана подвеска, на основе проведенного анализа существующих конструкций.

Определены оптимальные геометрические параметры конструкции рычагов подвески, произведены кинематические и прочностные расчеты рычагов. Предполагается, что подвеска будет изготавливаться из конструкционных материалов, широко используемых в автомобиле строения – сталей и сплавов.

Также произведен расчет наиболее ответственных деталей подвески, которые испытывают в процессе эксплуатации наибольшие нагрузки, и чья прочность является критической с точки зрения эксплуатации. Определены их прочностные характеристики.

Рассчитаны параметры работы подвески, согласно его кинематической схемы. Особое внимание в работе было уделено тому факту, что конструирование подвески производится без изменения геометрических характеристик кузова, что позволяет производить монтаж подвески на

штатные места существующих конструкций кузовов серийно производимых автомобилей.

В разделе безопасности рассмотрены вопросы обеспечения безопасных условий труда при проведении работ по НИОКР. Определены параметры безопасной эксплуатации, проведен анализ нормативной документации, определяющей параметры безопасного использования транспортного средства.

В экономическом разделе дипломного проекта произведен расчет капитальных затрат на проведение НИОКР. Также произведен анализ стоимости изготовления отдельных деталей модернизированной подвески. Рассчитаны экономические показатели проекта.

На основании проведенной работы, делаем вывод о выполненном задании в рамках дипломного проекта.

Список используемых источников

1. Анопченко, В. Г. Практикум по теории движения автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Анопченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. - 116 с. - ISBN 978-5-7638-2494-0.
2. Богатырев, А. В. Автомобили : учебник / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский ; под ред. проф. А.В. Богатырева. — 3-е изд., стереотип. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 655 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/2530. - ISBN 978-5-16-101092-1.
3. Безопасность и экологичность проекта/ Ю.Н. Безбородов [и др.] - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. - 148 с. ISBN 978-5-7638-3176-4.
4. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет: Учебное пособие / Е.В. Березина. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 320 с.: ил.; . - (ПРОФИЛЬ). ISBN 978-5-98281-309-1. - Текст : электронный.
5. Ведущие мосты тракторов и автомобилей: Учебное пособие / Кобозев А.К., Швецов И.И., Койчев В.С. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2016. - 64 с.
6. Волков, В.С. Конструкция автомобиля : учеб. пособие / В.С. Волков. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-0329-0.
7. Лукаш, Ю. А. Экономические расчеты в бизнесе [Электронный ресурс] : большое практ. справ. пособие / Ю. А. Лукаш. - Москва : Флинта, 2012. - 210 с. - ISBN 978-5-9765-1369-3.
8. Мигаль, В. Д. Методы технической диагностики автомобилей : учебное пособие / В.Д. Мигаль, В.П. Мигаль. — Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. — 417 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-100107-3.

9. Набоких, В. А. Испытания автомобиля : учебное пособие / В.А. Набоких. — 2-е изд. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 224 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-106839-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1087951> (дата обращения: 09.06.2020)
10. Огороднов, С.М. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / С.М. Огороднов, Л.Н. Орлов, В.Н. Кравец. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0364-1.
11. Огороднов С.М. «Конструкция автомобилей и тракторов»/ С.М. Огороднов, Л.Н. Орлов, В.Н. Кравец // учебник, Изд-во Инфра Инженерия, 2019 – 284 с
12. Карташевич А.Н. «Тракторы и автомобили. Конструкция» / А.Н. Карташевич, А.В. Понталев, А.В. Гордеенко // учебное пособие, Изд-во Инфра-М, 2013 – 313 с.
13. Коханов, В. Н. Безопасность жизнедеятельности : учебник / В.Н. Коханов, В.М. Емельянов, П.А. Некрасов. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 400 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/ 10.12737/2883](http://www.dx.doi.org/10.12737/2883). - ISBN 978-5-16-100439-5.
14. Пантелеева, Е. В. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Пантелеева, Д. В. Альжев. — Москва : ФЛИНТА, 2013. — 286 с. - ISBN 978-5-9765-1727-1.
15. Савич, Е. Л. Легковые автомобили : учебник / Е.Л. Савич. — 2-е изд., перераб. и доп. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 758 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104387-5.
16. Савич, Е. Л. Системы безопасности автомобилей : учебное пособие/ Е.Л. Савич, В.В. Капустин. — Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. — 445 с.: ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104362-2.
17. Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля : учебное пособие / В.А. Стуканов. — Москва : ИД «ФОРУМ» :

ИНФРА-М, 2020. — 368 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-101654-1.

18. Тарасик В.П. «Теория автомобилей и двигателей»/ В.П. Тарасик, М.П. Бренчик // учебное пособие, Изд-во Инфра-М, 2020 – 448 с.

19. Тарасик, В. П. Теория автомобилей и двигателей : учебное пособие / В.П. Тарасик, М.П. Бренч. — 2-е изд., испр. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. — 448 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-101224-6.

20. Высочкина, Л. И. Автомобили: конструкция, расчет и потребительские свойства [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / сост. Л.И. Высочкина, М.В. Данилов, В.Х. Малиев и др. - Ставрополь, 2013. - 68 с.

21. Гринцевич, В. И. Техническая эксплуатация автомобилей. Технологические расчеты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Гринцевич. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 194 с. - ISBN 978-5-7638-2378-3.

22. Щелчкова, Н. Н. Практикум по безопасности жизнедеятельности. Часть II : учебно-практическое пособие / Н.Н. Щелчкова, Д.В. Натарова, Е.А. Романова. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 225 с. - ISBN 978-5-16-108275-1.

23. G. A. Einicke, Smoothing, Filtering and Prediction: Estimating the Past, Present and Future (2nd ed.), Prime Publishing, 2019

24. Bierbaum, O. J. Eine empfindsame Reise im Automobil / O. J. Bierbaum. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 322 с. — ISBN 978-5-507-41136-8.

25. Emily, E. D. Through what transports of Patience / E. D. Emily. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 1 с. — ISBN 978-5-507-31245-0.

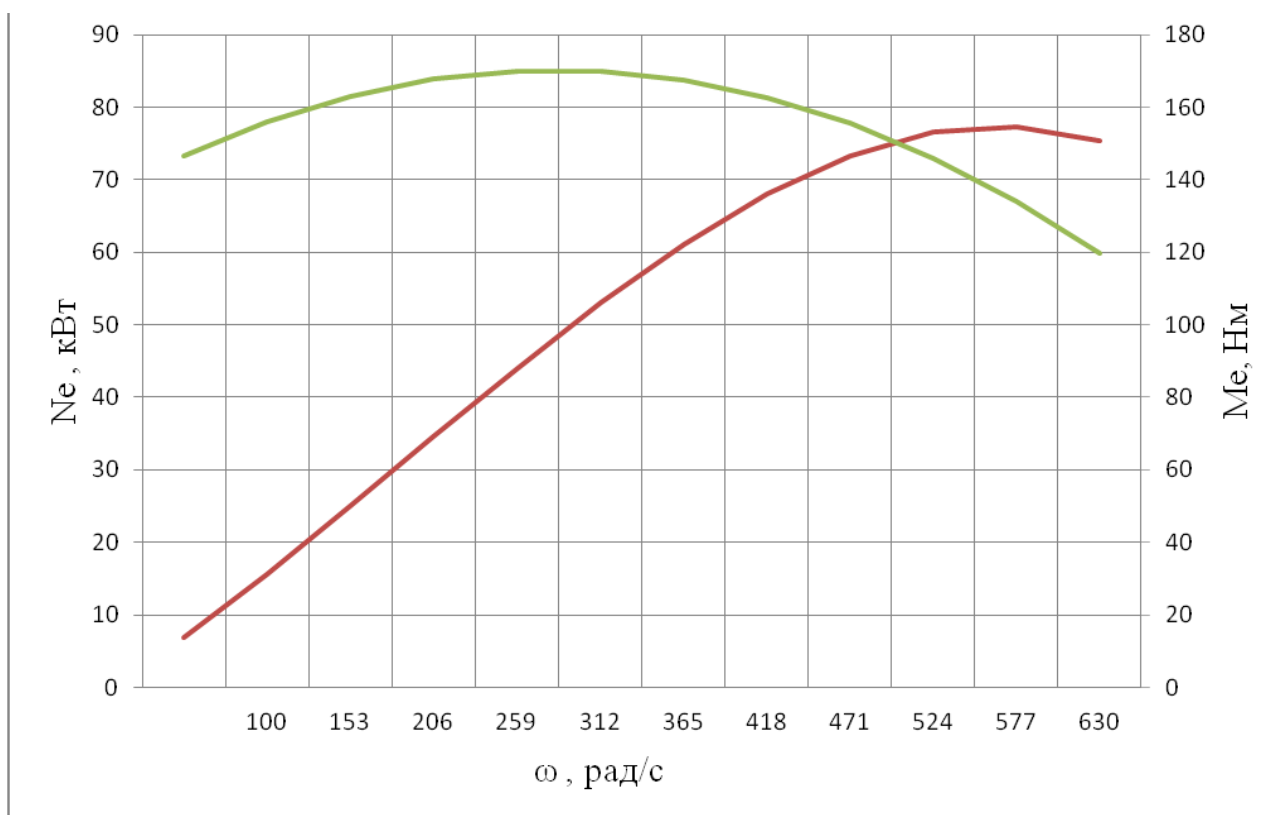
26. Emily, E. D. A transport one cannot contain / E. D. Emily. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 1 с. — ISBN 978-5-507-33097-3.

27. Henry, O. While the Auto Waits / O. Henry. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 4 с. — ISBN 978-5-507-40405-6.

28. Everyday English For Technical Students (Mechanical engineering, metallurgy and transport department) [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019.— 350 с.

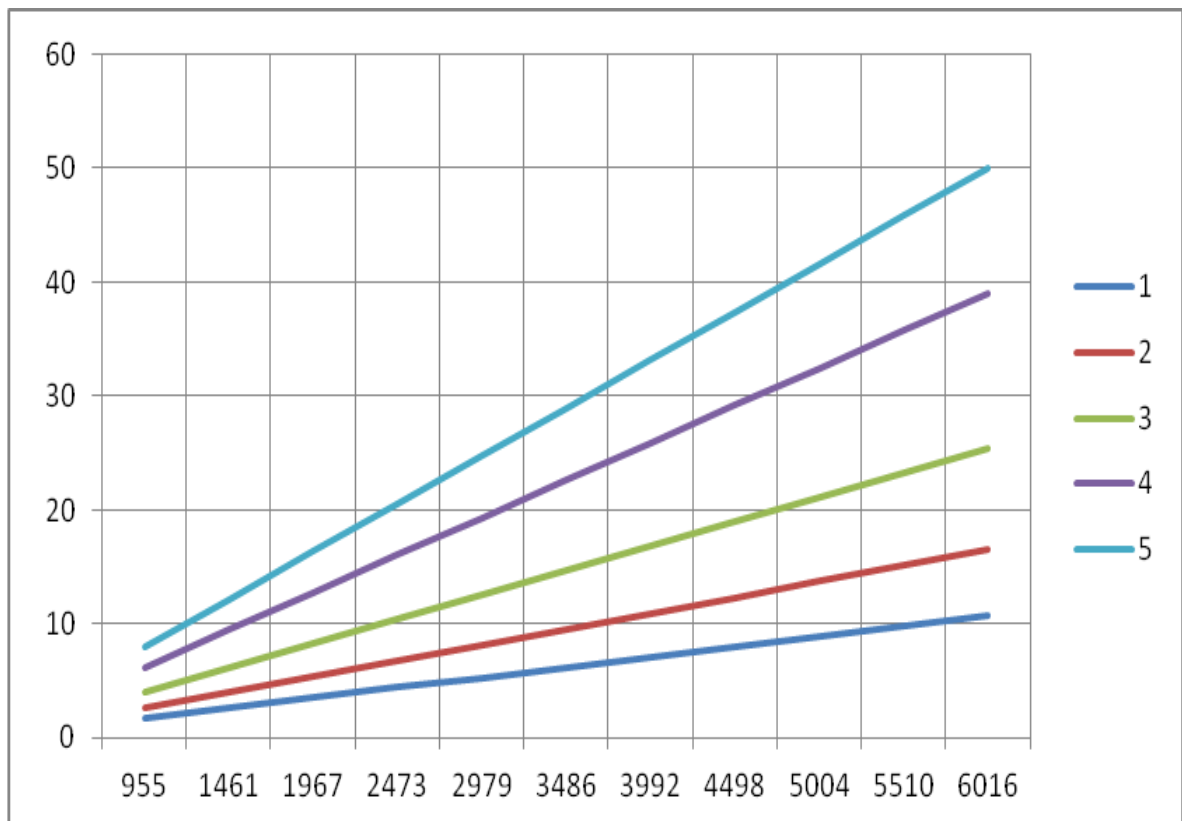
Приложение А

Внешняя скоростная характеристика



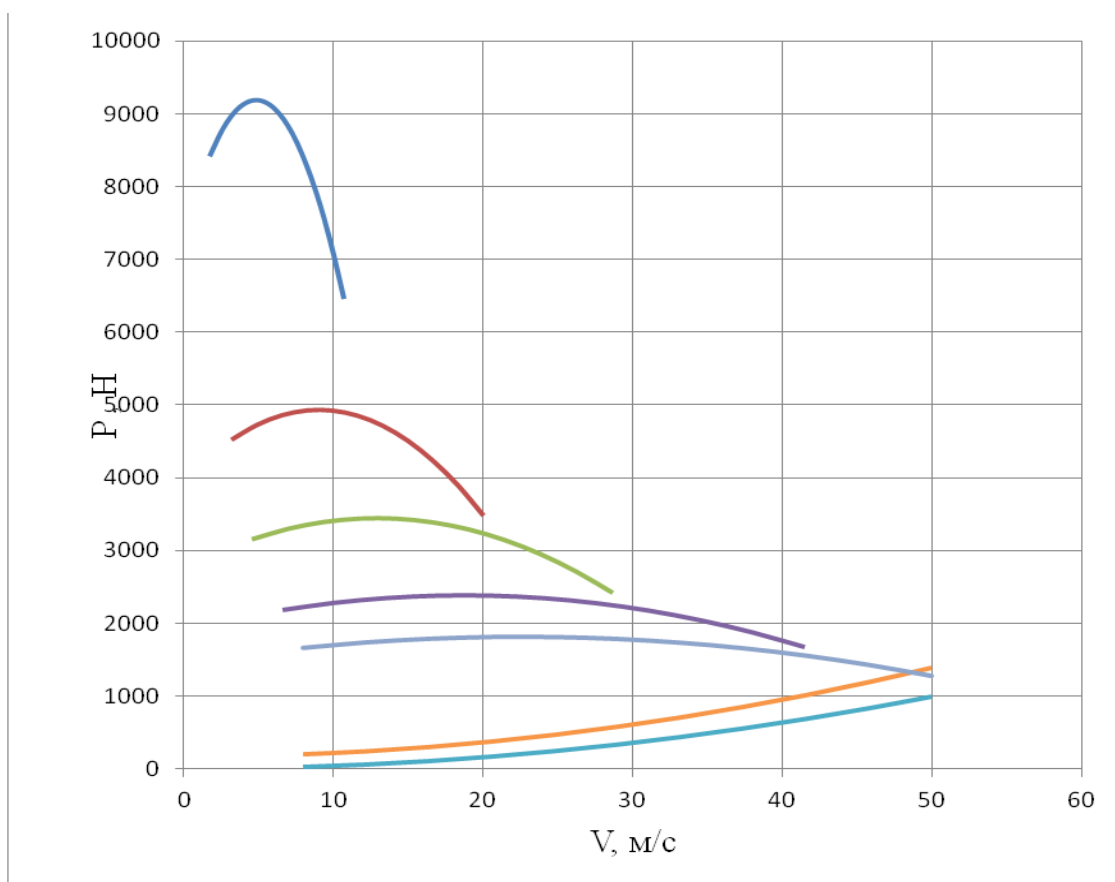
Приложение Б

Скорость автомобиля на разных передачах

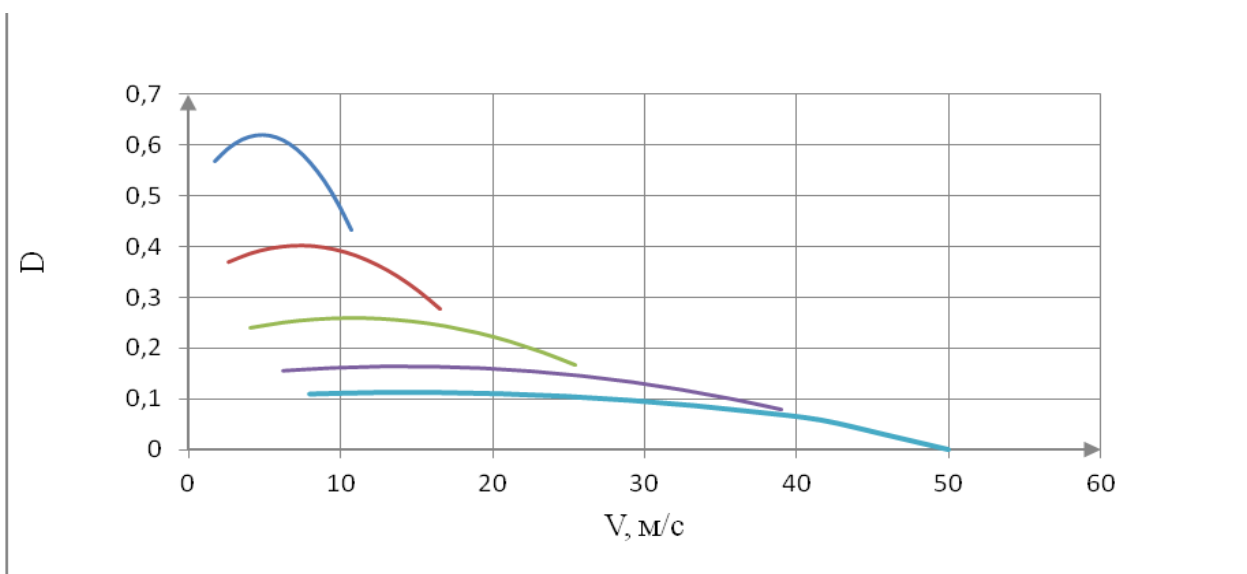


Приложение В

Силовой баланс

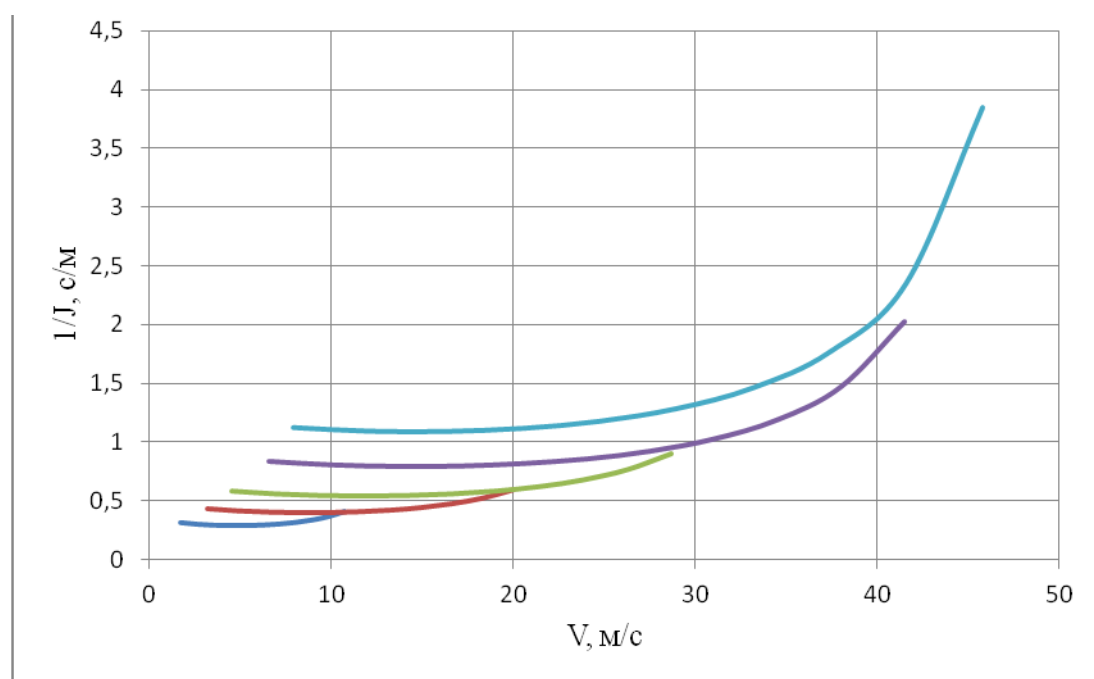
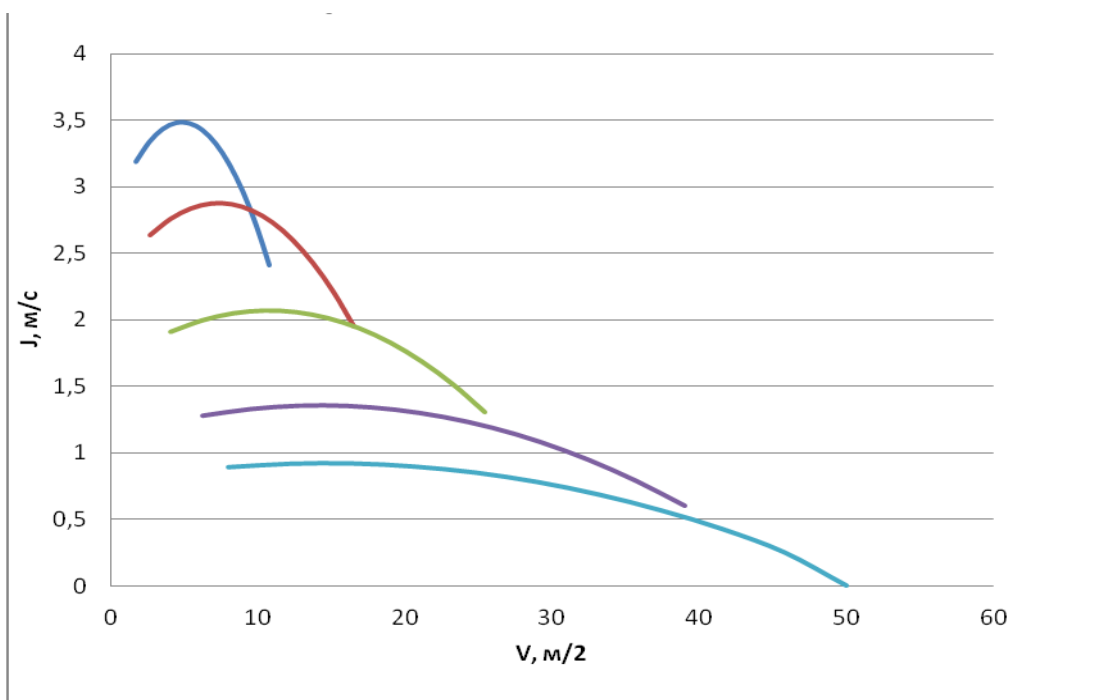


Приложение Г
Динамический фактор



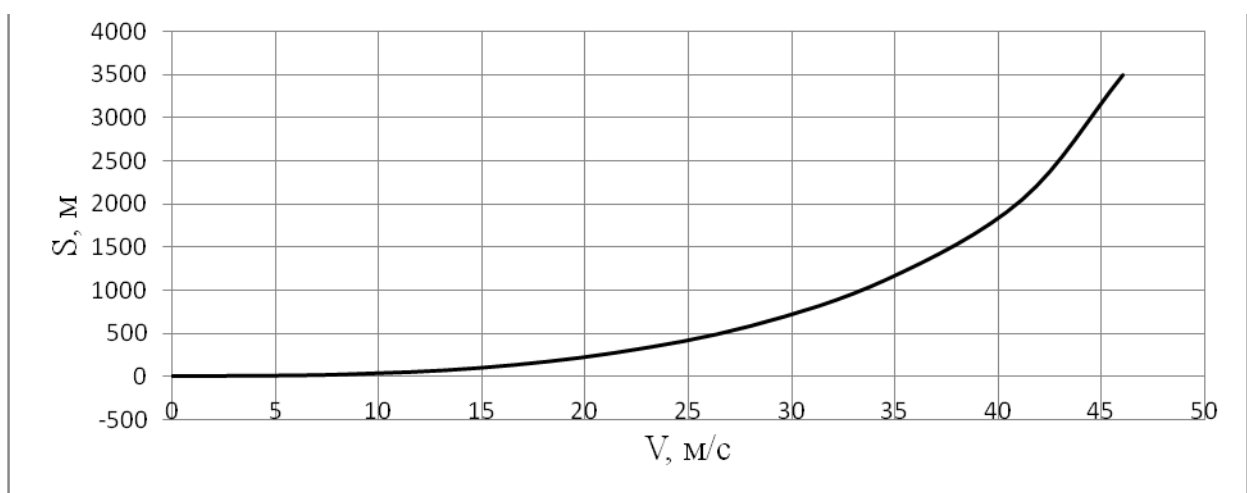
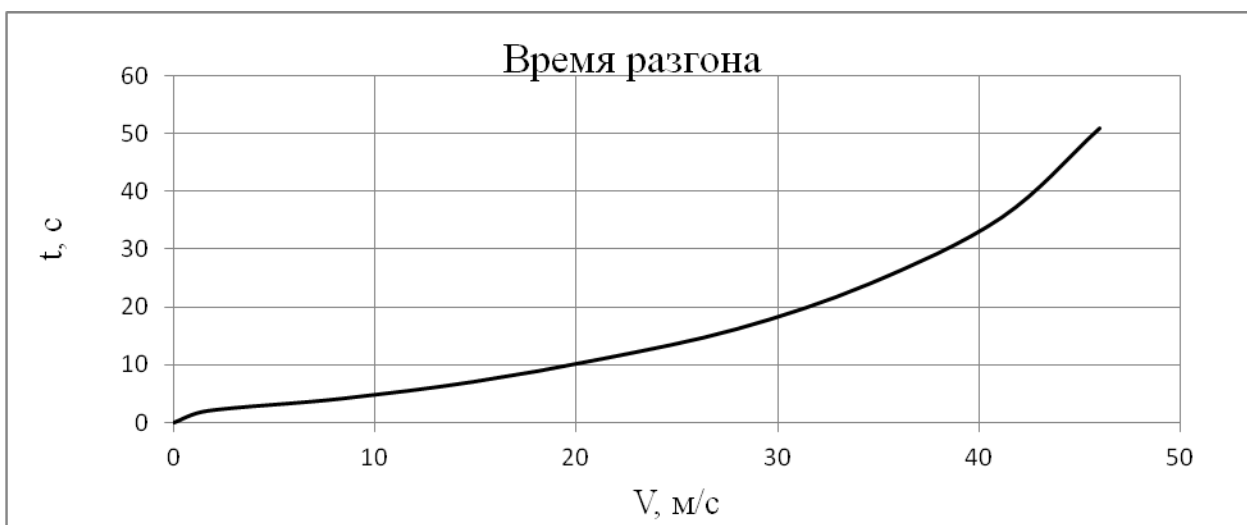
Приложение Д

Прямые и обратные ускорения автомобиля

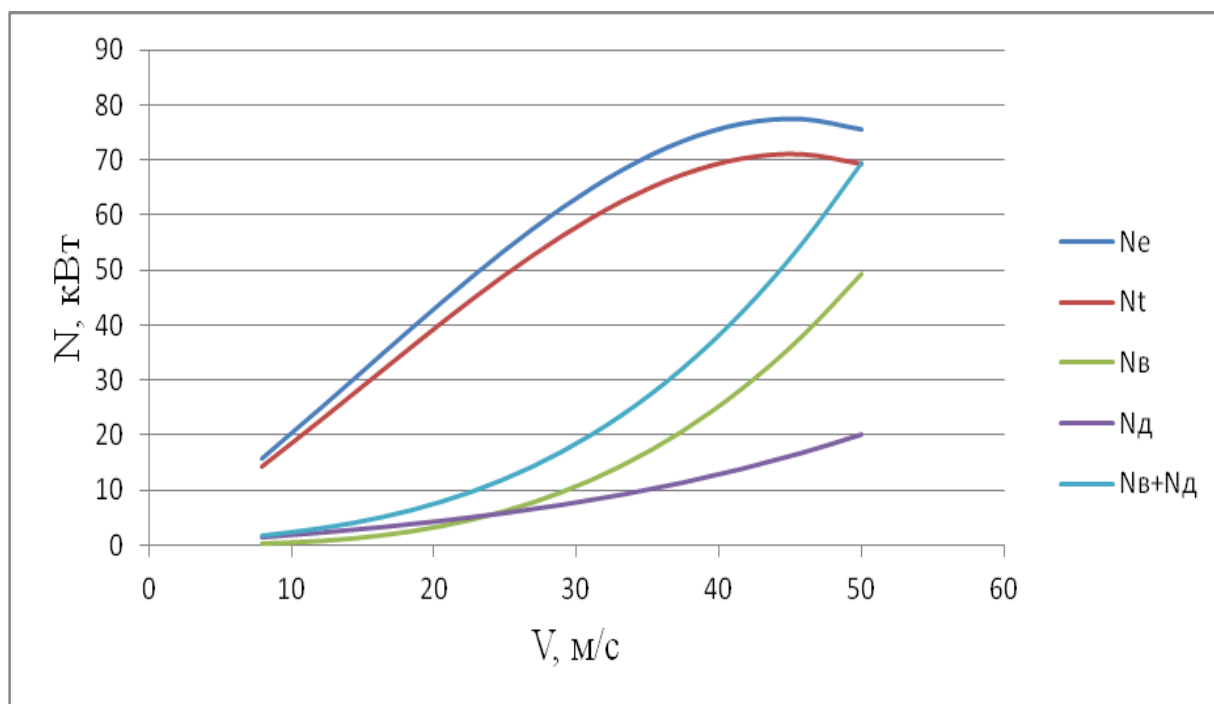


Приложение Е

Время и путь разгона автомобиля

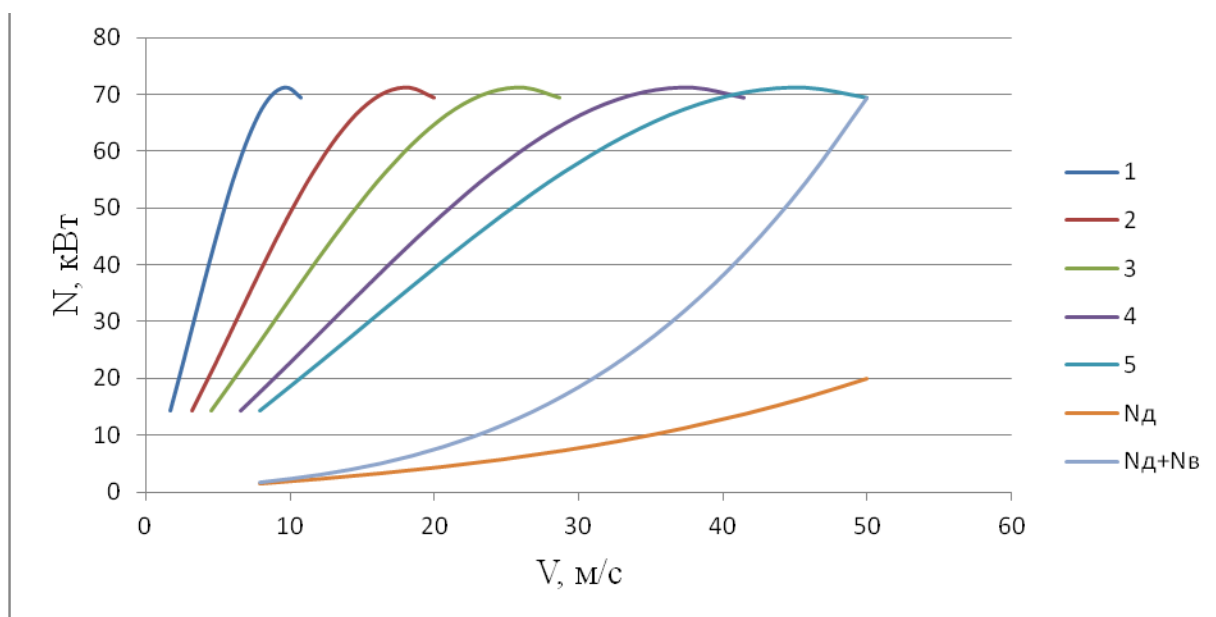


Приложение Ж
Мощностной баланс автомобиля



Приложение И

Мощностной баланс автомобиля на различных передачах



Приложение К

Топливо-экономическая характеристика

