

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Проектирование и
эксплуатация автомобилей»

А.В. Бобровский

«10» декабря 2015 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Иванов Николай Михайлович

1. Тема Модернизация стенда для исследования работы пневматической подвески автомобиля

2. Срок сдачи студентом законченного проекта « 01 » июня 2016 г.

3. Исходные данные к дипломному проекту

Колесная формула 4x2; снаряженная масса 1060кг; количество мест 5; коэффициенты для расчета ВСХ $a=b=c=1$; передаточное число главной передачи 3,7; макс. частота вращения кол-го вала 628 рад/с; коэффициент аэрод-госопр-я 0,35; радиус колеса 0,275м; КПД трансмиссии 0,92; перед. числа КПП 1=3,636; 2=1,95; 3=1,357; 4=0,947; 5=0,781; площадь миделя 1,958; $V(\max)=42,7\text{ м/с}=154\text{ км/ч}$; число передач в КП 5.

Цель проекта: Оснащение стенда измерительной аппаратурой и исследование переходного процесса подвески при изменении нагрузки .

4. Содержание дипломного проекта (перечень подлежащих разработке вопросов):

Аннотация

Введение

1. Состояние вопроса

1.1. Назначение агрегата или системы

1.2. Требования, предъявляемые к конструкции агрегата или системы.

1.3. Классификация конструкций агрегата или системы

1.4. Обзор и тенденции развития конструкции агрегата или системы.

1.5. Выбор и обоснование принятого варианта конструкции (предварительное).

2. Защита интеллектуальной собственности

(предусмотрено/не предусмотрено) Руководитель _____

3. Конструкторская часть

3.1. Тягово-динамический расчет автомобиля

- 3.2. Выбор компоновочной схемы объекта.
- 3.3. Кинематические, динамические и др. расчеты.
- 3.4. Выбор деталей, подлежащих расчету, определение нагрузочных режимов.
- 3.5. Расчет деталей (на прочность, износостойкость, нагрев и т.п.) и выбор материалов деталей.
- 3.6. Разработка вспомогательных механизмов (для охлаждения, обогрева, смазки, защиты от загрязнений, сигнализации предельного значения параметра и т.д.).

4. Технологическая /Исследовательская часть

Оснащение стенда измерительной аппаратурой и исследование переходного процесса подвески при изменении нагрузки.

5. Анализ экономической эффективности объекта

Расчет себестоимость разработки и изготовления стенда.

6. Безопасность и экологичность объекта

Разработка мероприятий по обеспечению экологической и промышленной безопасности на участке изготовления стенда и при проведении испытаний.

Заключение

Список литературы

Приложения: - **Графики тягово-динамического расчета**
- **Спецификации**

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала:

Автомобиль. Общий вид. 1 лист ф. А1

Графики тягово-динамического расчета 1 лист ф.А1

Сборочные чертежи листов формата

Детализировка листов формата А1

Технологическая схема сборки разрабатываемого узла 1 лист ф. А1

Показатели экономической эффективности объекта 1 лист ф. А1

6. Консультанты по разделам

Технологическая /Исследовательская часть _____ / _____ /

Анализ экономической эффективности объекта _____ / _____ /

Безопасность и экологичность объекта _____ / _____ /

7. Дата выдачи задания «10» декабря 2015 г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Л.А. Черепанов

Задание принял к исполнению

Н.М. Иванов

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «Проектирование
и эксплуатация автомобилей»

_____ А.В.
Бобровский
(подпись) (И.О. Фамилия)

«10» декабря 2015г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения дипломного проекта

Студента Иванова Николая Михайловича

по теме Модернизация стэнда для исследования работы пневматической подвески
автомобиля.

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
1. Состояние вопроса	14.04.2016			
2. Тяговый расчет	14.04.2016			
3. Патентное исследование	20.04.2016			
4. Расчет проектируемого механизма	25.04.2016			
5. Чертежи деталей механизмов и узлов	25.04.2016			
6. Исследовательская часть	25.04.2016			
7. Экономическая часть	30.04.2016			
8. Безопасность и экологичность объекта	30.04.2016			
9. Сдача готовых ВКР на предварительную проверку	04.05.2016			
10. Предварительная защита	01.06.2016			

Руководитель дипломного проекта

_____ (подпись)

Л.А. Черепанов

_____ (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ (подпись)

Н.М. Иванов

_____ (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте модернизирован стенд для исследования автоматической подвески пневматического типа.

В введении обосновывается актуальность проектирования и разработки стенда.

В первой главе пояснительной записки описываются существующие конструкции подвесок, освещаются вопросы автоматических подвесок и проводится обзор конструкции стенда для исследования пневматической подвески.

В конструкторской части дипломного проекта выполняется тяговый расчет легкового автомобиля ВАЗ 2190, модернизация стенда, расчет на прочность и исследование переходного процесса.

В исследовательской части дипломного проекта описывается методика исследования переходного процесса подвески при изменении нагрузки, подготовка стенда для проведения испытаний и обработка полученных данных.

В экономической части определяется экономическая эффективность от внедрения стенда и проводится анализ затрат.

В заключительной части «Безопасность и экологичность проекта» рассматриваются вопросы безопасности и охраны труда при сборке стенда и при проведении испытаний.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА	
1.1 Назначение подвески автомобиля.....	9
1.2 Основные требования, предъявляемые к подвеске автомобиля.....	10
1.3Классификация конструкций подвески.....	11
1.4Анализ существующих конструкций.....	14
1.5 Общие сведения о системах автоматического регулирования.....	29
1.6Обзор существующих конструкций стендов для испытаний подвески	33
1.7Выбор и обоснование принятого варианта конструкции.....	34
2Защита интеллектуальной собственности.....	35
3.Конструкторская часть	
3.1Тягово-динамический расчет автомобиля.....	36
3.2 Описание стенда.....	46
3.3 Расчет болтового соединения на прочность.....	48
3.4 Электрическая схема стенда.....	49
3.5 Принцип работы стенда.....	49
4 Исследовательская часть	
4.1 Методика исследования переходного процесса подвески при изменении нагрузки	53
4.2 Подготовка и проведение испытаний	53
4.3 Результаты испытаний.....	55
4.4 Выводы.....	57
5Экономическая эффективность проекта	
5.1Введение.....	58
5.2Составление логически-последовательного перечня работ, выполняемых в процессе.....	59
5.3 Расчет сметы затрат на проведение НИиОКР.....	65
5.4Расчет показателей экономической эффективности	72

5.5 Анализ полученных экономических показателей и выводы.....	73
6 Безопасность и экологичность проекта	
6.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций.....	74
6.2 Идентификация опасных и вредных производственных факторов.....	78
6.3 Воздействие производственных факторов на организм человека.....	79
6.4 Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке по изготовления стенда.....	83
6.5 Расчеты по инженерному оборудованию.....	92
6.6 Экологическая экспертиза разрабатываемого объекта.....	95
6.7 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях.....	96
6.8 Выводы.....	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	98
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	99
ПРИЛОЖЕНИЯ	
Приложение А.....	101
Приложение Б.....	107

ВВЕДЕНИЕ

Одной из ведущих отраслей промышленности практически всех развитых стран является автомобилестроение. При создании новых и совершенствовании старых конструкций автомобилей большое значение имеют испытания автомобилей, по результатам которых находят технико-экономические показатели работы, соответствие стандартам и техническим условиям.

Одним из путей повышения комфортабельности автомобиля в движении, является улучшение плавности хода автомобиля, что в свою очередь зависит от применяемой подвески и ее элементов. Снижение нагрузок на элементы подвески, снижение колебаний от неровностей дорожного полотна оказывает значительное влияние на комфортабельность и управляемость, а также сказывается на долговечности всех узлов и агрегатов автомобиля.

В настоящее время все большее применение находят регулируемые подвески, которые позволяют изменять в определенных пределах дорожный просвет и жесткость подвески. Тем самым обеспечивается устойчивость автомобиля на высоких скоростях, за счет снижения центра тяжести, и комфортабельность.

Для определения характеристик и наглядного изучения переходного процесса, происходящего в автоматической подвеске пневматического типа, предлагается применять стенд.

Разработкой и внедрением стенда предполагается снизить затраты на проведение исследований пневматической подвески.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение подвески автомобиля.

Автомобильная подвеска является совокупностью устройств, обеспечивающих упругую связь между несущей системой и мостами или колёсами автомобиля, уменьшение динамических нагрузок на несущую систему и колёса, и затухание их колебаний, а также регулирование положения кузова автомобиля во время движения. Автомобильная подвеска, являясь промежуточным звеном между кузовом автомобиля и дорогой, должна быть лёгкой, высоко- комфортабельной и обеспечивать максимальную безопасность движения транспортного средства. Для этого необходима точная кинематика колёс, высокая информативность управления (не только рулевого), а также изоляция кузова от дорожных шумов и жесткого качения радиальных шин (особенно с низким профилем). Кроме того, надо учитывать, что подвеска передаёт на кузов силы, возникающие в контакте колеса с дорогой, поэтому она должна быть прочной и долговечной. Применяющиеся шарниры должны легко поворачиваться, быть мало податливыми, а также обеспечивать шумоизоляцию кузова. Рычаги должны передавать силы практически во всех направлениях и тяговые и тормозные моменты, и быть при этом не слишком тяжелыми. Упругие элементы при эффективном использовании материалов должны быть простыми и компактными, и допускать достаточный ход подвески.

1.2 Основные требования, предъявляемые к подвеске автомобиля

1) подвеска является промежуточным звеном между кузовом автомобиля и дорогой, должна быть легкой, высоко-комфортабельной и обеспечивать максимальную безопасность движения;

2) упругая характеристика подвески должна обеспечивать высокую плавность хода, а так же отсутствие ударов в ограничители хода, противодействовать кренам при повороте, "клевкам" при торможении и "приседаниям" при разгоне автомобиля;

3) кинематическая схема должна создать условия для возможного малого изменения колеи и углов установки колёс, соответствие кинематики колес кинематике рулевого привода, исключая колебания управляемых колес, вокруг оси поворота;

4) оптимальная величина затухания колебаний кузова и колес;

5) надежная передача от колес кузову или раме продольных и поперечных усилий и моментов;

6) малая масса элементов подвески и особенно неподрессоренных частей;

7) высокая прочность и долговечность деталей подвески и особенно упругих элементов, относящихся к числу наиболее нагруженных частей подвески;

8) жесткого качения радиальных шин и изоляция кузова от дорожных шумов;

9) применяемые шарниры должны легко поворачиваться, быть малоподатливыми и вместе с тем обеспечивать шумоизоляцию кузова;

10) рычаги должны передавать силы во всех направлениях, а также тяговые и тормозные моменты и быть при этом не слишком тяжелыми или дорогими в изготовлении;

11) упругие элементы при эффективном использовании материала должны быть простыми и компактными и допускать достаточный ход подвески.

1.3 Классификация конструкций подвески

Коротко рассмотрим основные конструкции подвесок автомобиля.

Подвески классифицируются:

1) по типу направляющего аппарата:

- а) зависимые,
- б) независимые,
- в) полузависимые.

2) по типу упругих элементов

- а) пружинные,
- б) торсионные,
- в) рессорные,
- г) пневматические и т.д.

На легковых автомобилях для передних колес применяются:

- 1) подвески типа «МакФерсон»;
- 2) на двух поперечных рычагах;
- 3) многорычажная.

Для задних колес:

- 1) полузависимая;
- 2) продольные/косые рычаги;
- 3) «МакФерсон»;
- 4) многорычажная;
- 5) зависимые подвески.

Независимые подвески различаются:

1) по расположению плоскости качания колёс:

- а) продольная;
- б) поперечная;
- в) подвеска типа «МакФерсон»
- г) на косых рычагах;

2) по количеству рычагов:

- а) однорычажные,
- б) двухрычажные,
- в) трехрычажные,
- г) многорычажные,
- д) свечные.

Преимущества и недостатки подвесок:

- преимущества зависимой подвески:

- 1) простота конструкции;
- 2) дешевле в изготовлении;
- 3) имеет постоянную колею;

4) центр крена всегда располагается высоко, что способствует уменьшению крена автомобиля;

- недостатки зависимой подвески:

1) большая неподрессоренная масса за счет балки;

2) при противоположных ходах левого и правого колёс одной оси, наблюдается значительный их наклон, следствием чего являются автоколебания колёс (так называемый "эффект шимми");

3) склонность к уводу на неровной дороге;

4) взаимосвязанность положений колес;

5) занимает много места;

- преимущества независимой подвески:

1) малый объем;

2) малая масса;

3) отсутствие связи между положениями колес;

- недостатки независимой подвески:

1) рычаги могут быть нагружены большими силами;

2) низкий центр крена;

3) развал колес при крене кузова всегда меняется в неблагоприятную сторону;

В отдельный класс ещё необходимо выделить т.н. полузависимую подвеску. Более правильное её название: подвеска с закручивающейся балкой. Как правило, это задняя подвеска недорогих переднеприводных автомобилей.

1.4 Анализ существующих конструкций

Подвеска типа "МакФерсон"

Подвеска колеса (рисунок 1.1), состоящая из одного рычага, стабилизатора поперечной устойчивости и блока из пружинного элемента и амортизатора телескопического типа, называемого качающейся свечой, в связи с тем, что он закреплен в верхней части к кузову при помощи упругого шарнира и может качаться при движении колеса вверх-вниз.

Преимуществами такого вида подвески являются: малая непрессоренная масса, компактность, хорошая недостаточная поворачиваемость.

К недостаткам можно отнести: проблема изоляции верхней точки крепления амортизатора к кузову, использование подрамника (что увеличивает массу автомобиля), сравнительно негативное изменение развала колес.



Рисунок 1.1- Схема подвески типа "МакФерсон".

Подвеска на двойных поперечных рычагах.

В этой конструкции (рисунок 1.2) есть два поперечных рычага, имеющих поворотные опоры на раме, поперечине или кузове. Наружные концы рычагов - в случае передней подвески (пример ВАЗ-2101-07) - соединяются посредством шаровых шарниров с поворотной цапфой или кулаком. Чем больше может быть расстояние между поперечными рычагами, тем меньше силы, действующие в рычагах и их опорах, то есть тем меньше податливость всех деталей и точнее кинематика подвески. Надо отметить, также, эластичное восприятие жесткого качения радиальных шин верхними рычагами (что возможно только при этой конструкции независимой подвески). Хотя продольные силы, вызываемые сопротивлением качению, на верхнем рычаге лишь незначительно меньше, однако нижний рычаг и его опоры выполняются с расчётом на явно большие нагрузки. Последние возникают под действием боковых сил или при торможении. Главное преимущество подвески на двойных поперечных рычагах - её кинематические свойства: взаимным положением рычагов можно определить высоту, как центра поперечного крена, так и центра продольного крена. Кроме того, за счёт разной длины верхнего и нижнего рычагов можно влиять на угловые перемещения колёс при ходах отбоя и сжатия, то есть на изменение развала и, независимо от этого, на изменение колеи. При более коротких верхних рычагах колёса при ходе сжатия наклоняются в сторону отрицательного развала, а при ходе отбоя - в сторону положительного. За счёт этого можно противодействовать изменению развала, обусловленному боковым креном кузова. Также, изменив угол плоскости качания верхнего рычага относительно нижнего, можно добиться антиклевкового эффекта.

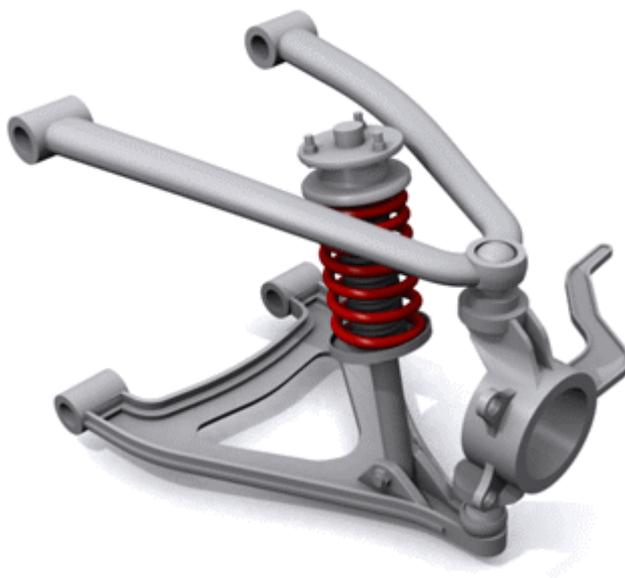


Рисунок 1.2- Схема подвески на двойных поперечных рычагах.

Подвеска на продольных рычагах

При этой конструкции (рисунок 1.3) подвески с каждой стороны автомобиля имеется расположенный в направлении движения продольный рычаг с поворотной опорой на поперечине подвески или на кузове. Такой рычаг должен воспринимать силы во всех направлениях и испытывает высокие нагрузки на изгиб и кручение, тем не менее под воздействием вертикальных и боковых сил развал и схождение не должны изменяться. Этого можно достичь жестким на изгиб и кручение коробчатым профилем или применением литого рычага вместе с двумя максимально разнесенными жесткими в радиальном направлении опорами.

Подвеска на продольных рычагах сравнительно проста и часто применяется на переднеприводных автомобилях в качестве задней подвески. Она дает возможность выполнить пол кузова ровным и расположить между рычагами топливный бак или запасное колесо. Если оси качения продольных рычагов параллельны плоскости дороги, то при ходах сжатия и отбоя колес не происходит ни каких изменений колеи, развала и схождения, лишь база незначительно укорачивается. За счет длины рычагов можно влиять на прогрессивность характеристики упругости и получать более благоприятные параметры колебаний при нагрузке. Точки качения рычагов являются одновременно центрами продольного крена, т. е. при торможении задняя часть кузова в этом месте подтягивается вниз.

Недостатком является низкое (на уровне дороги) положение центра поперечного крена: кроме того, при движении на повороте колеса сильнее наклоняются вместе с кузовом, чем при других независимых подвесках. Вертикальные силы, увеличивающиеся при ходе сжатия и уменьшающиеся при ходе отбоя, вызывают различное нагружение на кручение продольного рычага; продольный рычаг скручивается и происходит изменение развала, которое приводит к уменьшению возможности передачи шиной боковых сил. Коэффициент изменения развала при крене составляет в среднем 1,05. Кроме

того, надо учитывать, что боковая сила F дополнительно отжимает внешнее на повороте колесо в направлении положительного развала, а внутреннее – в сторону отрицательного.

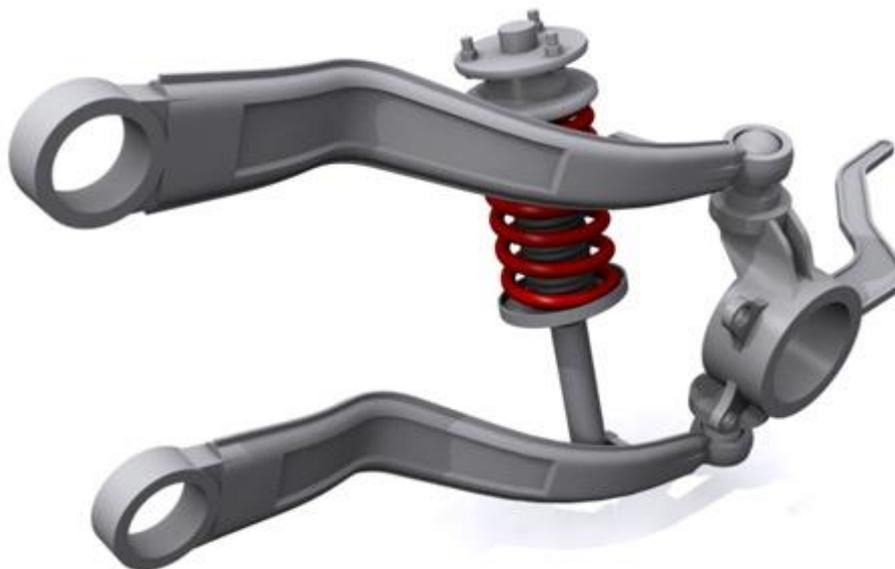


Рисунок 1.3- Схема подвески на продольных рычагах.

Подвеска на косых рычагах.

Подвеска на косых рычагах (рисунок 1.4) представляет собой своего рода компромисс между подвеской на продольных рычагах и двухшарнирной подвеской с качающимися полуосями. В ней стараются объединить технические преимущества обеих названных конструкций, одновременно отказавшись от их недостатков.

Косые рычаги состоят из элементов плоского сечения, которые передают упругие моменты и воспринимают продольные составляющие, вызванные боковыми силами. С обеих сторон имеются направленные косо вперед-внутри трубчатые элементы с большой жесткостью на кручение и изгиб с регулируемой опорой на поперечине; они создают требуемую широкую опорную базу. В общем, получилась простая, недорогая конструкция, обладающая еще тем преимуществом, что благодаря большой опорной базе на кузов передаются небольшие силы. На выпускавшемся до 1979г. фирмой «Фольксваген» автомобиле «Транспортер» такая подвеска крепилась болтами непосредственно к кузову; фирма «Порше» предусматривает резиновые опоры между поперечиной и кузовом, чтобы изолировать кузов от дорожных шумов и жесткого качания радиальных шин. Фирма «Мицубиси» на полноприводном автомобиле «Спейс-вэгон» решила эту задачу по-другому. В подвеске этого автомобиля имеются два дополнительных, направленных назад трубчатых кронштейна, концы которых опираются на резиновые элементы с точно определенной жесткостью в вертикальном направлении, причем упругий момент воспринимается через длинный рычаг. Эти кронштейны приварены к трубе, нагружаемой также картером главной передачи и опирающейся сзади на поперечину. Весь этот узел представляет собой широкоопорную монтажную поперечину подвески, опора которой практически исключает поворот вокруг вертикальной оси под действием боковых сил, обеспечивая тем самым «нейтральное» поведение на повороте.

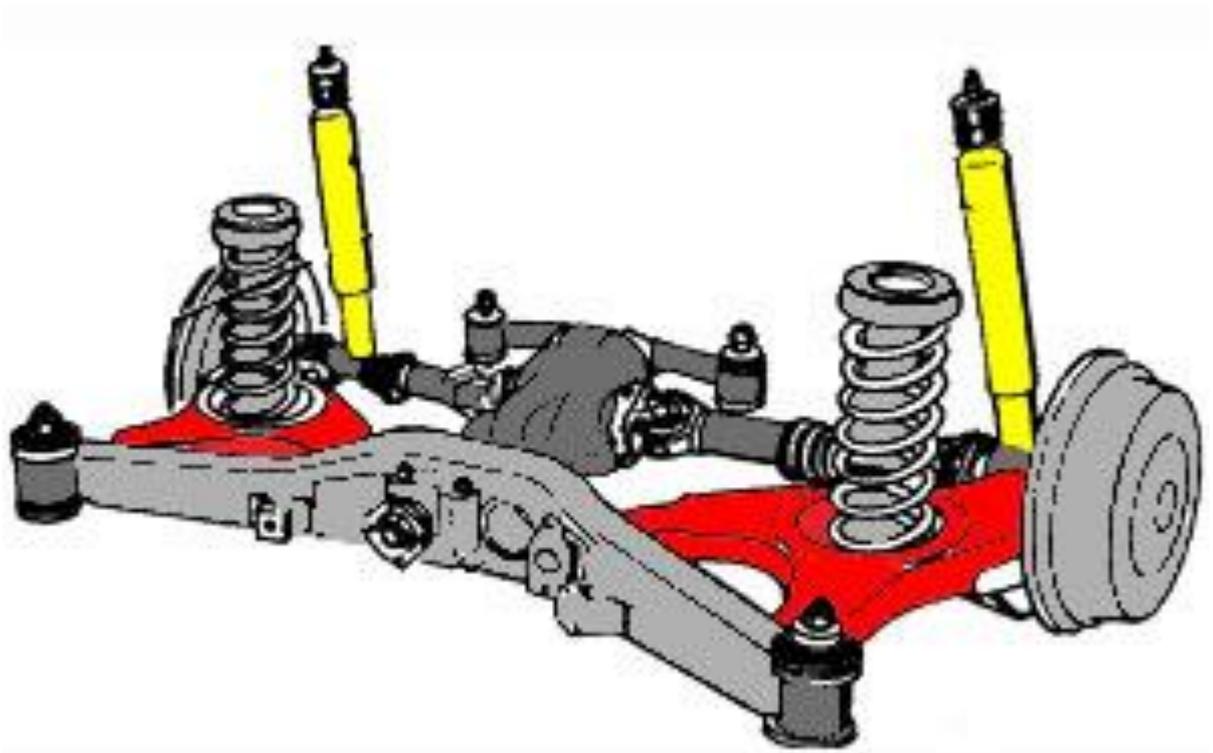


Рисунок 1.4- Схема подвески на косых рычагах.

Многорычажная подвеска.

Многорычажная подвеска (рисунок 1.5) несколько напоминает двухрычажную подвеску и имеет все ее положительные качества. Эти подвески более сложны и более дороги, но обеспечивают большую плавность хода и лучшую управляемость автомобиля. Большое количество элементов - сайлент-блоков и шаровых шарниров хорошо гасят удары при резком наезде на препятствия. Все элементы крепятся на подрамнике через мощные сайлент-блоки, что позволяет увеличить шумоизоляцию автомобиля от колес.

К основным преимуществам такого вида подвески можно отнести: хорошая плавность хода, управляемость, сравнительно малая неподрессоренная масса. Основными недостатками являются высокая цена и сложность конструкции.



Рисунок 1.5- Схема многорычажной подвески.

Торсионная подвеска.

Упругим элементом такой подвески является торсион – стальной стержень, работающий на скручивание (рисунок 1.6) . Один из концов стержня хорошо прикреплен на раме кузова автомобиля. А на другом конце установлен рычаг. Усилие на его свободном конце создает момент, закручивающий торсион. На торсион продольная и боковая силы практически не действуют, поскольку воспринимаются его опорами.

Возможности торсионов конструктивно намного больше, чем, например, у витой пружины. Стержень торсиона можно сделать составным, при помощи набора плоских пластин. Широко применяются многогранные стержни, собранных в пучок. Существуют конструкции из пучка круглых стержней, соединенных по концам. Витую пружину непосредственно изготавливают из сплошного круглого стержня, поэтому при равных с торсионом диаметре и длине жесткость пружины оказывается больше, а долговечность ниже.



Рисунок 1.6- Схема торсионной подвески.

Рессорная подвеска

Подвеска на рессорах(рисунок 1.7) одна из самых старейших (даже старше самого автомобиля). В настоящее время применяется в основном только на грузовом транспорте и военной технике. Рессоры изготавливаются из материалов, выдерживающих высокие и циклические нагрузки (сталь 55ГС, 5С2,60С2,50ХГ или композитные материалы - стекловолокно).

К достоинствам такого типа подвески можно отнести относительную дешевизну, простоту конструкции и обслуживания, высокую грузоподъемность. Так же рессора в подвеске, помимо функции упругого элемента, выполняет функцию направляющего элемента. Недостатками рессор является их высокая масса, сравнительно небольшая усталостная прочность (в сравнении с торсионной подвеской, усталостная прочность рессор в 4 раза меньше), шумность.



Рисунок 1.7-Схема рессорной подвески.

Пневматическая подвеска.

Пневматическая подвеска (рисунок 1.8) с регулируемой жесткостью и дорожным просветом, рекомендуется применять на автомобилях с большей проходимостью, автомобилях бизнес-класса, грузовики и автобусы.

При помощи пневматической подвески возможно увеличивать или уменьшать дорожный просвет в зависимости от того с какой скоростью движется транспортное средство или как загружено транспортное средство, в результате чего центр тяжести смещается вниз (значительно повышается курсовая устойчивость) или обеспечивается постоянный уровень пола (автобусы).

Давление в пневмоподушках обеспечивается при помощи отдельного компрессора и пневморезервуара (ресивера). С помощью пластиковых воздухопроводов все элементы объединены, а поток воздуха регулируется клапанами. Перераспределяя воздух, они помогают избежать избыточных кренов в поворотах, "кивков" при торможении и "приседаниях" при разгоне автомобиля.

Усилы демпфирования автоматическая регулировка. В подвеску подается дополнительный воздух при увеличении нагрузки, а при уменьшении нагрузки стравливается. В адаптивной пневматической подвеске существует функция автоматического регулирования высоты дорожного просвета. Благодаря чему клиренс автомобиля всегда не зависимо от нагрузки остается заданным.

Благодаря системе компьютерного контроля жесткость пневматической подвески имеет бесступенчатую регулировку которая обеспечивает высокий комфорт следит за показаниями различных типов датчиков.

К преимуществам относятся: дешевизна расходных материалов, лучшая ремонтпригодность, автомобиль с пневмоподвеской обладает плавным ходом и меньше повреждает дорожное покрытие.

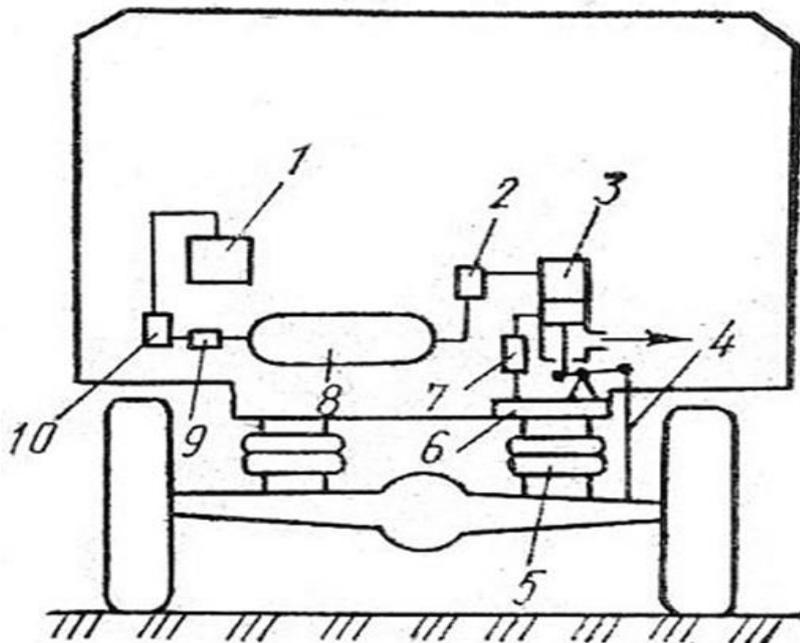
К недостаткам следует отнести большую технологическую сложность данного устройства в целом, а также меньшую устойчивость к повышенным нагрузкам и некачественному дорожному полотну либо бездорожью. Поэтому на строительной технике, которая подчас работает в экстремальных условиях, пневмоподвеску почти не используют, зато на магистральных тягачах и прицепах пневмоподвеска встречается довольно часто.



Рисунок 1.8- Схема пневматической подвески.

Регулируемые подвески

В настоящее время все большее применение в автомобиле находят регулируемые подвески (рисунок 1.9). Они позволяют повысить комфортабельность и управляемость автомобиля в различных дорожных условиях в сравнении с нерегулируемыми подвесками.



1- компрессор, 2, 7 - воздухоочистители, 3 - регулятор уровня пола, 4 - тяга, 5 - пневматический упругий элемент, 6 - дополнительный резервуар, 8 - ресивер, 9 - регулятор давления, 10 - водомаслоотделитель

Рисунок 1.9- Схема регулирования положения кузова, пневматическая подвеска.

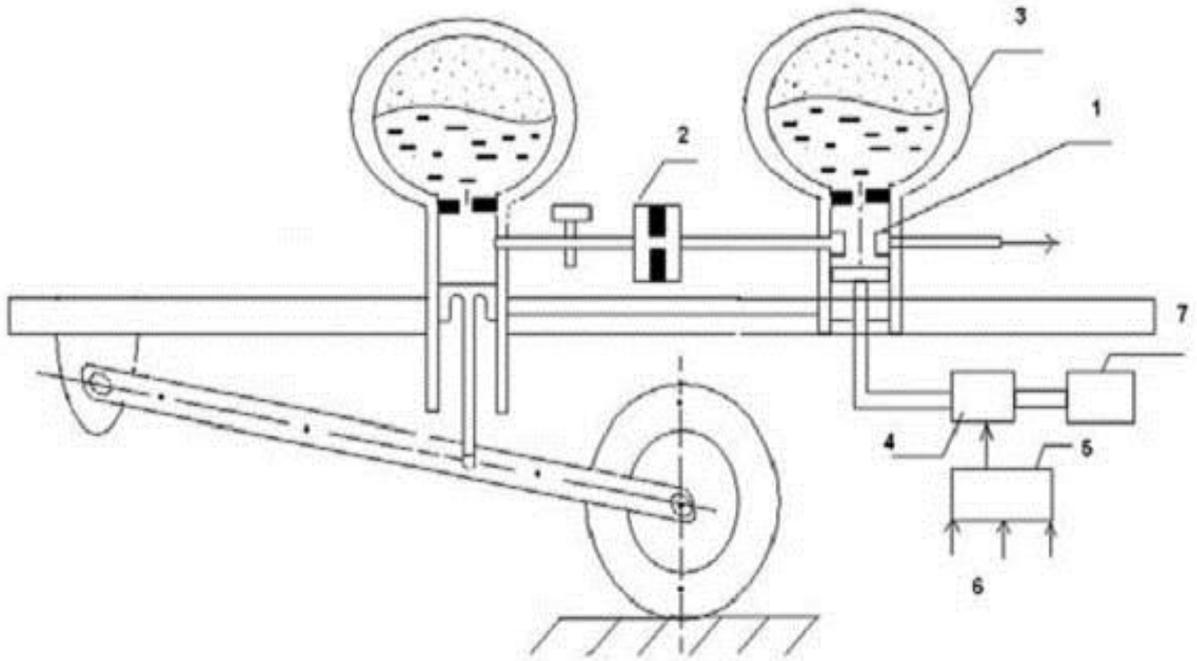
Для хорошей дороги лучше использовать сравнительно жесткую подвеску: автомобиль будет меньше раскачиваться и крениться в поворотах, следовательно, улучшится управляемость и появится возможность поддерживать более высокую скорость. На неровном покрытии нужна подвеска с большим ходом колес – тогда их контакт с дорогой будет надежнее, а езда комфортабельнее. Таким образом, в идеале желательна подвеска, характеристики которой можно приспособить к условиям

движения. Между тем наиболее распространенные упругие элементы – рессоры, пружины, торсионы имеют постоянную жесткость. Поэтому конструкцию подвески и ее параметры выбирают как компромисс, более или менее удовлетворяющий разнообразным требованиям эксплуатации.

Для того чтобы расширить диапазон характеристик подвески различные автомобильные фирмы начали применять в некоторых моделях автомобилей регулируемые подвески.

Так, например, на "Паккарде" 1956 года была установлена подвеска, у которой посредством электродвигателя изменялся угол закрутки торсиона. Фирма "Mitsubishi" в своем автомобиле "Галант" использует телескопические стойки, в которые подается сжатый воздух, за счет чего можно менять степень демпфирования и уровень пола. На некоторых автомобилях фирмы "Ford" используются резинокордные пневморессоры.

Однако наиболее известным примером регулируемой подвески является гидропневматическая подвеска фирмы "Citroën" (рисунок 1.10), так как она одна из первых начала выпуск серийных автомобилей с подвеской такого типа.



1-регулятор жесткости, 2-дополнительный гидроамортизатор, 3-дополнительный гидропневматический баллон, 4-электрогидроклапан, 5-микропроцессор, 6-информация от датчиков, 7-гидроаккумулятор.

Рисунок 1.10- Схема активной подвески фирмы "Citroën"

На автомобиле "Ситроен-ХМ" устанавливается 6 гидропневматических баллонов: по одному на каждое колесо и еще по одному на каждый мост. Подвеска может работать в двух режимах, так называемых "мягком" (3 гидропневматических баллона и 4 амортизатора) и "жестком" (2 гидропневматических баллона и 2 амортизатора). Основным режимом работы подвески – "мягкий", но при превышении определенными параметрами (угол крена, угол поворота рулевого колеса, положение педали акселератора) пороговых значений включается "жесткий" режим работы.

1.5 Общие сведения о системах автоматического регулирования

Сочетание объекта регулирования с автоматическим регулятором принято называть автоматической системой регулирования[11].

Несмотря на большое разнообразие используемых в современной технике автоматических регуляторов, все они строятся на базе одного из двух основных принципов регулирования:

- по возмущению (по внешнему воздействию) (рисунок 1.11)

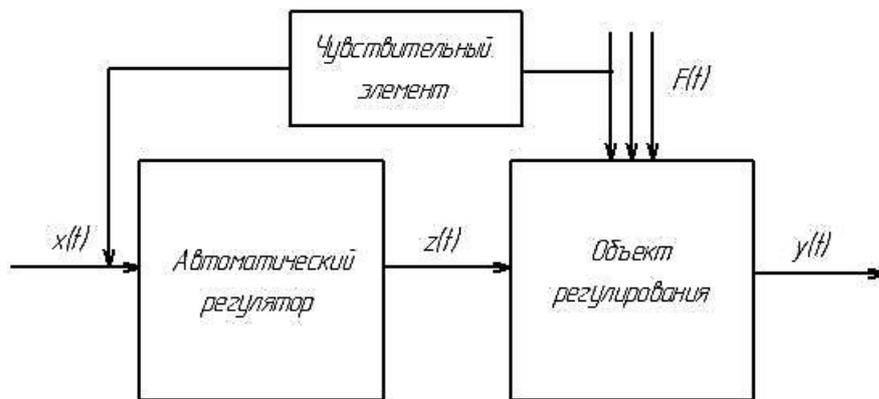


Рисунок 1.11- Схема принципа регулирования по возмущению

- по отклонению (по ошибке) (рисунок 1.12)

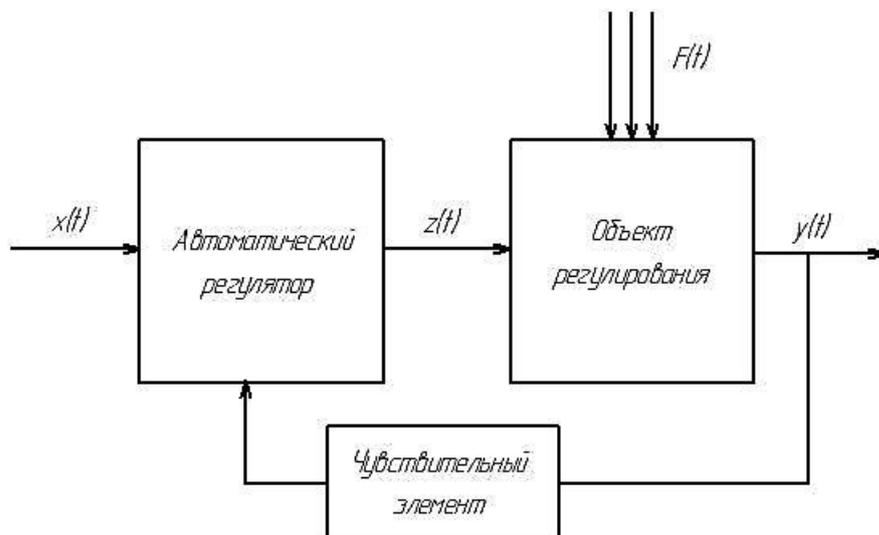


Рисунок 1.12- Схема принципа регулирования по отклонению

Качество любой системы регулирования определяется величиной ошибки: $x(t) = g(t) \cdot y(t)$. Но функцию ошибки $x(t)$ для любого момента времени трудно определить, поскольку она зависит от большого количества параметров системы. Поэтому оценивают качество САУ по некоторым ее свойствам, определяют которые с помощью критериев качества.

Критериев качества регулирования много. Их разделяют на 4 группы:

-критерии точности - используют величину ошибки в различных типовых режимах;

-критерии величины запаса устойчивости - оценивают удаленность САУ от границы устойчивости;

-критерии быстродействия - оценивают быстроту реагирования САУ на появление задающего и возмущающего воздействий;

-интегральные критерии - оценивают обобщенные свойства САУ: точность, запас устойчивости, быстродействие.

Оценка запаса устойчивости и быстродействия по переходной характеристике.

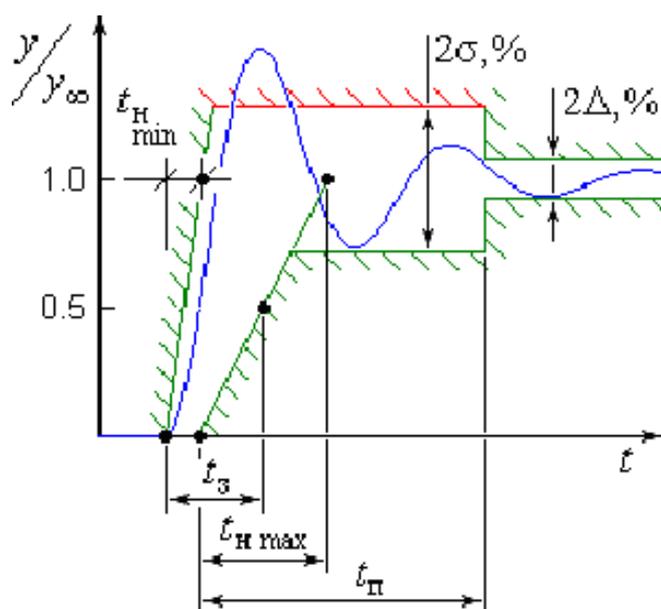


Рисунок 1.13- График переходного процесса САУ.

Переходная характеристика оценивается совокупностью параметров, которые называются показателями качества. К ним относятся:

-перерегулирование σ - отношения максимального отклонения управляемой переменной относительно ее установившегося значения в направлении, противоположном начальному отклонению;

-колебательность μ - число максимумов или минимумов переходной характеристики за время регулирования;

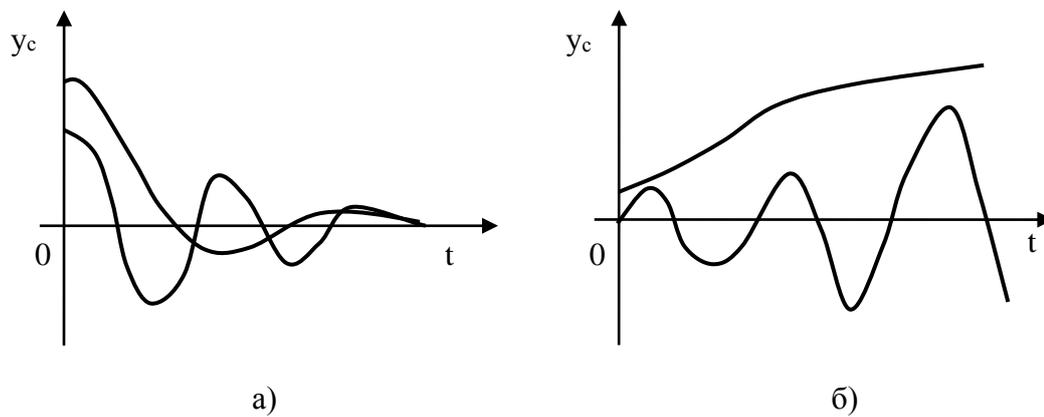
-длительность переходного процесса t_{Π} - это время, по истечении которого, отклонение управляемой переменной относительно установившегося значения становится и остается по абсолютной величине меньше заданного значения, определяемого требованиями, предъявляемым к САУ;

-время достижения первого максимума t_{MAX} - момент времени, в который управляемая переменная достигает своего максимального значения;

-время установления $t_{\Pi MAX}$ - промежуток времени по окончании которого управляемая переменная в первый раз достигает своего установившегося значения.

Быстродействие САУ оценивают по времени окончания переходного процесса t_{Π} , при заданной допустимой ошибке (трубка): $\Delta \in 5; 2,5; 1,5; 1; 0,5 \dots [\%]$ от y_{∞} , - установлено ГОСТ-ами.

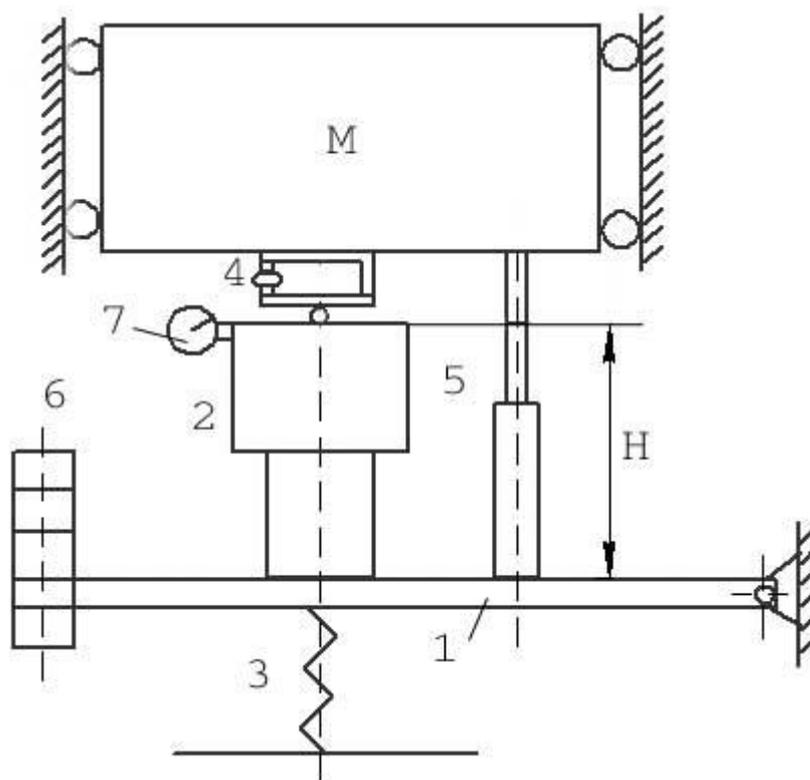
Переходный процесс $y'(t)$ зависит как от свойств системы, так и от вида возмущения (рисунок 1.14). В переходном процессе всегда следует различать две составляющие: $y_c(t)$ – свободные движения системы, определяемые начальными условиями и свойствами самой системы; $y_B(t)$ – вынужденные движения, определяемые возмущающим воздействием и свойствами системы, т.е. $y'(t) = y_c(t) + y_B(t)$.



а) устойчивой системы автоматического управления, б) неустойчивой системы автоматического управления.

Рисунок 1.14- Виды кривых переходных процессов:

1.6 Обзор существующих конструкций стендов для испытаний подвески



1-рычаг, 2-пневморессора, 3-пружина, имитирующая шину, 4-динамометр, 5-гидроамортизатор, 6-грузы, имитирующие неподрессоренную массу передней подвески, 7-манометр, М-масса, имитирующая поддрессоренную массу, Н-высота пневморессоры при статической нагрузке.

Рисунок 1.15- Экспериментальная установка для исследования пневмоподвески.

Установка разработана на кафедре «Автоматические установки» Волгоградского государственного технического университета (ВолгГТУ). Предназначена для проведения испытаний, с целью определения упругих характеристик и виброзащитных свойств подвески автомобиля при гармоническом кинематическом возмущении.

1.7 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции

Целью данной работы являлась модернизация стенда для исследования автоматической подвески пневматического типа. Стенд должен быть прост в изготовлении, иметь относительно невысокую себестоимость, занимать мало места, иметь минимум подключаемого к нему оборудования, для того чтобы снизить трудоёмкость при выполнении испытаний. За прототип принимались другие стенды для испытания деталей и узлов подвески автомобилей.

Материалы, применяемые для изготовления стенда, позволили обеспечить высокую прочность и жесткость конструкции. Стенд получился относительно тяжёлым, но габаритные размеры очень малы, для стенда такого типа. Также преимуществом стенда является его мобильность, так как большинство креплений и соединений являются болтовыми, что позволяет разобрать конструкцию на транспортабельные составляющие.

2 Защита интеллектуальной собственности не предусмотрена.

3 Конструкторская часть

3.1 Тяговый расчет автомобиля[5].

Таблица 3.1-Исходные данные

Исходные данные.					
Колесная формула	4x2				
Снаряженная масса m_0 , кг	1060				
Количество мест	5				
Коэффициенты для расчета ВСХ	$a=b=c=1$				
Передаточное число главной передачи	$U_{гп}=3.7$				
Максимальная частота вращения коленчатого вала рад/с	628				
Коэффициент аэродинамического сопротивления, C_x	0.35				
Радиус колеса r_k , м	0.275				
КПД трансмиссии, $\eta_{тр}$	0.92				
Передаточные числа КПП	1	2	3	4	5
	3.636	1.95	1.357	0.941	0.781
Площадь миделя F , м ²	1.958				
Сопротивление качению $f_{кач 0}$	0.015				
V_{max} (м/с)км/ч	(42,7) 154				
Число передач в КП	5				

3.1.1 Расчетные параметры и зависимости

- максимальная мощность двигателя N_{max} .
- передаточное число главной передачи U_0 .
- передаточные числа коробки передач U_k .
- ВСХ двигателя.
- тяговая характеристика а/м и силовой баланс.
- динамическая характеристика а/м.
- зависимость ускорения, времени пути и разгона от скорости а/м.
- мощностной баланс.
- топливно-экономическая характеристика автомобиля.

3.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчета

Полная масса а/м:

$$m_a = m_0 + (m_{ч} + m_{\delta}) * n; \quad (3.1)$$

где $m_{ч}$ - 75 кг масса человека; n - число пассажиров, включая водителя; m_{δ} - вес багажа по 10.0 кг на 1 пассажира.

$$m_a = 1060 + (75 + 10) \cdot 5 = 1485 \text{ кг.}$$

Распределение нагрузки по осям:

- передняя ось – 55%
- задняя ось – 45%.

Размер шин: 175/70 R13

$$r_{ст} = 0.275 \text{ м}$$

Принимаем $r_{ст} = r_{д} = r_{к} = 0.275 \text{ м}$.

Параметры обтекаемости:

Коэффициент обтекаемости

$$k = (C_x \cdot \rho) / 2; \tag{3.2}$$

где ρ - плотность воздуха в нормальных условиях (760 мм рт. ст.)

$$k = (0.35 \cdot 1.293) / 2 = 0.226$$

Лобовая площадь (площадь миделя)

$$F = 1.958 \text{ м}^2$$

Максимальный коэффициент сопротивления качению

$$f_{V_{max}} = f_0 \cdot (1 + V_{max}^2 / 2000) = 0.015 \cdot (1 + 42.7^2 / 2000) = 0.029 \tag{3.3}$$

3.1.3 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя

Мощность двигателя при движении с максимальной скоростью

$$N_v = [G_a \Psi_v V_{max} + C_x \rho F V_{max}^3 / 2] / \eta_{тр} =$$

$$= [1485 \cdot 9.81 \cdot 0.029 \cdot 42.7 + 0.35 \cdot 1.293 \cdot 1.958 \cdot 42.7^3 / 2] / 0.92 = 57101 \text{ Вт.}$$

Максимальная мощность двигателя

$$N_{max} = N_v / (a\lambda + b\lambda^2 - c\lambda^3) = 57101 / (1 \cdot 1.09 + 1 \cdot 1.09^2 - 1 \cdot 1.09^3) = 58000 \text{ Вт.}$$

$$\omega N = \omega_{max} / \lambda = 628 / 1.09 = 576$$

По данным N_{max} и N_v рассчитываем ВСХ:

$$N_e = N_{max} \left[a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right]; \tag{3.4}$$

где ω_e - текущие значения угловой скорости коленчатого вала (рад/с);

ω_N -угловая скорость коленвала двигателя при максимальном значении мощности;

N_e - текущие значения эффективной мощности двигателя (Вт);

N_{max} - максимальная мощность двигателя (Вт).

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e}$$

- для расчета эффективного момента; (3.5)

Таблица 3.2-Данные внешней скоростной характеристики (ВСХ)

ω_e	105	157	209	261	313	365	417	469	521	573	628
N	1215	1894	2591	3279	3934	4529	5038	5437	5699	5800	5701
e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	115.	120.	124.	125.	125.	124.	120.	115.	109.	101.	90.8
e	7	7	0	7	7	0	8	9	4	2	

По полученным данным из таблицы 3.2строим ВСХ (рисунок А.1).

При использовании данных следует иметь в виду, что двигатель на стенде испытывают без глушителя, а также без генератора и других потребителей мощности. Вследствие этого мощность и момент, указываемые в заводских характеристиках, на 10...20 % больше соответствующих параметров двигателя, установленного на автомобиле. Стендовые данные для двигателя проектируемого автомобиля:

$$N_{ст}=1,15*N_{max}=1.15*58000=66700 \text{ Вт} \quad (3.6)$$

$$M_{ст}=1.15*M_{max}=1.15*125.7=144.6 \text{ Н*м} \quad (3.7)$$

3.1.4 Тяговый баланс автомобиля

Сила тяги на различных передачах:

$$P_i=U_k*U_0*M_e*\eta_{тр}/r_k; \quad (3.8)$$

Таблица 3.3- Сила тяги на колесах в зависимости от оборотов двигателя и

включенной передачи в коробке передач

Момент	115. 7	120. 7	124. 0	125. 7	125. 7	124. 0	120. 8	115. 9	109. 4	101. 2	90. 8
Обороты	105	157	209	261	313	365	417	469	521	573	628
Передачи											
1	520 7	543 2	558 1	565 7	565 7	558 1	543 7	521 6	492 4	455 5	408 7
2	279 3	291 3	299 3	303 4	303 4	299 3	291 6	279 8	264 1	244 3	219 2
3	194 3	202 7	208 3	211 1	211 1	208 3	202 9	194 7	183 8	170 0	152 5
4	134 8	140 6	144 4	146 4	146 4	144 4	140 7	135 0	127 4	117 9	105 8
5	111 9	116 7	119 9	121 5	121 5	119 9	116 8	112 0	105 8	978	878

Скорость автомобиля на различных передачах:

$$V = r_k \cdot \omega_e / U_k \cdot U_o \quad (3.9)$$

Таблица 3.4- Зависимость скорости а/м от оборотов двигателя и включенной передачи в коробке передач

Оборот	105	157	209	261	313	365	417	469	521	573	628
Передачи											
1	2.16	3.21	4.27	5.34	6.40	7.46	8.5	9.5	10.6	11.7	12.8
2	4.00	5.98	7.97	9.95	11.93	13.9	15.	17.	19.8	21.8	23.9
3	5.75	8.60	11.45	14.30	17.14	19.9	22.	25.	28.5	31.3	34.4
4	8.29	12.4	16.51	20.62	24.72	28.8	32.	37.	41.1	45.2	49.6
5	9.99	14.9	19.89	24.84	29.79	34.7	39.	44.	49.5	54.5	59.7

Строим тяговую характеристику $P_T(V)$ (рисунок А.2).

Взаимодействие автомобиля и дороги сопровождается затратами энергии на подъём автомобиля при движении в гору, на преодоление силы сопротивления качению и силы сопротивления воздуха.

Сила сопротивления дороги:

$$P_d = G_a(i+f) = G_a \cdot f, \text{ т.к. } i=0 \quad (3.10)$$

Сила сопротивления воздуха:

$$P_B = C_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2 / 2 = k \cdot F \cdot V^2 \quad (3.11)$$

Таблица 3.5- Значений P_d и P_B в зависимости от скорости а/м

$V_{ам}$ /с	5	10	15	20	25	30	34. 5	35	40	45	50	55	60
P_B	11	44	99	177	277	398	527	542	708	89 6	110 6	133 8	159 3
P_d	218	233	248	262	291	320	350	350	393	43 7	495	554	612
f_{con}	0.0 15	0.0 16	0.0 17	0.0 18	0.0 20	0.0 22	0.0 24	0.0 24	0.0 27	0.0 3	0.0 34	0.0 38	0.0 42
P_{B+} P_d	229	277	347	439	568	719	876	891	110 1	13 33	160 1	189 2	220 4

На графике $P_T(V)$ строим кривую суммарного дорожного сопротивления и затем определяем максимальную скорость движения автомобиля V_{max} .

3.1.5 Динамическая характеристика автомобиля

Динамический фактор автомобиля:

$$D = (P_T - P_B) / G_a \quad (3.12)$$

По формуле (3.12) и по данным силового баланса рассчитываем и строим динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля.

Таблица 3.6-Значений динамического фактора в зависимости от значений V_a и ω_e

Об	105	157	209	261	313	365	417	469	521	573	628
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

ороты											
1	2.16	3.21	4.27	5.34	6.40	7.46	8.52	9.59	10.65	11.71	12.84
D1	0.357	0.373	0.383	0.388	0.387	0.381	0.371	0.355	0.335	0.309	0.276
2	4.00	5.98	7.97	9.95	11.93	13.91	15.89	17.88	19.86	21.84	23.94
D2	0.191	0.199	0.204	0.205	0.204	0.200	0.192	0.182	0.169	0.153	0.133
3	5.75	8.60	11.45	14.30	17.14	19.99	22.84	25.69	28.54	31.38	34.40
D3	0.132	0.137	0.139	0.139	0.136	0.131	0.123	0.114	0.101	0.087	0.069
4	8.29	12.40	16.51	20.62	24.72	28.83	32.94	37.04	41.15	42.7	
D4	0.090	0.092	0.091	0.088	0.082	0.074	0.064	0.051	0.036	0.029	
5	9.99	14.94	19.89	24.84	29.79	34.74	39.68				
D5	0.074	0.073	0.070	0.065	0.056	0.046	0.032				

Строим динамическую характеристику автомобиля (рисунок А.3).

Чтобы учесть влияние буксования ведущих колёс, определяют динамический фактор по сцеплению:

$$D_{\text{сц}} = (Z * \varphi) / G_a; \quad (3.13)$$

где Z-вертикальная реакция на ведущих колёсах, $Z = G_1 * m_1$;

$$Z = 816.75 * 9.81 = 8012.3 \text{ Н,}$$

$$D_{\text{сц}} = (8012.3 * 0.8) / 14567.85 = 0.44$$

Проверка условия движения а/м:

$$D_{\text{сц}} \geq D_{\text{max}} \geq \Psi \quad (3.14)$$

$$0.440 \geq 0.388 \geq 0.029 - \text{условие выполняется.}$$

3.1.6 Разгон автомобиля

Ускорение во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге ($i=0$) с твёрдым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствия

буксования ведущих колёс.

Ускорение автомобиля:

$$J=(D-f)*g/\delta_{вп}; \quad (3.15)$$

$$\delta_{вп}=1+(\delta_1+\delta_2*U_{к}^2); \quad (3.16)$$

где δ_1 - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

δ_2 - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя;

Принимаем $\delta_1= \delta_2=0.04$

Таблица 3.7- Значения ускорений на различных передачах.

V ₁	2.1 6	3.2 1	4.27	5.34	6.4 0	7.46	8.52	9.59	10.65	11.71	12.84
J ₁	2.1 4	2.2 4	2.30	2.33	2.3 3	2.29	2.22	2.12	1.99	1.83	1.63
V ₂	4.0 0	5.9 8	7.97	9.95	11. 93	13.91	15.89	17.88	19.86	21.84	23.94
J ₂	1.4 5	1.5 1	1.56	1.56	1.5 5	1.51	1.44	1.36	1.24	1.10	0.94
V ₃	5.7 5	8.6 0	11.4 5	14.30	17. 14	19.99	22.84	25.69	28.54	31.38	34.40
J ₃	1.0 3	1.0 7	1.08	1.08	1.0 5	1.00	0.92	0.83	0.71	0.57	0.40
V ₄	8.2 9	12. 40	16.5 1	20.62	24. 72	28.83	32.94	37.04	42.15		
J ₄	0.6 8	0.6 9	0.68	0.64	0.5 7	0.48	0.37	0.24	0.07		
V ₅	9.9 9	14. 94	19.8 9	24.84	29. 79	34.74	39.68				
J ₅	0.5 3	0.5 2	0.48	0.42	0.3 1	0.20	0.05				

По результатам расчётов строим зависимости J и V (рисунок А.4).

Таблица 3.8- Значения обратных ускорений на различных передачах.

V ₁	2.1 6	3.21	4.27	5.34	6.40	7.46	8.52	9.59	10.65	11.71	12.84
1/ J ₁	0.4 7	0.45	0.44	0.43	0.43	0.44	0.45	0.47	0.50	0.55	0.61
V ₂	4.0 0	5.98	7.97	9.95	11.9 3	13.91	15.89	17.88	19.86	21.84	23.94
1/ J ₂	0.6 9	0.66	0.64	0.64	0.65	0.66	0.69	0.74	0.81	0.91	1.06
V ₃	5.7 5	8.60	11.4 5	14.3 0	17.1 4	19.99	22.84	25.69	28.54	31.38	34.40
1/ J ₃	0.9 7	0.94	0.93	0.93	0.95	1.00	1.09	1.21	1.41	1.75	2.5
V ₄	8.2 9	12.4 0	16.5 1	20.6 2	24.7 2	28.83	32.94	37.04			
1/ J ₄	1.4 7	1.45	1.47	1.56	1.75	2.08	2.70	4.17			

По результатам расчётов строим зависимости J(V) и 1/J(V) (рисунок А.5).

3.1.7 Время и путь разгона

Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. С этой целью кривую обратных ускорений разбиваем на интервалы и считаем, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением $j = \text{const}$, которому соответствуют значения $(1/j_{\text{cp}})_k = \text{const}$.

$$\Delta t = (1/j_{\text{cp}})_k * (V_k - V_{k-1}) \quad (3.17)$$

$$\Delta t_1 = 0.43 * (10 - 5) = 2.15 \text{ с}$$

$$\Delta t_2 = 0.75 * (20 - 15) = 3.75 \text{ с}$$

$$\Delta t_3 = 1.32 * (30 - 25) = 6.60 \text{ с}$$

$$\Delta t_4 = 2.39 * (34 - 29) = 11.95 \text{ с}$$

Таблица 3.9- Значения скорости в зависимости от времени

Скорость, м/с	10	20	30	34
Время разгона	2.15	5.9	12.5	24.45

По результатам расчёта строим график (рисунок А.6)

Аналогичным образом проводится графическое интегрирование

зависимости $t=f(V)$ для получения зависимости пути разгона S от скорости автомобиля.

$$\Delta S = V_{\text{срк}} * (t_k - t_{k-1}); \quad (3.18)$$

$$\Delta S_1 = 4.1 * 3.95 = 16.2 \text{ м}$$

$$\Delta S_2 = 16.4 * 3.95 = 64.8 \text{ м}$$

$$\Delta S_3 = 28.15 * 3.95 = 111.2 \text{ м}$$

$$\Delta S_4 = 33.35 * 3.95 = 131.73 \text{ м}$$

Таблица 3.10- Значения пути разгона от скорости автомобиля

$S, \text{ м}$	16.2	81.0	192.2	323.9
$V, \text{ м/с}$	8.2	24.6	31.7	35.0

По результатам расчёта строим график (рисунок А.7)

Определяем интенсивность разгона, т.е. зависимость времени разгона от пути разгона автомобиля.

Таблица 3.11- Зависимость времени разгона от пути разгона автомобиля.

$S, \text{ м}$	16.2	81.0	192.2	323.9
$t, \text{ с}$	2.15	5.9	12.5	24.45

По результатам расчёта строим график(рисунок А.8).

3.1.8 Мощностной баланс автомобиля

Сначала рассчитываем мощностной баланс на 4-ой передаче.

Таблица 3.12- Расчет мощностного баланса для 4-той передачи

V м/с	8.29	12.4	16.5	20.6	24.72	28.83	32.94	37.04	41.15	45.26	49.6
Нд	193	289	409	540	7203	8819	1103	1349	1678	1977	238
	2	0	0	7			8	0	5	9	43
Нв	252	843	199	387	6674	1060	1581	2248	3083	4102	539
			1	7		4	5	7	4	8	95
Не	121	189	259	327	3934	4529	5038	5437	5699	5800	570
	50	40	10	90	0	0	0	0	0	0	10
Нт	111	174	238	301	3619	4166	4635	5002	5243	5336	524
	78	25	37	67	3	7	0	0	1	0	49

По результатам расчётов строим мощностной баланс автомобиля на 4-ой передаче (рисунок А.9)

Таблица 3.13- Мощностной баланс а/м для различных передач

N	111	1742	2383	3016	3619	4166	4635	5002	5243	5336	5244
---	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

T	78	5	7	7	3	7	0	0	1	0	9
V 1	2.1 6	3.21	4.27	5.34	6.40	7.46	8.52	9.59	10.65	11.7 1	12.84
V 2	4.0 0	5.98	7.97	9.95	11.9 3	13.91	15.8 9	17.88	19.86	21.8 4	23.94
V 3	5.7 5	8.60	11.45	14.30	17.1 4	19.99	22.8 4	25.69	28.54	31.3 8	34.40
V 4	8.2 9	12.40	16.51	20.62	24.7 2	28.83	32.9 4	37.04	41.15	45.2 6	49.60
V 5	9.9 9	14.94	19.89	24.84	29.7 9	34.74	39.6 8	44.63	49.58	54.5 3	59.76

По результатам расчётов строим мощностной баланс автомобиля на различных передачах (рисунок А.10).

3.1.9 Расчёт топливно-экономической характеристики автомобиля

Совершенство конструкции а/м оценивают по расходу топлива $Q(\text{л})$, отнесённому к длине пройденного пути $S(\text{км})$.

Измерителем топливной экономичности автомобильного двигателя служат часовой расход топлива G_T (кг/ч) и удельный эффективный расход топлива g_e (г/кВт*ч).

Путевой расход топлива на 100 км пути q_p вычисляется по формуле:

$$q_p = K_{ск} * K_{и} * (P_{д} + P_{в}) * g_{\text{min}} * 1.1 / 3600 * \rho_T * \eta_{\text{тр}}; \quad (3.19)$$

где $K_{ск}$ и $K_{и}$ - коэффициенты, учитывающие соответственно изменения величины g_e в зависимости от ω_e и I двигателя;

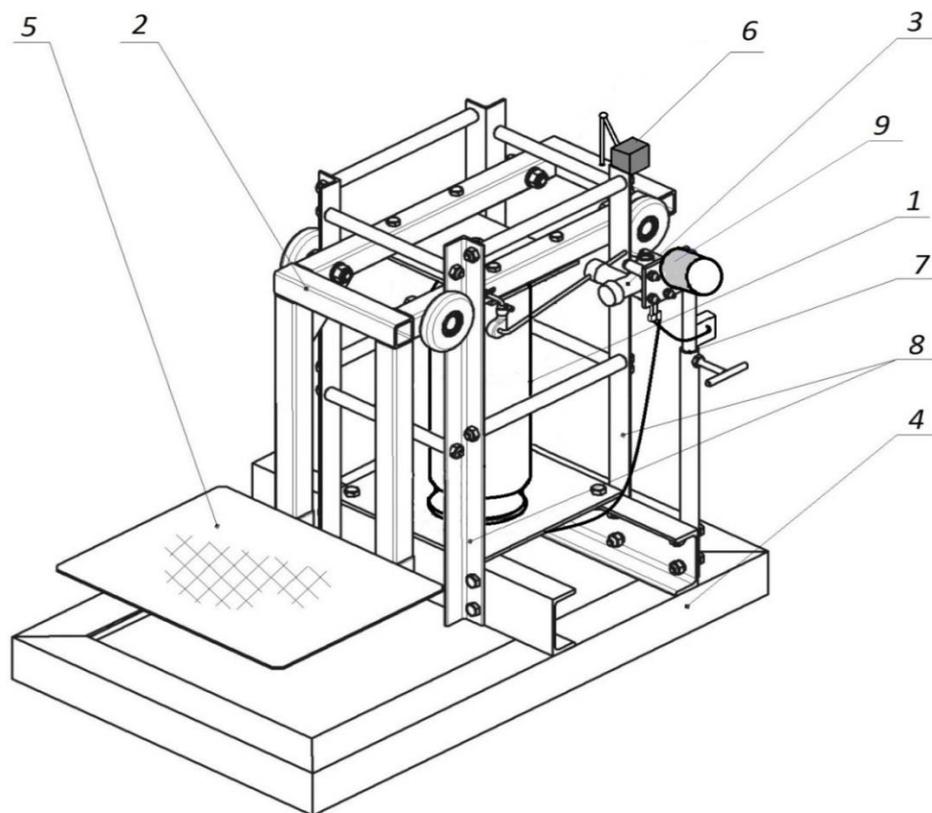
g_{min} - минимальный удельный эффективный расход топлива (г/кВт*ч).

Таблица 3.14- расход топлива на 100 км пути

V_a , м/с	9.99	14.94	19.89	24.84	29.79	34.74	39.68	41.00
P_d , Вт	233.1	247.7	262.2	291.4	320.5	349.6	393.3	407.9
P_v , Вт	44.1	98.8	175.1	273.0	392.7	534.0	696.7	743.9
$K_{ск}$	1.12	1.07	1.02	0.99	0.98	0.97	0.96	0.96
$K_{и}$	1.7	1.5	1.35	1.15	1.0	0.9	0.95	1.0
q_p	7.304	7.696	8.333	8.892	9.672	10.675	13.757	17.515

Далее строим топливно-экономическую характеристику (рис А.11).

3.2 Описание стенда



1-пневморессора, 2-каретка, 3-кран уровня пола, 4-основание, 5- груз.площадка , 6-датчик сперемещения, 7-кронштейн крана, 8- направляющие, 9-цифровой датчик давления.

Рисунок 3.1- Схема стенда для исследования автоматической подвески пневматического типа.

Технические характеристики стенда:

Нагрузочная масса 32 кг.

Датчик перемещения:

- питание: 5В, постоянный ток;

Осциллограф С1-79

Индикатор давления с подсветкой :

- шкала деления

- питание 5В, постоянный ток;

Стенд (рисунок 3.1) для исследования автоматической подвески пневматического типа состоит из следующих частей:

1. Основание, выполненное из балок швеллерного сечения, балок квадратного сечения и равнопрочного уголка, на котором крепятся все узлы и механизмы, необходимые для функционирования стенда.
2. Каретка, выполненная из труб квадратного сечения, является подвижным элементом стенда, создающим нагрузку на пневморессору.
3. Нагружающим элементом является вес $42\text{кг} \times 9,8\text{м/с}^2 = 411,6\text{ Н}$.
4. Универсальные элементы пневматической подвески легкового автомобиля: пневморессора и регулятор уровня пола.
5. Электрическая схема для измерений. Состоит из измерительно-регистрирующей аппаратуры: датчика перемещения и осциллографа.

3.3 Расчет болтового соединения на прочность

Рассчитаем нагруженные болтовые соединения рамы, примем нагрузку, превышающую используемую на стенде увеличенную в 100 раз. Схема нагружения представлена на рисунке 3.2

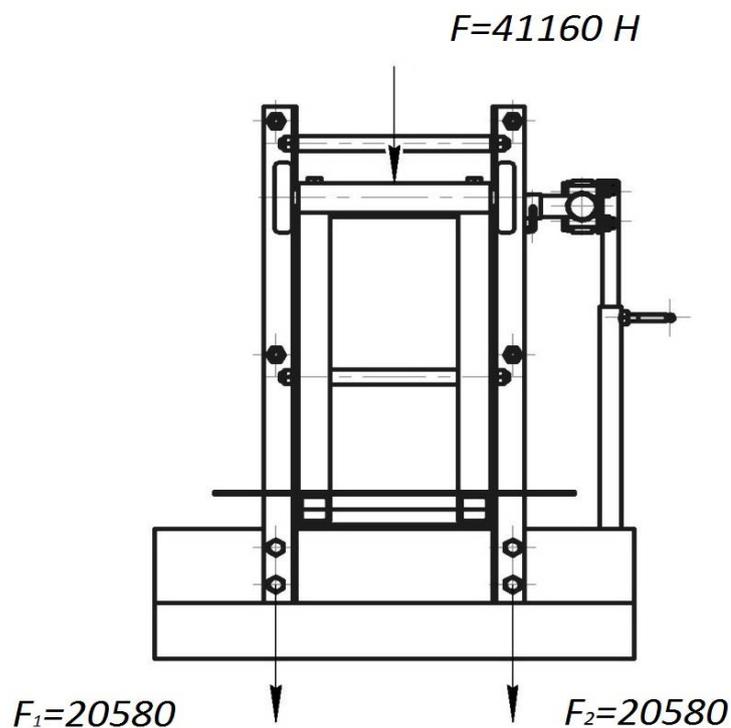


Рисунок 3.2- Схема нагружения вертикальной рамы стенда

Исходные данные:

Материал болтов – Сталь 45 (предел текучести $\sigma_T=400$ Мпа)

Нагрузка на 1 болт $P = 5145$ Н

Подберем необходимый диаметр болта

$$d = \sqrt{\frac{4 * P}{\pi * 0,3\sigma_T}} = \sqrt{\frac{4 * 5145}{3,1416 * 0,3 * 400}} = 7,4 \text{ мм}$$

Ближайший допустимый диаметр болта 10мм. Принимаем М10×1,25

3.4 Электрические схемы стенда составляют:

- осциллограф
- датчик перемещения
- соединительные провода
- цифровой датчик давления
- блок питания

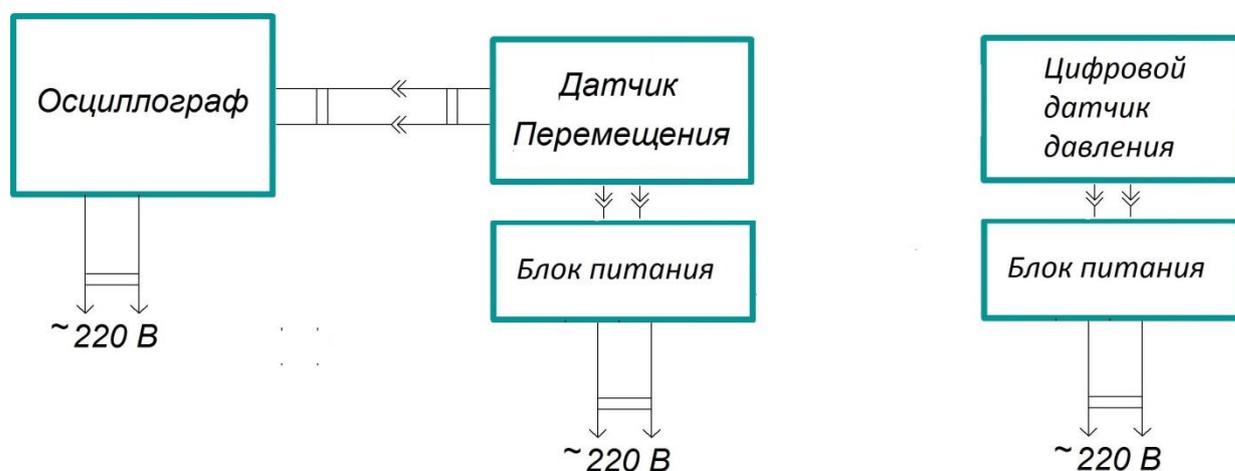


Рисунок 3.3- Электрические схемы стенда

3.5 Принцип работы стенда

3.5.1 Принцип работы, регулятора положения уровня подрессоренной массы.

Кран уровня пола (рисунок 3.4) следует устанавливать на шасси вертикально – отверстия стравливания смотрят вниз – (допускается и горизонтальная установка) при помощи двух болтов М8. Для облегчения монтажа и регулировки рычага и соединительной тяги. Кран уровня пола может быть зафиксирован в нейтральном положении при помощи стержня О 3h8 или цилиндрического штифта О 3h8 x 24 DIN 7. Когда подрессоренная масса находится на нормальном уровне, в данном положении можно

установить соединительную тягу. Тяга должна быть расположена в вертикальном положении. Кран уровня пола по возможности монтируется с приводным рычагом максимальной длины. При помощи посаженного на крепление круглого рычага шестигранного винта, приводной рычаг можно фиксировать (бесступенчато) в произвольной длине. В зависимости от наличия свободного места в месте крепления, можно применять любые колена рычага. При помощи соответствующей фиксации или переброса рычага на 180° , краном можно управлять, по выбору, справа или слева. В зависимости от окончательного положения – вертикального или горизонтального – рычаг следует просунуть сквозь одно из двух расположенных под углом в 90° друг к другу отверстий приводного вала. Модификация ... 100 0 угол закрывания фабрично выставляется на $30^\circ \pm 2^\circ$. Диапазон настройки составляет $15 - 45^\circ$. Угол закрывания в $< 15^\circ$ недопустим, т.к. при этом уменьшается сечение прохода, что может привести к полному закрыванию. Чтобы изменить угол закрывания, необходимо: сняв резиновый защитный колпачок под трехходовым двухпозиционным клапаном, при помощи отвертки Torx T30 проворачивать регулировочный болт. При его повороте влево угол закрывания уменьшается, при повороте вправо угол закрывания увеличивается. Один оборот изменяет угол примерно на 13° .



Рисунок 3.4- Регулятор уровня пола

Нагрузка на элементы подвески создается с помощью усилия $F=411,6$ Н, приложенного к центру пневмобаллона.

Давление в пневмосистеме регулируется с помощью регулятора уровня пола (рисунок 3.5), который обеспечивает постоянство уровня пола при увеличении или уменьшении вертикальной нагрузки на элементы подвески.

При росте нагрузки, подрессоренная масса вместе с закрепленным на нем рычагом крана уровня пола опускается вниз. Тяга, соединяющая ось подрессоренной массы с клапаном пневмоподвески, при этом давит на рычаг (f), приводящий в движение эксцентрик (e), который отжимает направляющую (d) вниз. Пosaженный на направляющей толкатель при этом открывает впускной клапан (b). Сжатый воздух, попадающий в узел из ресивера через вывод 1 и обратный клапан (a) теперь может проходить через выводы 21 и 22 к пневмобаллонам. Чтобы минимизировать расход сжатого воздуха, на толкателе предусмотрены желобообразные выточки, позволяющие изменять (предусмотрено два уровня) сечение канала для воздуха в зависимости от отклонения рычага. Положение равновесия достигается подъемом подрессоренной массы при затормаживании пневмобаллона и закрытием впускного клапана (b), регулируемым при помощи рычага (f). В исходное состояние подрессоренная масса приходит через $f=1,6$ с, при этом она совершает одно затухающее колебание. В этом положении выводы 21 и 22 соединены через поперечный дроссель. При разгрузке подрессоренной массы, эта процедура осуществляется в обратном порядке. Слишком высокое давление в пневмобаллонах теперь поднимает подрессоренную массу, рычаг (f) с эксцентриком (e) и направляющей (d) тянется вниз. При этом толкатель опускается со своей уплотнительной посадочной поверхности на впускной клапан (b) который выпускает избыточный воздух в пневмобаллоне через отверстие стравливания (c) толкателя и через каналы стравливания в атмосферу. В ходе последующего опускания подрессоренной массы, рычаг

(f) возвращается в свое исходное горизонтальное положение. Толкатель опускается на впускной клапан (b), отверстие стравливания (c) перекрывается, клапан пневмоподвески возвращается в положение равновесия.

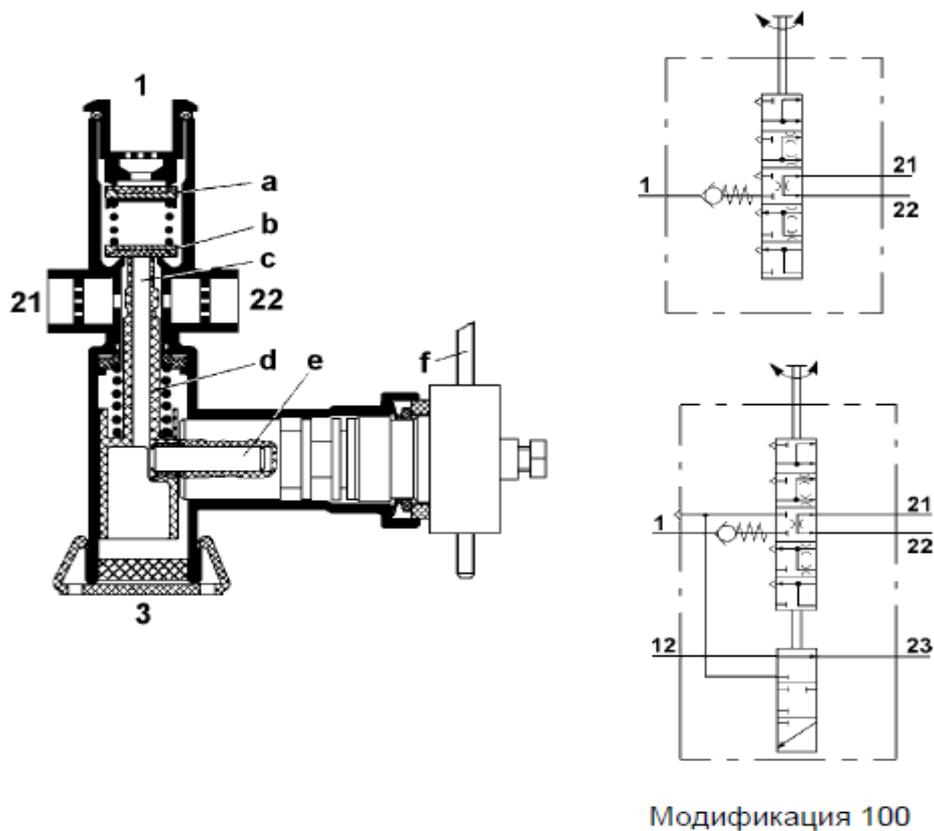


Рисунок 3.5- Регулятор уровня пола

4 Исследовательская часть

4.1 Методика исследования переходного процесса подвески при изменении нагрузки.

1. Цель испытаний-исследование работы пневматической подвески при изменении нагрузки.

2. Объект испытаний- макет подвески с пневмобаллонном подвески Икарус-260 который в последствии был заменен на упругий элемент (пневмобаллон) подвески кабины тягача Volvo.

3. Испытательное оборудование- стенд с пневмобаллонном подвески.

4. Точность измерений, средства измерений:

- Цифровой датчик давления –диапазон измерений от 0 до 2 бар, питание 5 В, постоянный ток;

- Датчик перемещений, диапазон измерений нижнее положение 5,17В верхнее положение 0,1В.

- Компрессор.

- Осциллограф С1-79.

- Регулятор давления- PIANA, давление от 0 до 12 бар.

- Регулятор положения подрессоренной массы.

4.2 Подготовка и проведение испытаний.

4.2.1 Перед испытаниями проводится визуальный осмотр пневмобаллона. Не допускаются трещины и порезы.

4.2.2 Устанавливаем датчик перемещения на крепежную пластину и закрепляем при помощи двух винтов с гайками. Подключаем датчик к осциллографу и через блок питания к сети 220В.

4.2.3 Подключается цифровой датчик давления через блок питания к сети 220В.

4.2.4 Подключаем осциллограф в сеть 220В.

4.2.5 Резиновый шланг от регулятора уровня подрессоренной массы крепим к воздушному компрессору через регулятор давления, при этом следим, чтобы кран на регуляторе был в закрытом положении. При помощи регулировочного винта на регуляторе давления выставляем ограничение давления равное 2 бар., затем открываем кран на регуляторе и в испытываемой системе создается давление.

4.2.6 Для ускоренной стабилизации равновесия подрессоренной массы, увеличиваем ее на 10 кг.

4.2.7 Подготавливаем осциллограф к работе.

4.2.8 Создаем рабочее давление в пневмосистеме. Усилия на подрессоренную массу равно 32кг. После того как подрессоренную массу нагрузили, происходят затухающие колебания, которые фиксируются датчиком перемещения и сигнал передается на осциллограф, на экране осциллографа отобразится кривая переходного процесса.

4.2.9 Обработка и оформление результатов.

По полученным данным с осциллографа строится график колебаний подрессоренной массы от создаваемого усилия массой 42кг-переходную характеристику подвески.

4.2.10 Опыт 4.2.8 повторяем при разгрузке подрессоренной массы.

4.3 Результаты испытаний

Согласно указанной методике проведен эксперимент. По полученным данным с осциллографа строится график колебаний подрессоренной массы.

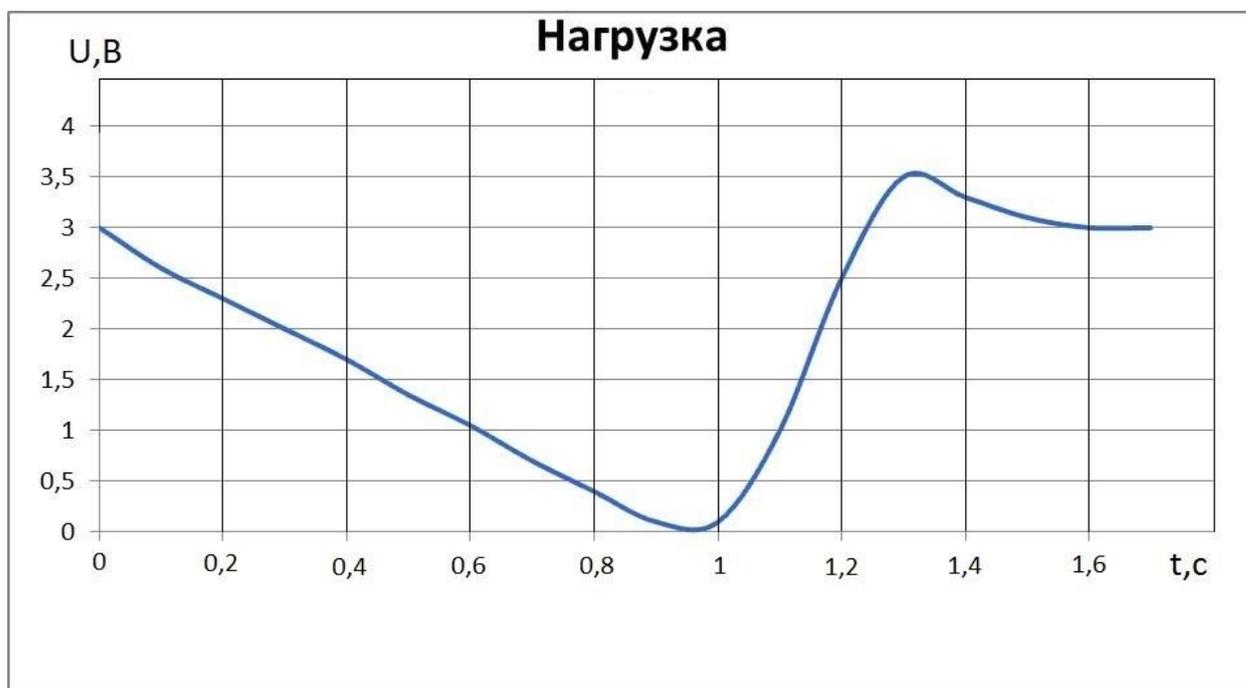


Рисунок 4.1- Нагрузка подрессоренной массы.

1 см = 1В по вертикали

1 см = 0,1с по горизонтали

$\Sigma 16 = 1,6с$ - время окончания переходного процесса.

Определяем частоту колебаний.

$$f = \frac{1}{1,3} = 0,77 \text{ Гц}$$

$$\omega = 2\pi f = 3,14 * 2 * 0,77 = 4,84 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = \frac{\pi * n}{30} \Rightarrow n = \frac{30 * \omega}{\pi} = n = \frac{30 * 4,84}{3,14} = 46 \text{ КОЛ/МИН.}$$

Определим жесткость упругого баллона.

$$F = m * g = 42 * 9,8 = 411,6 \text{ Н}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}; \quad 4,84 = \sqrt{\frac{c}{42}} \Rightarrow 4,84^2 = \frac{c}{42}$$

$$c = 4,84^2 * 42 = 983 \text{ Н/М} = 983000 \text{ Н/ММ.}$$

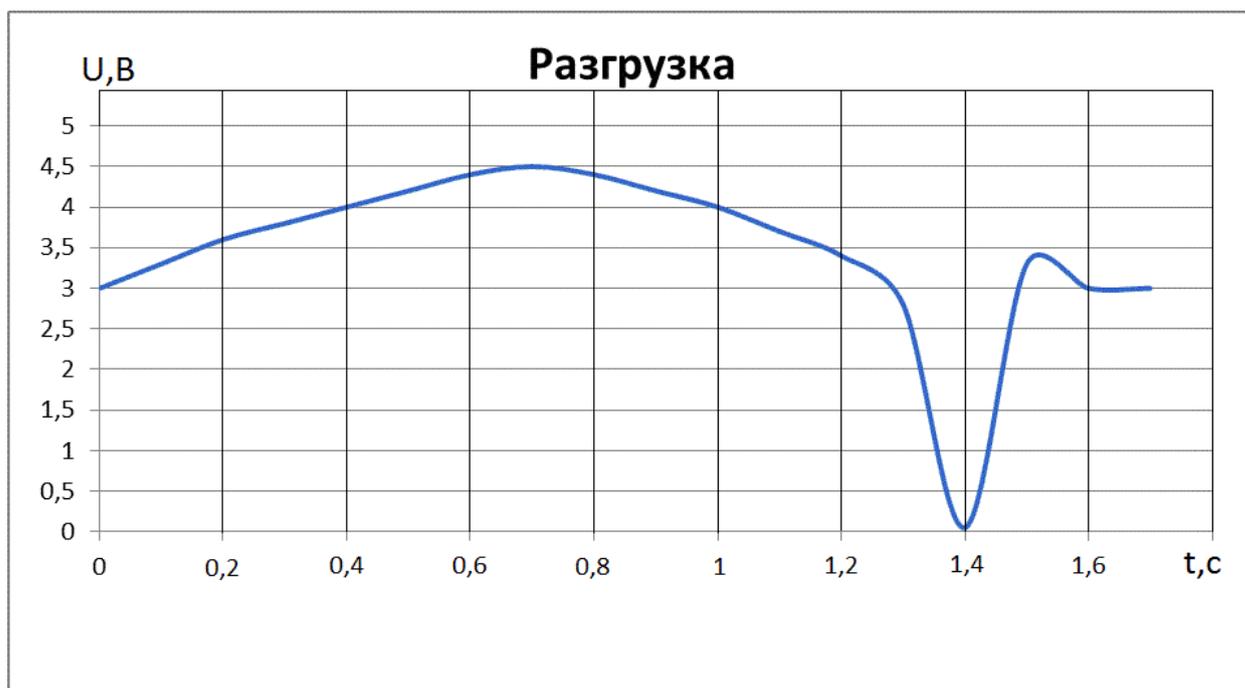


Рисунок 4.2- Разгрузка подрессоренной массы.

1 см = 1В по вертикали

1 см = 0,1с по горизонтали

$\Sigma 16 = 1,6\text{с}$ - время окончания переходного процесса

Определяем частоту колебаний.

$$f = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ Гц}$$

$$\omega = 2\pi f = 3,14 * 2 * 1,25 = 7,85 \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = \frac{\pi * n}{30} \Rightarrow n = \frac{30 * \omega}{\pi} = n = \frac{30 * 7,85}{3,14} = 75 \text{ КОЛ/МИН.}$$

Определим жесткость упругого баллона.

$$F = m * g = 10 * 9,8 = 98 \text{ Н}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}; \quad 7,85 = \sqrt{\frac{c}{10}} \Rightarrow 7,85^2 = \frac{c}{10}$$

$$c = 7,85^2 * 10 = 616 \text{ Н/м} = 616000 \text{ Н/мм.}$$

4.4 Выводы

1. Модернизирован стенд для испытаний пневматической подвески при изменении нагрузки на подрессоренную массу. Стенд оснащен цифровым датчиком давления, датчиком перемещения подрессоренной массы, регулятором положения подрессоренной массы и осциллографом.

2. В результате испытаний получены данные изменения положения подрессоренной массы в зависимости от времени при изменении нагрузки.

3. Стенд будет использоваться в учебном процессе на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобиля», по дисциплине «Автоматические системы автомобиля».

5 Экономическая эффективность проекта

5.1 Введение

Одной из ведущих отраслей промышленности практически всех развитых стран является автомобилестроение. При создании новых и совершенствовании старых конструкций автомобилей большое значение имеют испытания автомобилей, по результатам которых находят технико-экономические показатели работы, соответствие стандартам и техническим условиям.

Одним из путей повышения комфортабельности автомобиля в движении, является улучшение плавности хода автомобиля, что в свою очередь зависит от применяемой подвески и ее элементов. Снижение нагрузок на элементы подвески, снижение колебаний от неровностей дорожного полотна оказывает значительное влияние на комфортабельность и управляемость, а также сказывается на долговечности всех узлов и агрегатов автомобиля.

В настоящее время все большее применение находят регулируемые подвески, которые позволяют изменять в определенных пределах дорожный просвет и жесткость подвески. Тем самым обеспечивается необходимая геометрическая проходимость в условиях бездорожья, устойчивость на высоких скоростях, за счет снижения центра тяжести, и комфортабельность.

Для определения характеристик элементов автоматической подвески пневматического типа предлагается применять стенд.

Разработкой и внедрением стенда предполагается снизить затраты на проведение испытаний пневматической подвески.

5.2 Составление логически-последовательного перечня работ, выполняемых в процессе исследования[6] .

Перечень стадий и этапов выполнения НИиОКР

Таблица 5.1-Перечень стадий и этапов выполнения НИиОКР

Наименование работ		Трудо-емкость, дн		Должность исполнителя	Кол-во исполнителей	Применяемое оборудование
		T _{min}	T _{max}			
1	2	3	4	5	6	7
1. Маркетинговые исследования						
1.1	Сбор информации и анализ рынка	2	3	инженер без категории	1	компьютер
1.2	Оценка прогноза развития конструкции и технологии стенда	2	3	инженер без категории	1	компьютер
2. Патентные исследования						
2.1	Проведение поиска аналогов	5	7	инженер без категории	1	компьютер
2.2	Анализ и выбор технического решения	2	3	ведущий инженер инженер без категории	1 1	компьютер
3. Конструкторская подготовка						
3.1	Разработка конструкции стенда для испытаний	10	12	ведущий инженер инженер без категории	1 1	компьютер

Наименование работ	Трудо- емкость, дн	Должность исполнителя	Кол-во исполнител ей	Применя- емое оборудо-
--------------------	-----------------------	--------------------------	----------------------------	------------------------------

Продолжение таблицы 5.1

		T _{min}	T _{max}			
1	2	3	4	5	6	7
3.2	Приобретение материалов, датчиков и измерительной аппаратуры	6	8	ведущий инженер	1	
3.3	Изготовление стенда и его монтаж	15	20	ведущий инженер инженер без категории	1 1	дрель, шлифовал ь- ная машинка, сварочный аппарат
3.4	Опробование и доводка стенда	1	2	ведущий инженер инженер без категории	1 1	
3.5	Составление программы испытаний	1	2	ведущий инженер инженер без категории	1 1	компьютер
4. Оформление результатов НИиОКР						
4.1	Расчет экономического эффекта от использования стенда	5	6	инженер без категории	1	компьютер
4.2	Непредвиденные работы	1	2	инженер без категории	1	

5.2.1 Определение ожидаемой трудоемкости этапов НИиОКР и составление оптимизированного линейного графика выполняемых этапов НИиОКР

Ожидаемая трудоемкость выполнения каждого этапа рассчитывается по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}; \text{ где } t_{\min i} - \text{ минимальная трудоемкость } i\text{-ого этапа};$$

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

$$t_{ож1.1} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 3}{5} = 2,4 \text{ дня}$$

$$t_{ож1.2} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 3}{5} = 2,4 \text{ дня}$$

$$t_{ож2.1} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 7}{5} = 5,8 \text{ дней}$$

$$t_{ож2.2} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 3}{5} = 2,4 \text{ дня}$$

$$t_{ож3.1} = \frac{3 \cdot 10 + 2 \cdot 12}{5} = 10,8 \text{ дней}$$

$$t_{ож3.2} = \frac{3 \cdot 6 + 2 \cdot 8}{5} = 6,8 \text{ дней}$$

$$t_{ож3.3} = \frac{3 \cdot 15 + 2 \cdot 20}{5} = 17 \text{ дней}$$

$$t_{ож3.4} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \text{ дня}$$

$$t_{ож3.5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \text{ дня}$$

$$t_{ож4.1} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 6}{5} = 5,4 \text{ дней}$$

$$t_{ож4.2} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \text{ дня}$$

Определение суммарной длительности НИР, и нарастание технической готовности по этапам

Длительность каждого этапа:

$$T_{эті} = \frac{t_{ожі}}{\tau_i}; \text{ где } \tau_i - \text{ численность исполнителей.}$$

$$T_{эм1.1} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ дня / чел}$$

$$T_{эм1.2} = \frac{2,4}{1} = 2,4 \text{ дня / чел}$$

$$T_{эм2.1} = \frac{5,8}{1} = 5,8 \text{ дней / чел}$$

$$T_{эм2.2} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{ дня / чел}$$

$$T_{эм3.1} = \frac{10,8}{2} = 5,4 \text{ дней / чел}$$

$$T_{эм3.2} = \frac{6,8}{1} = 6,8 \text{ дней / чел}$$

$$T_{эм3.3} = \frac{17}{2} = 8,5 \text{ дней / чел}$$

$$T_{эм3.4} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ дня / чел}$$

$$T_{эм3.5} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ дня / чел}$$

$$T_{эм4.1} = \frac{5,4}{1} = 5,4 \text{ дней / чел}$$

$$T_{эм4.2} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ дня / чел}$$

Суммарная длительность НИР:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m T_{эmi};$$

$$T_{\Sigma} = 2,4 + 2,4 + 5,8 + 1,2 + 5,4 + 6,8 + 8,5 + 0,7 + 0,7 + 5,4 + 1,4 = 40,7 \text{ дней / чел}$$

Удельный вес каждого этапа:

$$Уд_{эmi} = \frac{T_{эmi}}{T_{\Sigma}} \cdot 100\%;$$

$$Уд_{эм1.1} = \frac{2,4}{40,7} \cdot 100\% = 6\%$$

$$Уд_{эм1.2} = \frac{2,4}{40,7} \cdot 100\% = 6\%$$

$$Уд_{эм2.1} = \frac{5,8}{40,7} \cdot 100\% = 14,3\%$$

$$Уд_{эм2.2} = \frac{1,2}{40,7} \cdot 100\% = 3\%$$

$$Уд_{эм3.1} = \frac{5,4}{40,7} \cdot 100\% = 13,3\%$$

$$Уд_{эм3.2} = \frac{6,8}{40,7} \cdot 100\% = 16,7\%$$

$$Уд_{эм3.3} = \frac{8,5}{40,7} \cdot 100\% = 20,9\%$$

$$Уд_{эм3.4} = \frac{0,7}{40,7} \cdot 100\% = 1,7\%$$

$$Уд_{эм3.5} = \frac{0,7}{40,7} \cdot 100\% = 1,7\%$$

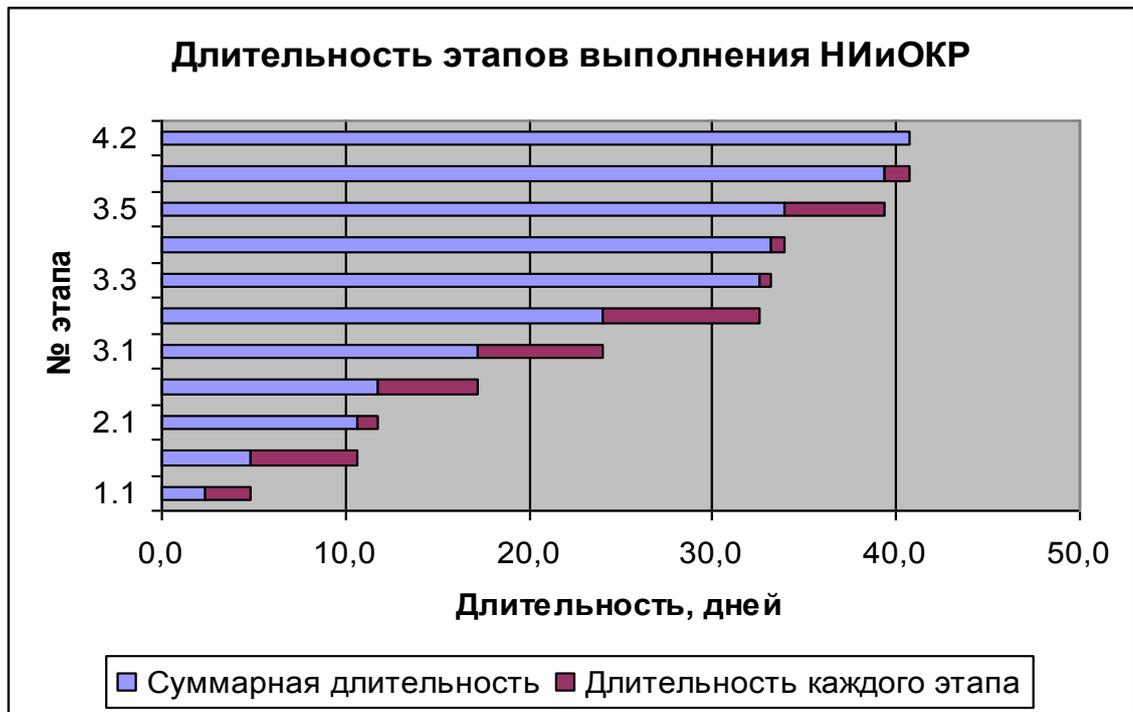
$$Уд_{эм4.1} = \frac{5,4}{40,7} \cdot 100\% = 13,3\%$$

$$Уд_{эм4.2} = \frac{1,4}{40,7} \cdot 100\% = 3,4\%$$

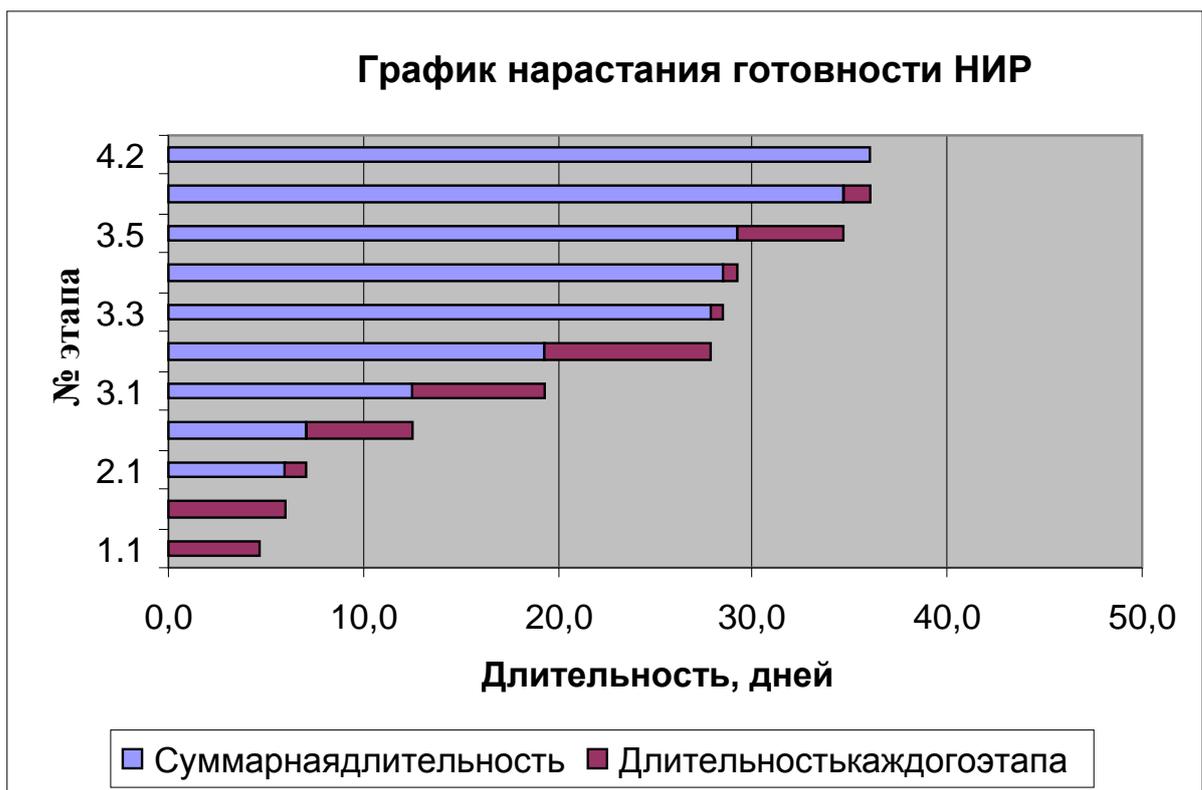
Результаты расчетов длительности выполнения работы заносим в таблицу 5.2 и строим план-график рисунок 5.1.

Таблица 5.2-Результаты расчетов длительности выполнения работы

№ этапа	Численность исполнителей			$T_{эти}$	T_{Σ}	$У_{Дэти}$	$\Delta, \%$
	Инженер без категории	Ведущий инженер	Всего				
1.1.	1		1	2,4	40,7	6	6
1.2.	1		1	2,4		6	12
2.1	1		1	5,8		14,3	26,3
2.2	1	1	2	1,2		3	29,3
3.1.	1	1	2	5,4		13,3	42,6
3.2.	1		1	6,8		16,7	59,3
3.3.	1	1	2	8,5		20,9	80,2
3.4.	1	1	2	0,7		1,7	81,9
3.5	1	1	2	0,7		1,7	83,6
4.1.	1		1	5,4		13,3	96,6
4.2.	1		1	1,4		3,4	100



а)



б)

а) длительность этапов выполнения НИиОКР, б) график нарастания готовности НИР

Рисунок 5.1-План график

5.3 Расчет сметы затрат на проведение НИиОКР

Расчет текущих затрат

Таблица 5.3-Табелирование работ НИиОКР

№ этапа	Исполнители	
	Ведущий инженер	Инженер без категории
1.1	-	2,4
1.2	-	2,4
2.1	-	5,8
2.2	1,2	1,2
3.1	5,4	5,4
3.2	-	6,8
3.3	8,5	8,5
3.4	0,7	0,7
3.5	0,7	0,7
4.1	-	5,4
4.2	-	1,4
Итого:	16,5	40,7

Расчет эффективного годового фонда рабочего времени:

$$F_{эф} = F_{раб} \cdot q \cdot n = 253 \cdot 8 \cdot 1 = 2024ч; \text{ где } F_{раб} - \text{ число рабочих дней в году};$$

q – количество часов в смену;

n – количество рабочих смен в день.

Расчет среднего количества рабочих дней в месяц:

$$Д = \frac{F_{эф}}{12q} = \frac{2024}{12 \cdot 8} = 21дн$$

Расчет времени работы i -ого исполнителя:

$$K_{исп.i} = \frac{F_i}{D} \text{ мес; где } F_i \text{ – количество отработанных дней } i\text{-м исполнителем.}$$

$$K_{без категории} = \frac{40,7}{21} = 1,93 \text{ мес; } K_{ведущий инженер} = \frac{16,5}{21} = 0,78 \text{ мес;}$$

Расчет заработной платы исполнителей с должностными окладами:

$$Z_{исп.i} = K_{исп.i} \cdot \text{Окл руб, где } K_{исп.i} \text{ – время работы } i\text{-го исполнителя;}$$

$O_{кл.}$ – должностной оклад i -го исполнителя.

$$Z_{ведущий инж} = 0,78 \cdot 16000 = 12480 \text{ руб, } Z_{без категории} = 1,93 \cdot 12000 = 23160 \text{ руб,}$$

Таблица 5.4-Расчет заработной платы исполнителей

Должность исполнителя	Количество исполнителей, чел.	Среднемесячный оклад, руб.	Время работы, месяцы	Заработная плата, руб.
Ведущий инженер	1	16000	0,78	12480
Инженер без категории	1	12000	1,93	23160,45
Итого:				35640

Расчет отчислений страховых взносов:

$$C_{ст} = Z_{исп} \cdot K / 100, \text{ руб, где } K_{соц.} \text{ – коэффициент отчислений страховых взносов}$$

30%

$$C_{соц} = 35640 \cdot 30 / 100 = 10692 \text{ руб}$$

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{эл} = \frac{N_y \cdot K_{исп} \cdot K_{загр} \cdot T_i \cdot n \cdot Ц_{эл}}{60}, \text{ руб,}$$

где N_y - мощность оборудования, кВт;

$K_{исп}$ – коэффициент использования;

$K_{загр}$ – коэффициент загрузки;

T_i – машинное время работы $i^{ог0}$ оборудования на один эксперимент;

$Ц_{эл.}$ – стоимость кВт/ч;

n – количество экспериментов.

$$C_{элЭВМ} = \frac{0,5 \cdot 0,9 \cdot 0,93 \cdot 480 \cdot 1 \cdot 2,44}{60} = 122,5 \text{ руб}$$

$$C_{элдрель} = \frac{0,42 \cdot 0,5 \cdot 0,93 \cdot 40 \cdot 2 \cdot 2,44}{60} = 0,6 \text{ руб}$$

$$C_{элШМ} = \frac{1,8 \cdot 0,7 \cdot 0,93 \cdot 120 \cdot 3 \cdot 2,44}{60} = 17,2 \text{ руб}$$

$$C_{элСА} = \frac{2,6 \cdot 0,5 \cdot 0,93 \cdot 60 \cdot 2 \cdot 2,44}{60} = 5,9 \text{ руб}$$

Расчёт затрат на электроэнергию сведён в таблицу 5.5.

Таблица 5.5-Расчёт затрат на электроэнергию сведён в таблицу

Наименование оборудования	N _y , кВт	K _{заг}	K _{исп.}	T _i , мин.	n, эксп.	Ц _{эл} ,руб.	C _{эл} , руб.
1.ЭВМ	0,5	0,93	0,9	480	15	2,44	122,5
2.Дрель	0,42	0,93	0,5	40	2	2,44	0,6
3.Шлифовальная машинка	1,8	0,93	0,7	120	3	2,44	17,2
4.Сварочный аппарат	2,6	0,93	0,5	60	2	2,44	5,9
Итого:							146,2

Расчет амортизационных отчислений

$$\sum C_{ам} = \frac{C_{об} \cdot H_{ам} \cdot T_{м.}}{F_{обор} \cdot 100}, \text{ руб}$$

$$\sum C_{ам.эвм} = \frac{22000 \cdot 100 \cdot 864}{1882,32 \cdot 100} = 10098,17 \text{ руб}$$

$$\sum C_{ам.дрель} = \frac{1800 \cdot 100 \cdot 5,3}{1882,32 \cdot 100} = 5,07 \text{ руб}$$

$$\sum C_{ам.ШМ} = \frac{2600 \cdot 15 \cdot 33,5}{1882,32 \cdot 100} = 46,27 \text{ руб}$$

$$\sum C_{ам.СА} = \frac{7840 \cdot 50 \cdot 8}{1882,32 \cdot 100} = 16,66 \text{ руб}$$

где $F_{обор}$ – годовой эффективный фонд времени работы оборудования, рассчитываемый по формуле:

$$F_{обор} = F_{раб} \cdot q \cdot K_{загр} = 253 \cdot 8 \cdot 0,93 = 1882,32$$

$H_{ам}$ - амортизационные отчисления (15%);

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

$K_{загр}$ - коэффициент загрузки;

$T_{м.і}$ – общее время работы оборудования, которое рассчитывается по формуле:

$$T_{м.і} = D_{оборі} \cdot q \cdot K_{испi}, \text{ час}$$

$$T_{м.ЭВМ} = 120 \cdot 8 \cdot 0,9 = 864 \text{ час} \quad T_{м.дрель} = 1,3 \cdot 8 \cdot 0,5 = 5,3 \text{ час}$$

$$T_{м.ШМ} = 6 \cdot 8 \cdot 0,7 = 33,5 \text{ час} \quad T_{м.СА} = 2 \cdot 8 \cdot 0,5 = 8 \text{ час}$$

Расчет затрат на амортизацию сведен в таблицу 5.6.

Таблица 5.6-Расчет затрат на амортизацию

Наименование оборудования	$C_{об}$, Руб.	$K_{загр}$	$K_{исп}$	$H_{ам}$	$\sum t_m$, час	$F_{обор.}$, час.	$C_{ам}$, руб.
1.ЭВМ	22000	0,93	0,9	100	864	1882,32	10098,17
2.Дрель	1800		0,5	100	5,3		5,07
3.Шлифовальная машинка	2600		0,7	100	33,5		46,27
4.Сварочный аппарат	7840		0,5	50	8		16,66
Итого:							8146,54

Расчет накладных расходов:

$$C_{накл} = Z_{исп} \cdot K_{накл} / 100, \text{ руб}$$

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

$Z_{исп.}$ - заработная плата исполнителей.

$$C_{накл} = 35640 \cdot 35 / 100 = 12474 \text{ руб}$$

Расчёт затрат на основные материалы, полуфабрикаты и покупные изделия с учетом транспортно-заготовительных расходов:

$$M_i = \Pi_{мі} \cdot Q_{мі} \cdot K_{мзр} - B_{отх} \cdot \Pi_{отхи} + \Pi_{низи} \cdot Q_{низи} \cdot K_{мзр}, \text{ руб}$$

где C_{mi} - оптовая цена единицы веса материала i -го вида, руб/кг;

Q_{mi} - норма расхода данной марки материала i -го вида, кг, м;

$K_{тзр}$ - коэффициент транспортно-заготовительных расходов (1,03);

$V_{отх.}$ - вес реализуемых отходов материала данной марки, кг, м, и т.д., они составляют около 8% от нормы расхода материала и определяются по формуле:

$$V_{отхи} = Q_{mi} \cdot 8/100$$

где $C_{отх.}$ - цена единицы отходов материала, руб/кг, руб/м и т.д.

$C_{пиз.і}$ - отпускная цена покупных изделий и полуфабрикатов, руб,

$Q_{пиз.і}$ - количество полуфабрикатов, покупных изделий, шт.

$$V_{отхпрофиль} = 7 \cdot 8/100 = 0,56 \text{ кг}$$

$$V_{отхшвеллер} = 10 \cdot 8/100 = 0,8 \text{ кг}$$

$$V_{отхуголок} = 1,5 \cdot 8/100 = 0,12 \text{ кг}$$

$$V_{отхлист} = 5 \cdot 8/100 = 0,4 \text{ кг}$$

$$V_{отхкраска} = 1 \cdot 8/100 = 0,08 \text{ кг}$$

$$M_{пневморессора} = 2600 \cdot 1 \cdot 1,03 = 2678 \text{ руб}$$

$$M_{ресивер} = 1500 \cdot 1 \cdot 1,03 = 1545 \text{ руб}$$

$$M_{амортизатор} = 1450 \cdot 1 \cdot 1,03 = 1493,5 \text{ руб}$$

$$M_{кран} = 736 \cdot 1 \cdot 1,03 = 758,08 \text{ руб}$$

$$M_{шланги} = 150 \cdot 2 \cdot 1,03 = 309 \text{ руб}$$

$$M_{датчиксилы} = 36000 \cdot 1 \cdot 1,03 = 37080 \text{ руб}$$

$$M_{датчикускорения} = 23590 \cdot 1 \cdot 1,03 = 24297,7 \text{ руб}$$

$$M_{манометр} = 150 \cdot 1 \cdot 1,03 = 154,5 \text{ руб}$$

$$M_{гидроцилиндр} = 1800 \cdot 1 \cdot 1,03 = 1854 \text{ руб}$$

$$M_{дисплей} = 28000 \cdot 1 \cdot 1,03 = 28840 \text{ руб}$$

$$M_{профиль} = 150 \cdot 7 \cdot 1,03 - 47,04 = 1034,5 \text{ руб}$$

$$M_{швеллер} = 171 \cdot 10 \cdot 1,03 - 109,4 = 1651,86 \text{ руб}$$

$$M_{уголок} = 1,5 \cdot 97 \cdot 1,03 - 1,4 = 148,5 \text{ руб}$$

$$M_{лист} = 205 \cdot 5 \cdot 1,03 - 32,8 = 1023 \text{ руб}$$

$$M_{краска} = 200 \cdot 1 \cdot 1,03 - 1,3 = 204,7 \text{ руб}$$

Расчет затрат на основные материалы, покупные изделия и полуфабрикаты сведен в таблицу 5.7.

Таблица 5.7-Расчет затрат на основные материалы

Наименование материала	$Q_{ми}, М, КГ,$ $Q_{пизі}, ШТ.$	$Ц_{ми},$ $Ц_{пизі},$ руб.	$V_{отх},$ кг, м.	$Ц_{отх},$ руб.	Сумма отходов, руб.	Стоимость материалов и комплектующих за вычетом отходов, руб.
Покупные изделия и полуфабрикаты						
1. Пневморессора	1	2600	-	-	-	2678
2. Ресивер	1	1500	-	-	-	1545
3. Амортизатор	1	1450	-	-	-	1493,5
4. Регулятор положения подрессоренной массы	1	736	-	-	-	758,08
5. Соединительные шланги	2	150	-	-	-	309
6. Датчик перемещения	1	36000	-	-	-	37080
7. Регулятор давления	1	23590	-	-	-	24297,7
8. Манометр	1	150	-	-	-	154,5
9. Подшипники	4	463.5	-	-	-	1854
10. Цифровой индикатор	1	28000	-	-	-	28840
Материалы						
1. Профиль	7	150	0,56	84	47,04	1034,5
2. Швеллер	10	171	0,8	136,8	109,4	1651,86
3. Уголок	1,5	97	0,12	11,64	1,4	148,5
4. Стальной лист	5	205	0,4	82	32,8	1023
5. Краска	1	200	0,08	16	1,3	204,7
Итого:						103072,24

Капитальные затраты на проведение данной НИиОКР не планируются.

Общая сумма затрат на НИиОКР равна:

$$C_{предпр} = K_{тек} = 140138,53 \text{ руб}$$

По результатам расчетов составляется смета затрат для сравнения базовой и проектной технологии испытания пневматической подвески и, для расчета себестоимости изготовления нового стенда, определения цены.

Результаты расчетов сводятся в таблицу 5.8.

Таблица 5.8-Суммы затрат на НИиОКР

№	Статьязатрат	Обозначение	Сумма, руб.
	Текущие затраты, $K_{тек}$.		
1.	Материальные затраты, в т. ч.:		
	- сырье, материалы и покупные изделия	M	103072,24
	- энергоносителей	$C_{эл}$	146,2
2.	Фонд оплаты труда исполнителей	$Z_{исп}$	35640
3.	Отчисления в страховые взносы	$C_{страх}$	10692
4.	Амортизационные отчисления	$C_{ам}$	8146,54
5.	Накладные расходы	$C_{накл}$	12474
	Предпроизводственные затраты	$C_{предпр.}$	170170,7

5.4 Расчет показателей экономической эффективности

Затраты на проведение дорожных испытаний пневматической подвески легкового автомобиля составляют 280135 рублей.

Чистый доход рассчитывается по формуле:

$$ЧД = Ц_a - Z_{НИР}, \text{ руб}$$

$$ЧД = 280135 - 170170,7 = 109964,3 \text{ руб}$$

Капиталообразующие инвестиции:

$$J_0 = K_{инв} \cdot Z_{НИР}, \text{ руб}$$

$$J_0 = 0,3 \cdot 170170,7 = 51051,2 \text{ руб}$$

Индекс доходности:

$$JD = \frac{ЧД - J_0}{J_0}$$

$$JD = \frac{109964,3 - 51051,2}{51051,2} = 1,15$$

Срок окупаемости:

$$T_{окун} = \frac{1}{JD}, \text{ год}$$

$$T_{окун} = \frac{1}{1,15} = 0,87 \text{ год}$$

5.5 Анализ полученных экономических показателей и выводы

В ходе дипломного проекта был создан стенд для исследования автоматической подвески пневматического типа. В результате проведенных расчетов были определены следующие показатели для производителя:

- чистый доход $ЧД = 109964,3 \text{ руб}$;
- индекс доходности $ИД = 1,15$;
- срок окупаемости проекта $T_{окуп} = 0,87 \text{ год}$.

Расчет экономической эффективности показал одно из основных преимуществ разработанного стенда – это его сравнительно небольшая стоимость, что позволяет применять его в исследовательских лабораториях.

Безопасность и экологичность объекта.

В ходе дипломного проектирования был выполнен проект по сборке стендов.

6.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций.

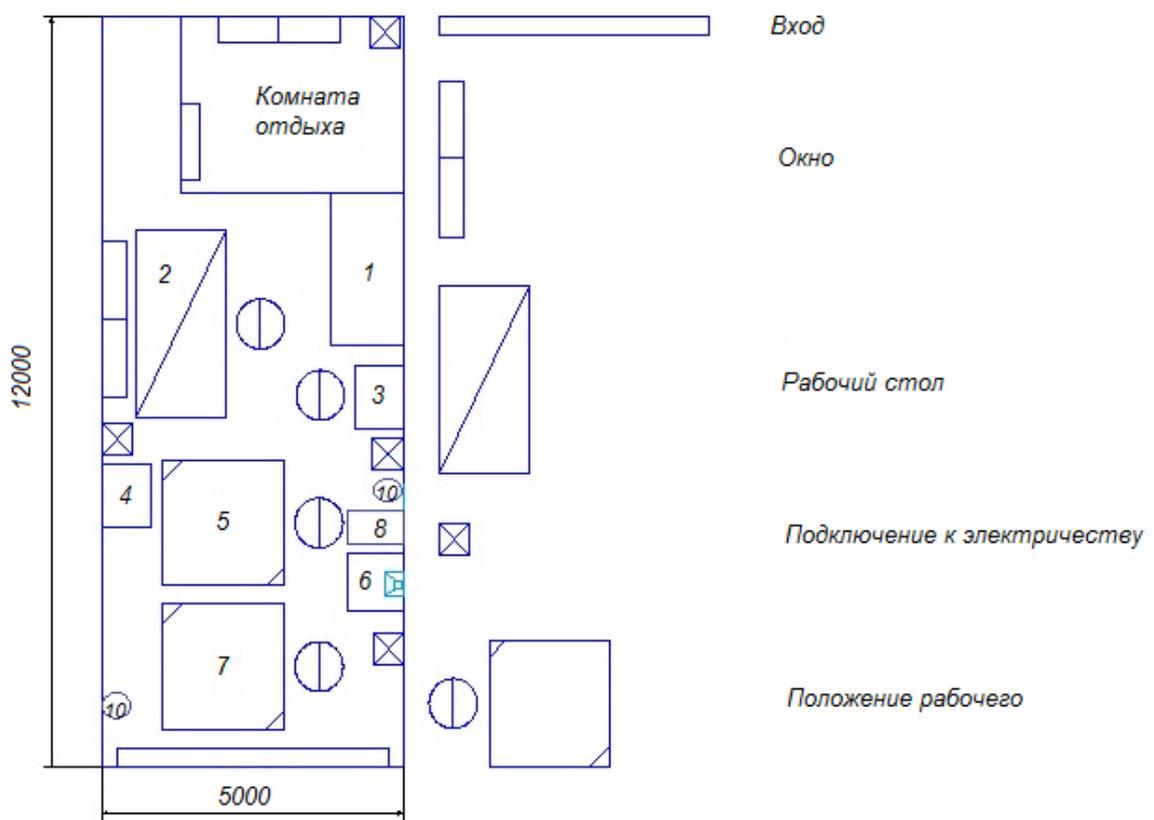


Рисунок 6.1-Схема участка сборки стенда.

Описание технологического оборудования

Таблица 6.1-Описание технологического оборудования

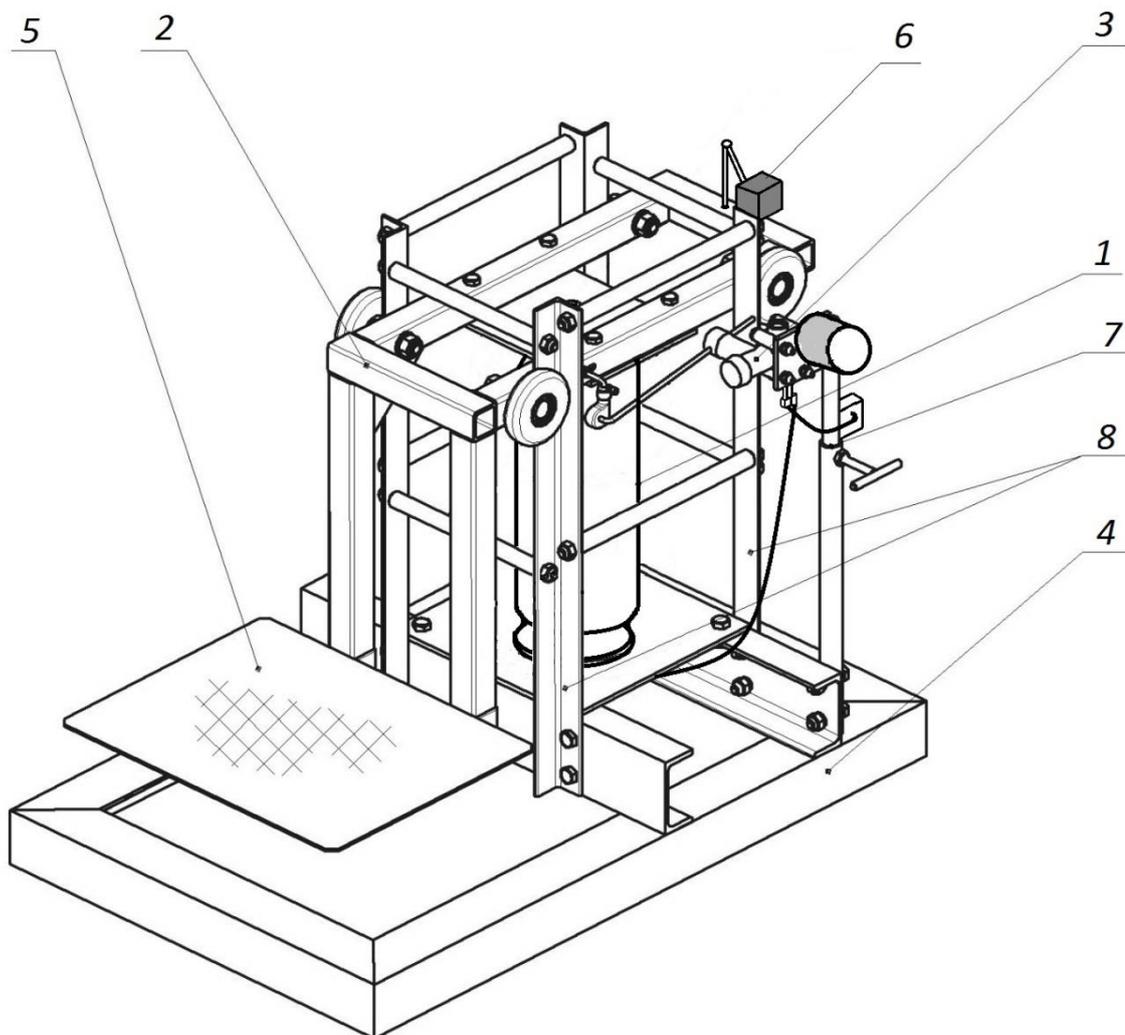
№ позиции на эскизе	Наименование оборудования	Работы, выполняемые на данном оборудовании
1	Стеллаж для инструмента	Хранение инструмента
2	Слесарный стол	Изготовление деталей для стенда
3	Сверлильный станок	Сверление отверстий в деталях
4	Шлифовальная машинка	Резка материала и обработка деталей
5	Сварочный стол	Сварка элементов конструкции стенда
6	Сварочный аппарат	Сварка элементов конструкции стенда
7	Сборочный стол	Сборка стенда
8	Заточный станок	Заточка инструмента
9	Система воздухообмена	Для вентиляции сварочного поста
10	Огнетушитель	Средство пожаротушения

В данной главе рассматриваются вопросы экологичности и безопасности стенда для исследования автоматической подвески пневматического типа.

При проектировании объекта учтены нормативные требования к механо-сборочному производству [9]. Общие требования безопасности по производственному оборудованию установлены ГОСТ 122003-74.

Объект производства.

Стенд изготовлен из стального швеллера, металлического профиля и уголка. Состоит из основания, к которому крепится металлическая рамка из швеллера, универсальные элементы пневматической подвески легкового автомобиля и датчики.



1-пневморессора, 2-каретка, 3-кран уровня пола, 4-основание, 5- груз.площадка , 6-датчик перемещения, 7-кронштейн крана, 8- направляющие.

Рисунок 6.2-Схема стенда для исследования автоматической подвески пневматического типа, без защитного кожуха.

Технические характеристики стенда:

Нагрузочная масса 32 кг.

Датчик перемещения:

- питание: 5В, постоянный ток;

Осциллограф

Индикатор давления с подсветкой :

- шкала деления

- питание 5В, постоянный ток;

Пневмосистема:

- рабочее давление: 0,5-2 атм.

Изготовленный стенд должен обеспечивать:

- 1) безопасную работу,
- 2) надёжность,
- 3) долговечность,
- 4) безотказность,
- 5) лёгкость работы,
- 6) точность снимаемых характеристик.

Опробование стенда после сборки.

Для работы со стендом необходим 1 человек. Продолжительность испытаний 5-7 минут. Усилия на подрессоренную массу создается гирей весом 32кг. При нагрузке, пневморессорасжимается и подрессоренная масса опускается вниз, до тех пор, пока регулятор уровня пола не вступит в работу и давление воздуха в пневморессоре не возрастет. Нагрузка прилагается строго по центру пневморессоры. Датчик перемещения крепится к металлической пластине с помощью металлического уголка, что удерживает его в необходимом положении и исключает соскакивание из этого положения при колебаниях подрессоренной массы. Также при работе будет применяться измерительно-регистрирующая аппаратура.

6.2 Идентификация опасных и вредных производственных факторов

Вредный производственный фактор - фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.) может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

Опасные и вредные факторы

Таблица 6.2-Опасные и вредные факторы

№ п/п	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции, при которых встречается данный производственный фактор
1	Движущиеся машины и механизмы	Сверлильный станок, шлифовальная машинка
2	Опасность возникновения пожара	Сварочное оборудование, шлифовальная машинка, ЭВМ, проводка измерительной аппаратуры
3	Высокое напряжение в электрической цепи (220-380 В)	Сварочное оборудование, сверлильный станок, шлифовальная машинка, ЭВМ
4	Высокий уровень шума (~110ДБ)	Шлифовальная машинка
5	Металлическая стружка и пыль	Шлифовальная машинка, сверлильный станок
6	Недостаточная освещенность	Осветительное оборудование
7	Опасность разрушения пневмосистемы при повышении давления	Компрессор
8	Опасность травмирования при разрыве пневморессоры	Проведение испытаний

6.3 Воздействие производственных факторов на организм человека.

При контакте организма с электрическим током, он, проходя через организм, оказывает электролитическое, термическое и биологическое действия.

Термическое воздействие на организм выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов и других тканей. Электролитическое действие выражается в разложении крови и других органических жидкостей, что вызывает значительные нарушения их физико-химических составов.

Биологическое действие на организм, является особым специфическим процессом, свойственным лишь живой материи. Оно выражается в возбуждении и раздражении живых тканей организма, (что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц), а также в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально действующем организме и теснейшим образом связанных с его жизненными функциями. В результате могут возникнуть различные нарушения в организме, в том числе нарушение и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения. Раздражающее действие электрического тока на ткани организма может быть прямым, и рефлекторным, т.е. через центральную нервную систему, когда путь тока лежит вне этих тканей.

Это многообразие действий электрического тока на организм нередко приводит к различным электротравмам, которые условно можно привести к двум видам: местным электротравмам и общим электротравмам (электрическим ударам).

Производственный шум. Шум в производстве отрицательно действует на организм человека: повышается расход энергии при одинаковой физической нагрузке, значительно уменьшается внимание работающих, увеличивается число ошибок в работе, замедляется скорость психической реакции, в результате чего снижается производительность труда и

ухудшается качество работы. Шум затрудняет своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы внутрицехового транспорта, что способствует возникновению несчастных случаев на производстве.

Шум оказывает вредное влияние на физическое состояние организма человека: угнетает центральную нервную систему; способствует нарушению обмена веществ; вызывает изменение скорости дыхания и пульса; способствует возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни; может приводить к профессиональным заболеваниям.

Непостоянный шум - шум, уровень звука которого в течение рабочего дня (смены) изменяется во времени более чем на 5 дБА. Постоянный шум - шум, уровень звука которого в течение смены изменяется во времени не более чем на 5 дБА.

Тяжесть труда. Тяжесть во время трудового процесса оценивают в соответствии с настоящими "Гигиеническими критериями оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса". Уровни факторов тяжести труда выражены в эргометрических величинах, характеризующих трудовой процесс, независимо от индивидуальных особенностей человека, участвующего в этом процессе.

Основными показателями тяжести трудового процесса являются:

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса;
- перемещение в пространстве.

Понятие "рабочее движение" в данном случае подразумевает движение элементарное, т.е. однократное перемещение тела или части тела из одного

положения в другое. Стереотипные рабочие движения в зависимости от нагрузки делятся на локальные и региональные.

Статическая нагрузка, связанная с поддержанием человеком груза или приложением усилия без перемещения тела или его отдельных звеньев, рассчитывается путем перемножения двух параметров: величины удерживаемого усилия и времени его удерживания.

Динамическая нагрузка связана с поднятием груза на определённую высоту и перемещение его в пространстве.

Таким образом - перегрузки приводят к атрофированию мышечных тканей, а также к появлению судорог.

Вибрация. По характеру воздействия на организм человека вибрации делятся на общие и локальные. Общие вибрации приложены к опорным поверхностям тела человека в положении стоя или сидя, когда вибрация вызывает сотрясение всего организма. Локальная высокочастотная вибрация обычно воздействует на отдельные части тела: руки, ноги человека. Наиболее опасными для человека частотами колебаний являются 6...9 Гц вследствие того, что они совпадают с собственной частотой внутренних органов. Колебания рабочих мест с этими частотами весьма опасны, так как могут вызвать механические повреждения или даже разрыв органов. При воздействии на человека общей вибрации с частотой более 1 Гц могут возникнуть стойкие нарушения опорно-двигательного аппарата, центральной и периферической нервной системы, системы пищеварения и т.д. Они проявляются в виде головных болей, головокружения, плохого сна, пониженной работоспособности, нарушения сердечной деятельности, возможно появление радикулита.

Различают гигиеническое и техническое нормирование производственных вибраций. В первом случае производят ограничение параметров вибрации рабочих мест и поверхности контакта с руками работающих, исходя из физиологических требований, исключающих возникновение вибрационной болезни. В втором случае осуществляют

ограничение параметров вибрации с учётом не только указанных требований, но и технически достижимого на сегодняшний день для данного вида машин уровня вибрации.

6.4 Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке по изготовления стенда.

6.4.1 Организационные мероприятия

В целях охраны труда следует проводить инструктаж рабочих и служащих по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране и другим правилам охраны труда.

Существует несколько видов инструктажа:

- Вводный инструктаж обязаны пройти все вновь поступающие на предприятие, а также командированные и учащиеся, прибывшие на практику. Его проводит инженер по охране труда.
- Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными и др.
- Повторный инструктаж проводится не реже чем через шесть месяцев. Цель этого инструктажа – восстановить в памяти рабочего правила по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики цеха или предприятия.
- Внеплановый инструктаж проводят при изменении технологического процесса, изменении правил по охране труда, внедрении новой техники, нарушении работниками требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару; при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

Важное значение для обеспечения безопасности труда имеет профессиональный отбор, цель которого – выявить лиц, непригодных по своим физическим и антропометрическим данным к участию в том или ином процессе.

На рабочих и служащих, в свою очередь, возлагаются также обязанности: соблюдение инструкций по охране труда, установленных требований обращения с машинами и механизмами и пользования средствами индивидуальной защиты.

Рабочий день длится с 7: 00 до 15-45, с обеденным перерывом с 11- 00 до 11- 45.

График рабочей недели: 5 рабочих дней в неделю, суббота и воскресенье – выходной.

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей на протяжении рабочей смены надо устанавливать регламентированные перерывы. Для работников участка с учетом их категории работы и уровня тяжести следует установить регламентированные перерывы через два часа от начала рабочей смены и через 1,5÷2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы.

Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития познотонического утомления необходимо выполнять комплексы упражнений физкультурных минуток общего воздействия или физкультурных пауз. В этих целях следует оборудовать специальную комнату отдыха.

6.4.2 Планировочные мероприятия

1. Размещение производственного оборудования должно отвечать требованиям действующих нормативных правовых актов и настоящих правил и обеспечивать последовательность операций технологического процесса.

2. Размещение производственного оборудования, исходных материалов, заготовок, деталей, агрегатов, готовой продукции, отходов производства и тары в производственных помещениях и на рабочих местах не должно представлять опасности для персонала.

3. Расстояния между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующих норм технологического проектирования, строительным нормам и правилам.

4. Расстановка в цехах и перестановка действующего технологического оборудования должна отражаться на технологической планировке. Технологические планировки на проектируемые и вновь строящиеся цеха, участки и отделения должны быть согласованы с местными органами Госсанэпиднадзора и пожарного надзора.

5. При размещении производственного оборудования должны учитываться устройство транспортных проездов для доставки к рабочим местам агрегатов, узлов, деталей и материалов. Ширина проезда устанавливается в зависимости от габаритов транспортируемых объектов и транспортных средств и принимается в соответствии с действующим нормативным правовым актом.

6. Ширина основных проходов на рабочем месте должна определяться с учетом габаритов ремонтируемых агрегатов и обрабатываемых изделий.

7. Рабочие места, проезды, проходы и оборудование должны быть свободными и не загромождаться материалами, агрегатами, деталями, отходами производства и тарой.

8. Рабочие места должны обеспечивать удобство работы, свободу движений, минимум физических напряжений и безопасные высокопроизводительные условия труда.

9. Инструмент, приспособления и комплектующие изделия должны располагаться в непосредственной близости от работающего: то, что берется левой рукой - слева от него, правой рукой - справа; исходя из этого размещают и вспомогательное оборудование (инструментальные шкафы, стеллажи и т.п.).

10. Материалы, детали, агрегаты, готовые изделия у рабочего места должны укладываться на стеллажи способом, обеспечивающим их

устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъемных механизмов.

11. Верстаки для слесарных работ должны иметь жесткую и прочную конструкцию, подогнаны по росту работающих с помощью подставок под них или подставок для ног. Для защиты людей, находящихся вблизи, от возможных ранений отлетающими кусками обрабатываемого материала верстаки следует оборудовать предохранительными сетками высотой не менее 750 мм и с размером ячеек не более 3 м.

12. Устанавливать верстаки вплотную у стен можно лишь в том случае, если там не размещены радиаторы отопления, трубопроводы и прочее оборудование.

13. Для безопасного передвижения рабочих по участку – последний оборудован ограждениями.

6.4.3 Технические мероприятия

Микроклимат.

Эффективным средством обеспечения чистоты и допустимых параметров воздуха в рабочей зоны является вентиляция, заключающаяся в удалении из помещений загрязнённого и нагретого воздуха и подаче в него свежего. По способу перемещения воздуха вентиляцию делят на естественную (проветривание, аэрация), механическую и комбинированную.

Для поддержания необходимого микроклимата на участке предусмотрена искусственная (механическая) обще обменная вентиляция, так же существует и организованный естественный воздухообмен (аэрация).

Для защиты человека от лучистой теплоты при наличии на участке оборудования или рабочих тел, излучающих теплоту с интенсивностью, превышающей нормы, применяют тепловые экраны.

Для обеспечения требуемой освещённости участок оборудован системой совмещённого освещения, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняют искусственным. На участке оборудовано

так же и рабочее освещение предназначенное для нормального выполнения производственного процесса, прохода людей и движения транспорта и является обязательным для всех помещений.

Шумы и вибрации.

В производстве для борьбы с вибрацией применяют процесс вибродемпфирования. Этот процесс основан на уменьшении уровня вибрации защищаемого объекта путём превращения энергии механических колебаний данной колеблющейся системы в тепловую энергию. Увеличение потерь энергии в системе осуществляется за счёт использования в качестве конструкционных материалов с большим внутренним трением: резины, пластмасс, дерева, капрона, сплавов с добавками никеля, меди, магния; нанесения на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение. Также применяют метод виброгашения – он осуществляется путём установки оборудования на фундамент.

Для борьбы с шумом на производственном участке применяют средствами индивидуальной защиты (наушники и беруши).

Электробезопасность.

Обеспечение электробезопасности на производственном участке и рабочем месте.

К источникам электрической опасности относятся электрические розетки и шкафы, расположенные на участке.

К причинам поражения электрическим током можно отнести:

1. Случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением в результате неисправности защитных средств, которыми пострадавший касался токоведущих частей;
2. Появление напряжения на металлических конструктивных частях оборудования в результате:

- повреждение изоляции токоведущих частей;

- замыкание фазы сети на землю;
- падение провода, находящегося под напряжением, на конструктивные части оборудования.

3. Появления напряжения на отключенных токоведущих частях в результате:

- ошибочного включения отключенной установки;
- замыкания между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями;
- разряда молнии на электроустановку.

4. Возникновение напряжения шага на участке земли, где находится человек, в результате:

- замыкания фазы на землю;
- выноса потенциала протяжённым токопроводящим предметом;
- неисправностью в устройстве защитного заземления.

Данный производственный участок относится к помещениям с повышенной опасностью (2 класс), так как на участке возможно прикосновение работающих к электрооборудованию и металлоконструкциям здания или инженерному оборудованию имеющему связь с землёй. К этой группе помещений относятся механические цеха и участки с нормальной температурой, влажностью без выделения пыли, но с токопроводящими полами.

Для защиты работников участка от электрической опасности, оборудование подключенное к электрической сети имеет заземление или зануление.

6.4.4 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке, рабочем месте.

Производственный участок, рабочее место спроектированы согласно правилам пожарной безопасности РФ (ППБ 01-03).

Помещение участка относится к категории « В » по взрывопожарной и пожарной безопасности, т.к. в нем находятся сгораемые вещества (масло, напольное деревянное покрытие).

Согласно СН и П 21-01-97 (строительные нормы и правила) при возникновении пожара в помещениях, применяется огнетушитель соответствующего классу пожара.

Для фирм и организаций, имеющие электроприборы, технику, очень часто возникают пожары по причине дефектов в электропроводах, часто возникают короткие замыкания, перегрузки сети. Повреждение изоляции приводит к искрообразованию, что в результате приводит к воспламенению электрических проводов, а именно изоляции.

Плохой контакт в местах соединения проводов вызывает нагрев, что приводит к воспламенению. Искрообразование в электротехнике, а так же искрение из-за электростатических разрядов вызывают пожароопасные ситуации.

Противопожарная защита бывает следующих видов: организационная, эксплуатационная, техническая и режимная. Для предотвращения высокой вероятности пожароопасной ситуации проводятся профилактические меры. Пожарная профилактика при использовании электрических приборов и аппаратов заключается в мероприятиях такие как: контроль соответствия изоляции проводов требованиям безопасности; защита изоляции от воздействия внешних факторов окружающей среды, при помощи прикладывания проводов в специальные трубы или гофры, что бы защитить изоляцию проводов от повреждений от вибрации, тряски и т.д.; устройство механических и электрических блокировок; соблюдение действующих инструкций и правил пожарной безопасности.

Кабельные линии для предотвращения пожарных ситуаций покрываются огнезащитными покрытиями, которые не воспламеняются. Во время ремонтных работ с применением сварки, пайки или открытого огня необходимо строго соблюдать все правила пожарной безопасности.

Обязательно проверять состояние контактов, так как ослабление контактов в местах их соединения может вызвать нагрев контактов, из-за чего будет происходить нагрев провода и соответственно его изоляции выше допустимой температуры. Особое нужно уделить временной электропроводки, которые очень часто выполняются не качественно, подвергается скручиванию и ударам, что влечет за собой повреждение изоляции и соответственно короткое замыкание.

Радиоэлектронные изделия должны эксплуатироваться в соответствующих условиях, такие как температура, влажность, сила тока и напряжения. Из-за не соответствующих условий эксплуатации эти приборы являются источниками повышенной пожароопасной ситуации. Для предотвращения первых очагов пожара, необходимо обеспечивать рабочий персонал первичными средствами пожаротушения, которые соответствуют действующим нормам. Для тушения электропроводов под напряжением до 10кВ необходимо применять углекислотные или углекислотно-бромтиловые огнетушители, так как у них струя не электропроводна.

Помещение должно быть оборудовано противопожарной сигнализацией, передающая тревожный сигнал в пожарную службу, информирую о пожаре и месте его возникновения. Противопожарная сигнализация должна быть автоматической (при помощи датчиков) или неавтоматическая (тревожная кнопка), а так же с помощью телефонной и радио связи.

6.4.5 Мероприятия по индивидуальной защите.

Для обеспечения индивидуальной защиты на участке применяют хлопчатобумажную специализированную одежду, вязаные перчатки, наушники (или беруши), специальную обувь.

6.4.6 Требования безопасности перед началом работы

1. Убедиться в исправности и надеть спецодежду, волосы убрать под берет или кепку. Убедиться в исправности защитных средств;

2. Проверить свое рабочее место, оно должно быть равномерно освещено (без бликов), не загромождено посторонними предметами.

3. Проверить исправность инструмента и приспособлений.

6.4.7 Требования безопасности в аварийных ситуациях

1. В случае сигнала аварии работы должны быть прекращены.

2. При возгорании приступить к тушению пожара имеющимися на рабочем месте средствами.

3. Приступать к работе только после ликвидации аварии с разрешения мастера.

6.4.8 Требования безопасности по окончании работ

1. Рабочее место необходимо привести в порядок. Необходимо все инструменты и смазочные, горючие материалы убрать в специально отведенные для них места. Тряпки и перчатки, во избежания самовозгорания, убрать в металлический контейнер с крышкой.

2. Снять рабочую спецодежду, убрать ее, вымыть лицо и руки с мылом, при необходимости принять душ.

6.5 Расчеты по инженерному оборудованию.

Расчет искусственного освещения

1. Выбор типа источника света: так как температура в помещении не падает ниже 10⁰С, а напряжение в сети не падает ниже 90%, то отдаём предпочтение электрическим газоразрядным лампам.

Количество светильников:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{\Phi \cdot \eta \cdot \text{Пл}}, \quad (6.1)$$

где

E – минимальная нормируемая освещённость, лк;

S – площадь помещения, м²;

k – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников;

z – отношение средней освещённости к минимальной;

Φ – световой поток одной лампы, лм;

η – коэффициент использования светового потока;

Пл – количество ламп в светильнике.

2. Определяем минимальную освещённость рабочего места.

Минимальная освещённость участка должна быть не менее 300 Лк, при общем освещении.

3. Коэффициент запаса для светильников: $k=1,5$ – для помещения общественных зданий и оборудованного газоразрядными лампами.

4. Коэффициент неравномерности освещения примем: $z=1,1$.

5. Тип лампы: газоразрядная люминесцентная ЛД 80-4, световой поток $\Phi=5300$ лм, мощность 80 Вт, продолжительность горения 10000 ч.

6. Индекс помещения

$$i = b \cdot l / [h \cdot (b+l)] \quad (6.2.)$$

где

b - ширина помещения, (5м);

l - длина помещения, (12м);

h - высота помещения, (3м).

$$i = 5 \cdot 12 / [3 \cdot (5+12)] = 1.17$$

7. Подбираем тип светильника, учитывая состав среды в помещении.

Так как помещение сухое нормальное то выбираем марку светильника ВЛО

8. Выбираем коэффициент использования светового потока.

При индексе помещения $i = 1,17$, значение коэффициента использования светового потока светильников с люминесцентными лампами $\eta = 41\%$.

9. Необходимое количество светильников с учётом количества ламп в светильнике $P_{л} = 2$.

$$N = 300 \cdot (5 \cdot 12) \cdot 1.5 \cdot 1.17 / (5300 \cdot 0.41 \cdot 2) = 8 \text{ шт.}$$

10. После расчёта количества светильников для помещения делаем проектировочную схему расположения светильников и указываем расстояние от крайних светильников до стен (l); и расстояние между соседними светильниками (L)

Величину L – принимаем равной 3 метрам.

Величину l – принимаем равной 1 метру.

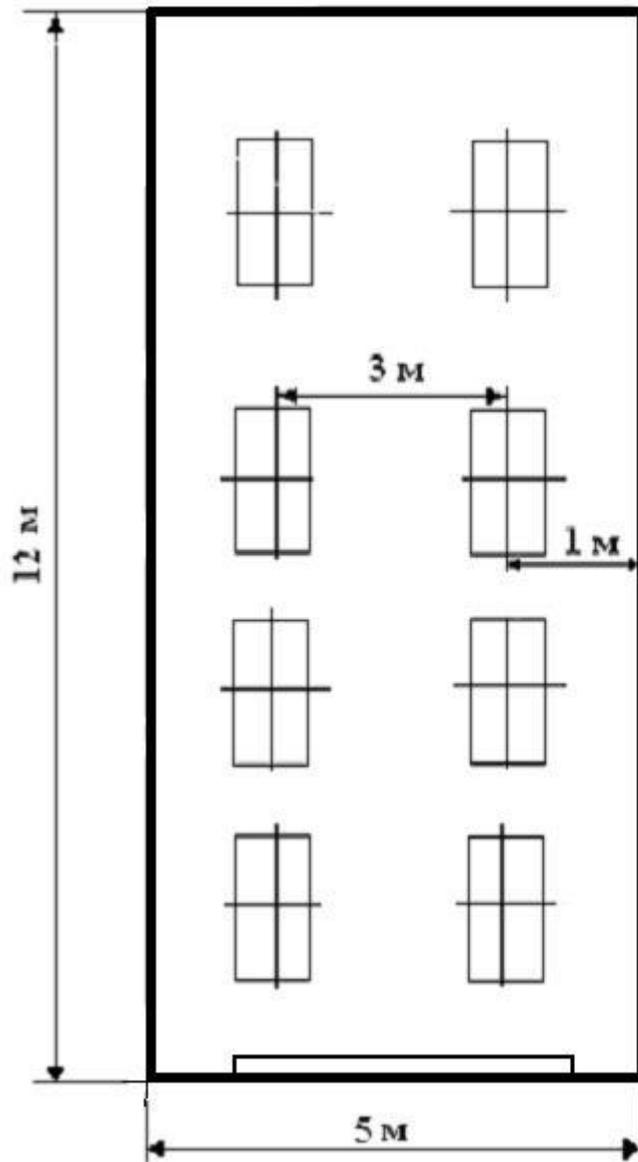


Рисунок 6.3-Проектировочная схема расположения светильников.

6.6 Экологическая экспертиза разрабатываемого объекта.

С целью определения воздействия участка на внешнюю среду была выполнена экологическая экспертиза.

Анализ возможных факторов вредного воздействия на окружающую среду показал, что вещества образующиеся при работе участка находятся в пределах ПДК (предельно допустимая концентрация). Таким образом, с проектируемый участок соответствует нормам требованиям экологичности (ГОСТ17.2.3.02-78.ССБТ).

6.7 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – состояние, при котором в результате возникновения источника, возникает угроза жизни, здоровью людей, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей среде.

В настоящее время существует два основных направления минимизации вероятности возникновения и последствия чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах. Первое заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технологических систем. Для этого технологические системы снабжают защитными устройствами – средствами взрыво - и пожарозащиты.

Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях чрезвычайных ситуаций, для создания которых нужны детальные разработки сценариев и возможных аварий и катастроф на конкретных объектах.

С целью осуществления контроля, за соблюдением мер безопасности оценки эффективности мероприятий, по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах правительством РФ введена обязательная разработка декларации промышленной безопасности. Она включает в себя следующие разделы:

- общая информация об объекте
- анализ опасности промышленного объекта
- обеспечение готовности промышленного объекта к ликвидации ЧС
- информирование общественности
- приложения, включающие план объекта и информационный лист

Декларация представляется в органы Ростехнадзора России при получении лицензии на осуществление промышленной деятельности.

Проектируемый участок изготовления стенда является частью производственного комплекса.

Декларирование промышленной безопасности выполнено для комплекса в целом.

6.8 Выводы

6.8.1 В рамках раздела “Безопасность и экологичность объекта“ были рассмотрены опасные и вредные производственные факторы и их воздействие на организм человека.

Были разработаны следующие организационные и технические мероприятия по созданию безопасных условий труда:

1. Обеспечение электробезопасности на производственном участке.
2. Обеспечение пожаробезопасности на производственном участке.

Также были произведены инженерные расчеты:

1. Расчет искусственного освещения.

Спроектированная система освещения соответствует нормам освещенности помещения для выполнения сборочных работ на данном участке.

По существу предусмотренных мероприятий обеспечивается экологическая и промышленная безопасность в соответствии с действующими нормативными документами.

6.8.2 С целью обеспечения безопасности при испытаниях на стенде, аналогичные работы по обеспечению экологической и промышленной безопасности были выполнены применительно к эксплуатации стенда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте модернизирован стенд для исследования автоматической подвески пневматического типа.

1. Стенд оснащен цифровым датчиком давления, датчиком перемещения подпрессоренной массы, регулятором положения подпрессоренной массы и осциллографом.
2. Представлена методика проведения испытаний.
3. В результате испытаний получены данные изменения положения подпрессоренной массы в зависимости от времени при изменении нагрузки.
4. Рассчитана себестоимость разработки и изготовления стенда.
5. Описаны мероприятия по обеспечению экологической и промышленной безопасности на участке изготовления стенда и при проведении испытаний.

Стенд будет использоваться в учебном процессе на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобиля», по дисциплине «Автоматические системы автомобиля».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Лукин, П.П. Гаспарянц, Г.А. Родионов, В.Ф. Конструкция и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы» [Текст] П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов, - М: Машиностроение, 1984. - 376 с.

2 Кокорев, Д. Ю. «Системный анализ методов виброиспытаний и синтез адаптивных алгоритмов формирования вибрационных воздействий на автомобиль и его узлы» Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (промышленность) [Текст] / Д. Ю. Кокорев, Ученая степень: кандидат технических наук. Место защиты диссертации: Самара. Количество страниц: 166 Год: 2006

3 Артемкин, А.А. Грибов, В.В. «Стенд для испытания упругого элемента» [Текст] / А.А. Артемкин, В.В. Грибов, Патент № 2194964 МПК: G01M17/04 стенд для испытания упругого элемента. Патентообладатель(и): Открытое акционерное общество «Уральский научно- исследовательский технологический институт»

4 Коннов, А.Н. «Стенд для испытания винтовых пружин сжатия» [Текст] / А.Н. Коннов, Полезная модель. (№31166) МПК: G01M13/00.Стенд для испытания винтовых пружин сжатия Патентообладатель(и): Открытое акционерное общество «Пензенское конструкторско-технологическое бюро арматуростроения»

5 Действующий стенд, выпускается ООО «НПЦ-ЛАДА», Саратовская обл., г.Энгельс, пр.Строителей, промзона, E-mail: enga@engels.san.ru

6 Артемов, И. И. Келасьев, В. В. Мальцев, А. А. «Стенд для испытания элементов подвески автотранспортных средств» [Текст] / И. И. Артемов, В. В. Келасьев, А. А. Мальцев, Патент № 2366919 МПК: G01M17/04 Стенд для испытания элементов подвески автотранспортных средств. Патентообладатель(и): Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный университет» (ПГУ)

7 Черепанов, Л. А. Литошин, М. А. «Стенд для испытаний амортизаторов подвески автомобилей» [Текст] / Л. А. Черепанов, М. А. Литошин, – Журнал Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Выпуск № 1 (31) / 2015. Коды ГРНТИ: 55 — Машиностроение ВАК РФ: 05.02.00 УДК: 621 Указанные автором: УДК:629.11.012. 813.001

8 Черепанов, Л.А. «Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля» [Текст] / Л.А. Черепанов. Учеб. пособие - Тольятти: ТолПИ, 2001. - 40 с.

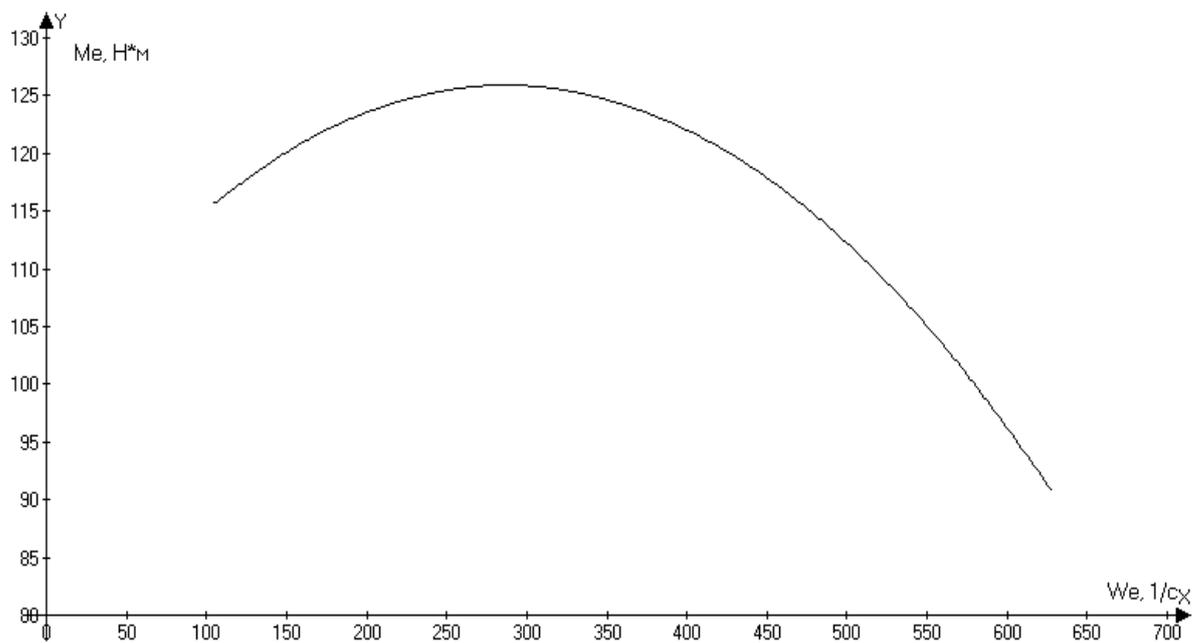
9 Емельянов, А.Е. Зверев, И.Н. «Расчёт цилиндрических пружин подвески автомобиля с нелинейной характеристикой упругости» [Текст] / А.Е. Емельянов, И.Н. Зверев, Методические указания к курсовому и дипломному проектированию для

- студентов специальности «Автомобиле - и тракторостроение» Москва 2007 УДК 629.113.001.66 (075)
- 10 Анурьев, В.И. «Справочник конструктора-машиностроителя» [Текст] / В.И. Анурьев, Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т.: Т. 2. - 8-е изд., перераб. И доп. Под ред. И.Н. Жестковой. - М.: Машиностроение, 2001. - 912 с.
 - 11 Гришкевич, А.И. «Проектирование трансмиссий автомобилей» [Текст] / А.И. Гришкевича, Справочник Проектирование трансмиссий автомобилей / Под общ. Ред. - М.: Машиностроение, 1984. - 272 с.
 - 12 Илларионов, В.А. «Теория и конструирование автомобилей» [Текст] / В.А. Илларионов и др. Теория и конструирование автомобилей -М.: Машиностроение, 1992. - 416 с.
 - 13 Автомобиль ВАЗ-2170. Каталог запасных частей. - Тольятти: АВТОВАЗ, 2004. - 384 с
 - 14 Руководство по ремонту и технической эксплуатации автомобиля ВАЗ-2170. Электронный каталог. - М.: Третий Рим, 2003.
 - 15 Юдин, Е.Я. и др. «Охрана труда в машиностроении» [Текст] / Е.Я. Юдин, С.В. Белов, Охрана труда в машиностроении - М.: Машиностроение, 1983. - 482 с.
 - 16 Капрора, В.Г. «Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – «Автомобиле- и тракторостроение» [Текст] / Сост. В.Г. Капрора. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов специальности 150100 – «Автомобиле- и тракторостроение» – Тольятти: ТГУ, 2012. - 52 с.
 - 17 Соломатин, Н.С. и др. «Итоговая государственная аттестация (государственный экзамен, дипломное проектирование)» [Текст] / Н.С. Соломатин, Итоговая государственная аттестация (государственный экзамен, дипломное проектирование (Учебное пособие для студентов специальности 190201 «Автомобиле и тракторостроение»). Тольятти, ТГУ 2005.
 18. «Автомобили. Конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть»; под ред. Гришкевича А.И.; Минск: «Высшая школа», 1987г.
 19. «Теория и конструкция автомобиля»; В.А. Илларионов, М.М. Морин, Н.М. Сергеев и др.; Москва: «Машиностроение», 1985г.

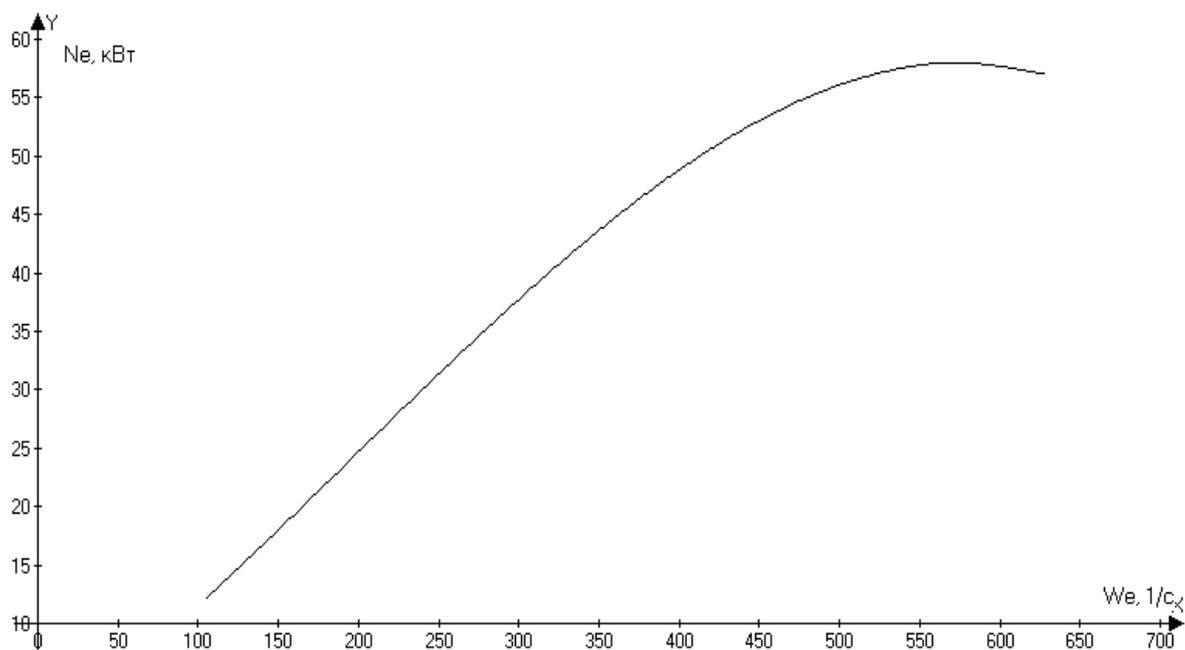
20. Лукин П.П., Гаспарянц Г.А., Родионов В.Ф.: «Конструирование и расчет автомобиля»; Москва: «Машиностроение», 1984г.
21. Дэниэлс Дж.: «Современные автомобильные технологии»; Москва: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2003г.
22. Чудаков Е.А.: «Конструкция и расчет автомобиля»; Москва: «Машгиз», 1981г.
23. Сборник нормативно – технических материалов по безопасности труда.
24. СТП 2.207-84. Дипломное проектирование.

ПРИЛОЖЕНИЯ А

Графики тягового расчета



а)



б)

а) график момента двигателя, б) график мощности двигателя.

Рисунок А.1-Внешняя скоростная характеристика двигателя.

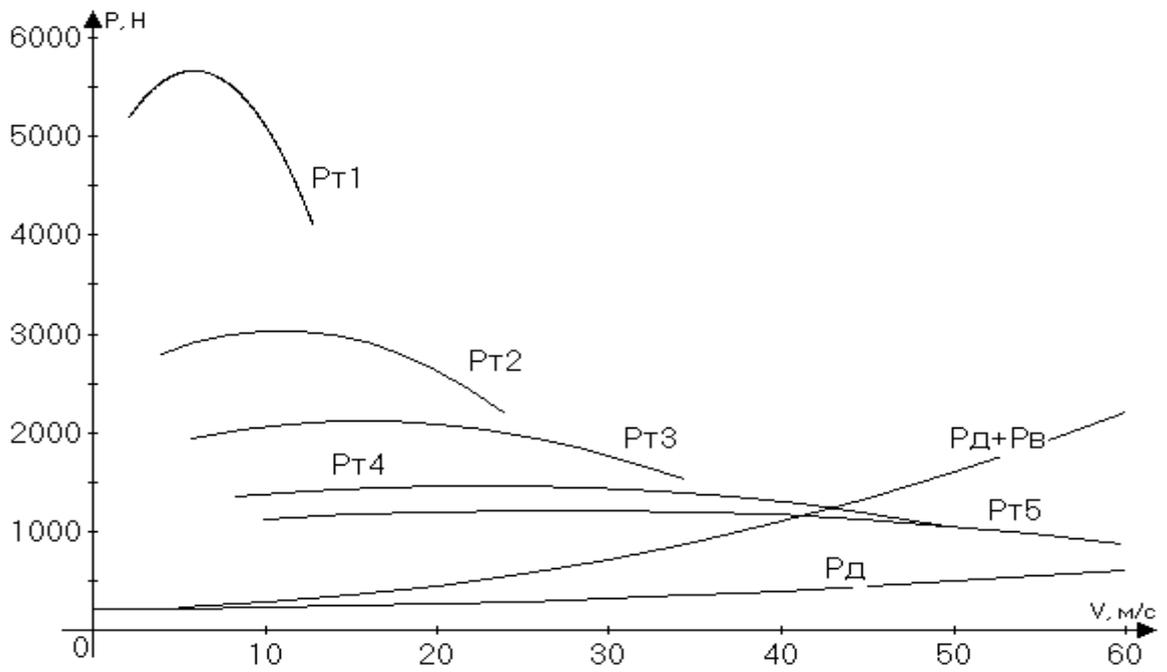


Рисунок А.2-Сила тяги на колесах в зависимости от оборотов двигателя и включенной передачи в КП.

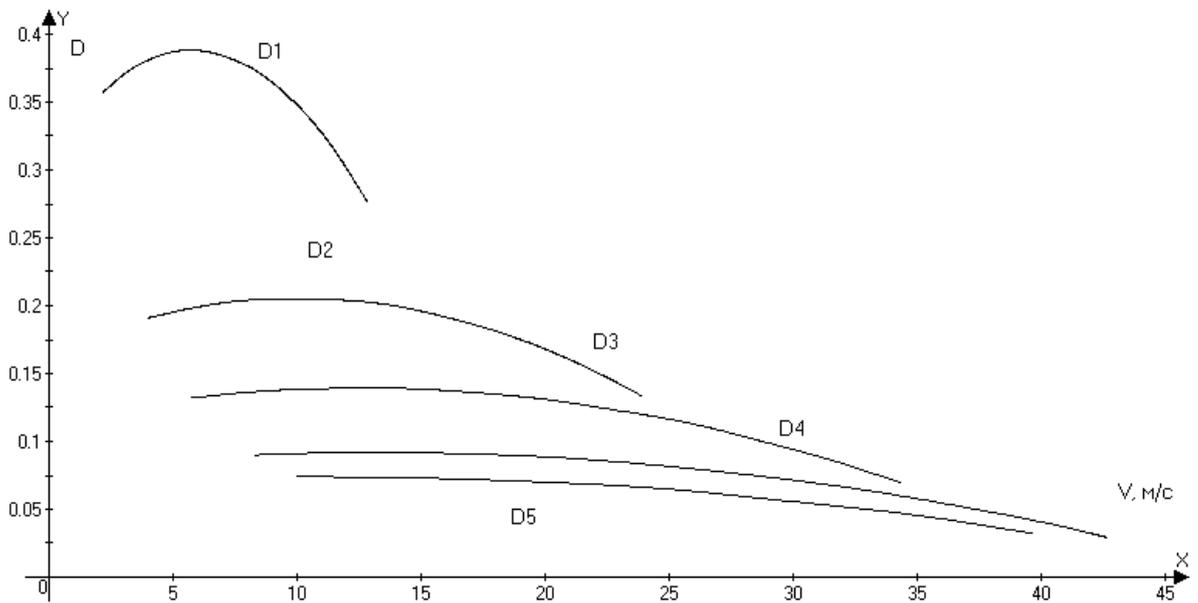


Рисунок А.3-Динамическая характеристика автомобиля.

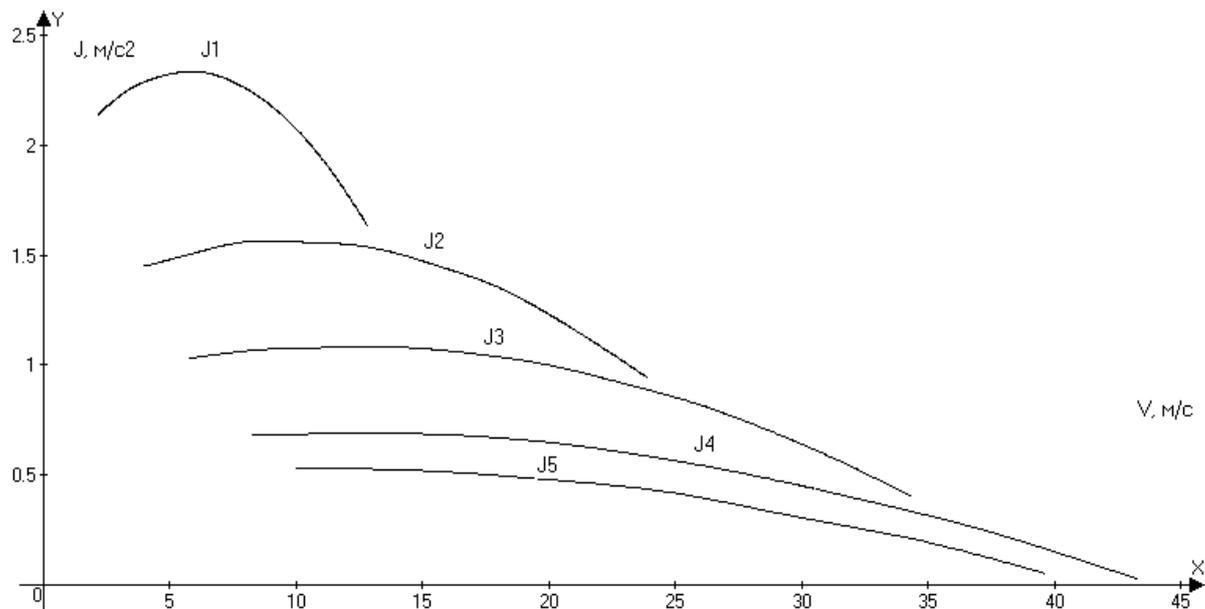


Рисунок А.4-Зависимость ускорений автомобиля от скорости.

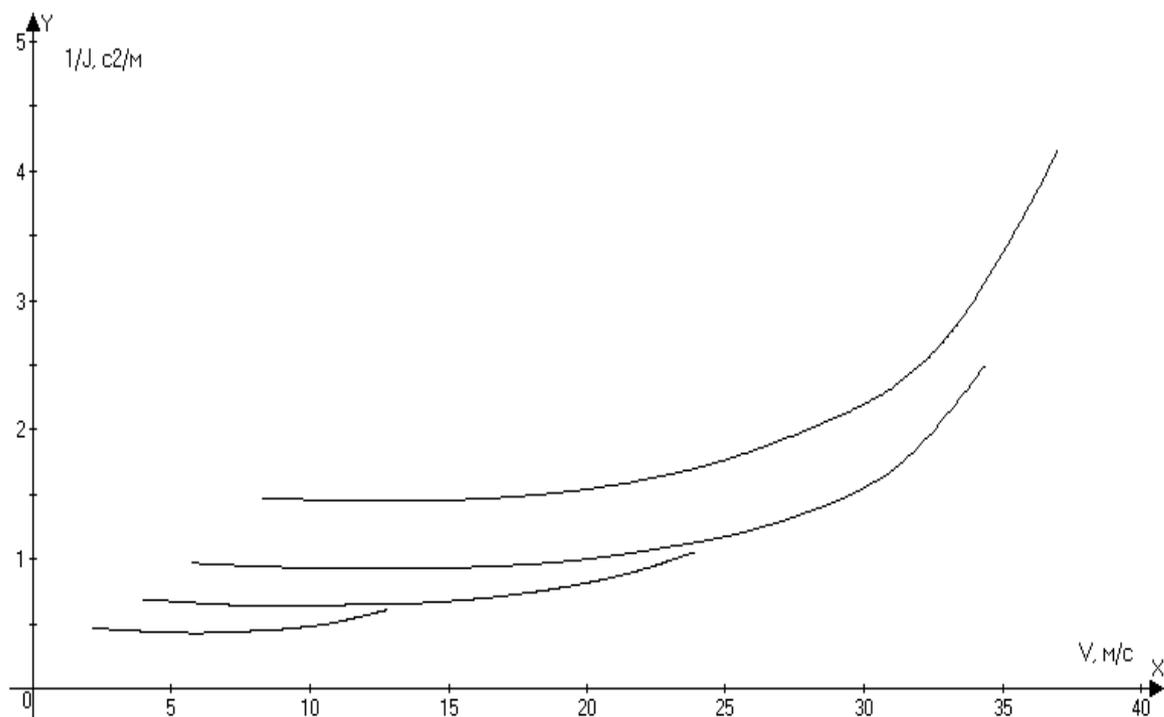


Рисунок А.5-Зависимость обратных ускорений от скорости автомобиля.

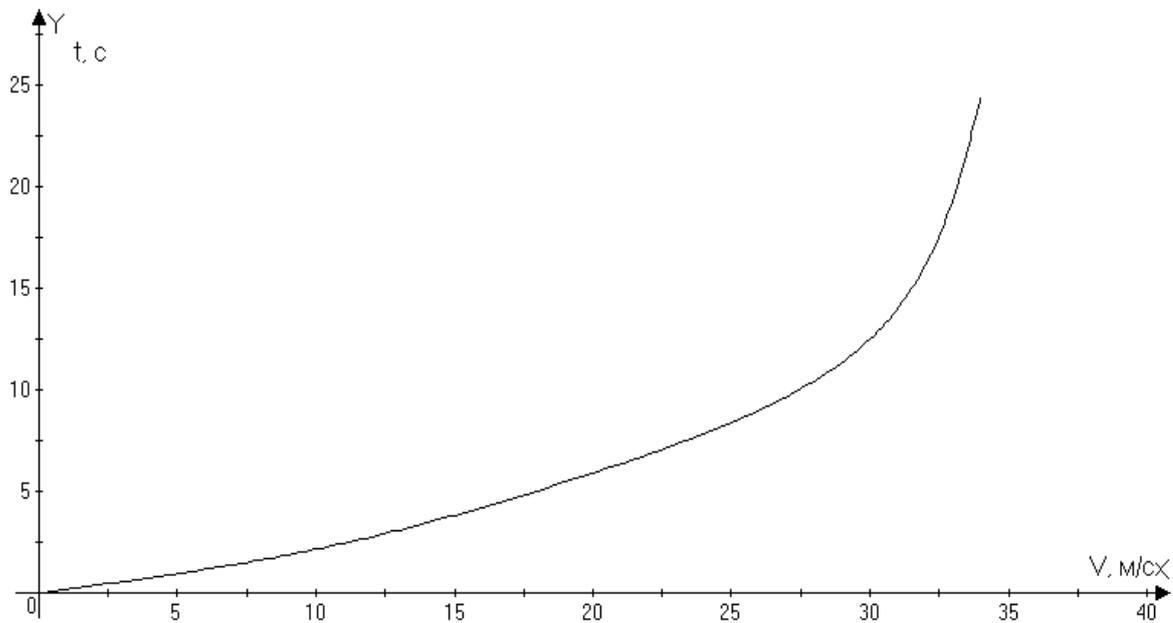


Рисунок А.6-Время разгона автомобиля.

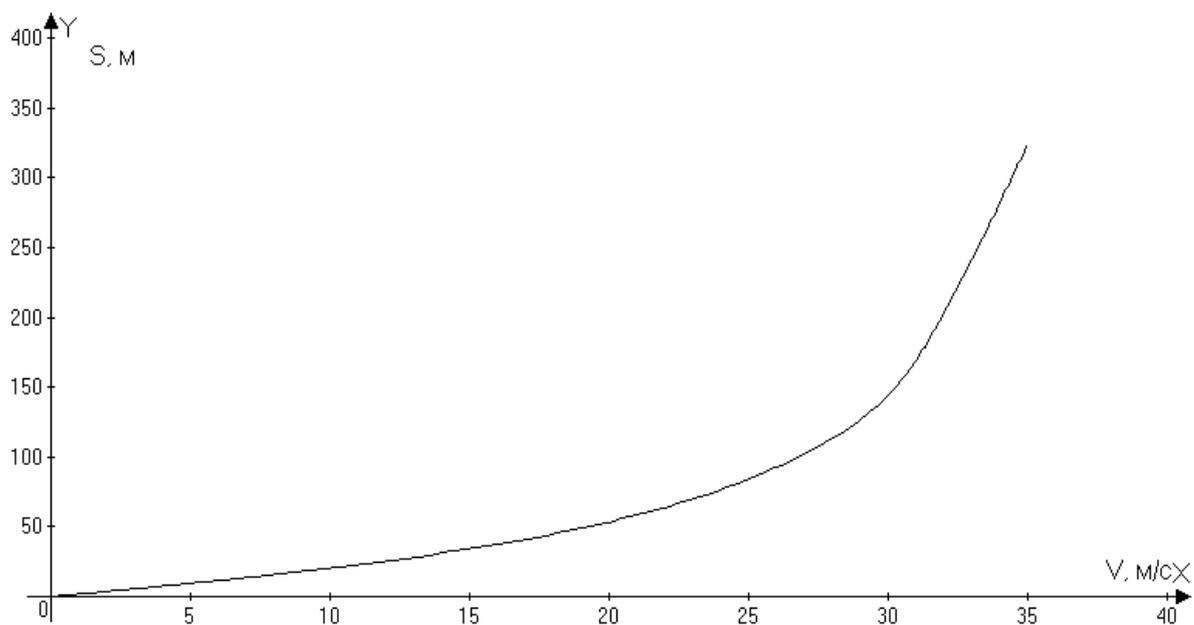


Рисунок А.7-Путь разгона автомобиля.

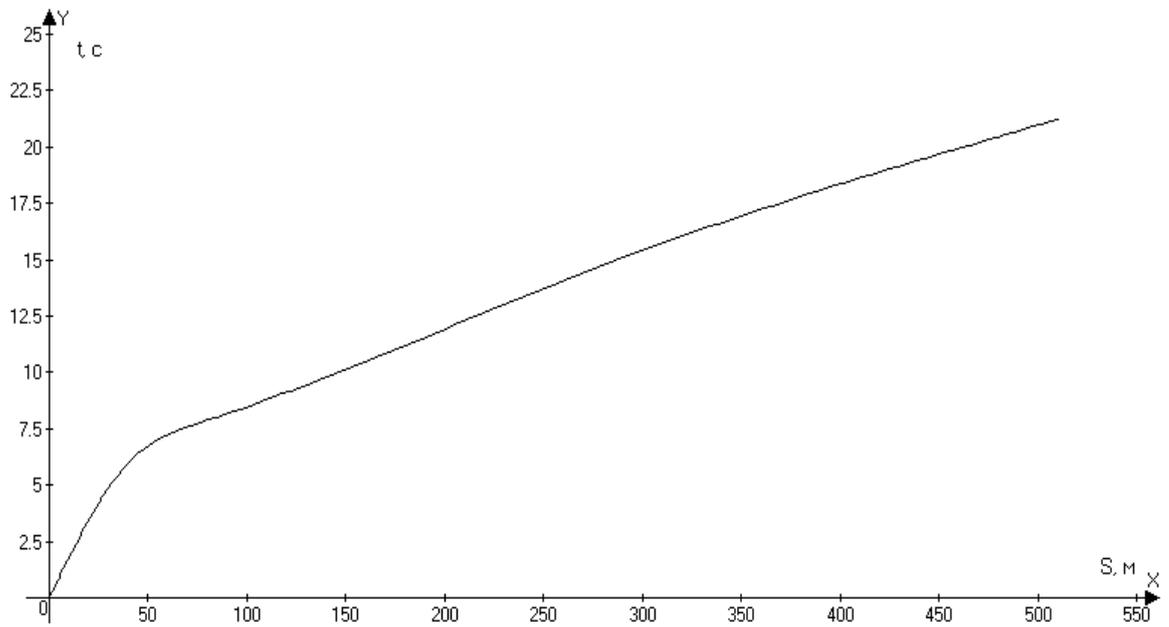


Рисунок А.8-График интенсивности разгона.

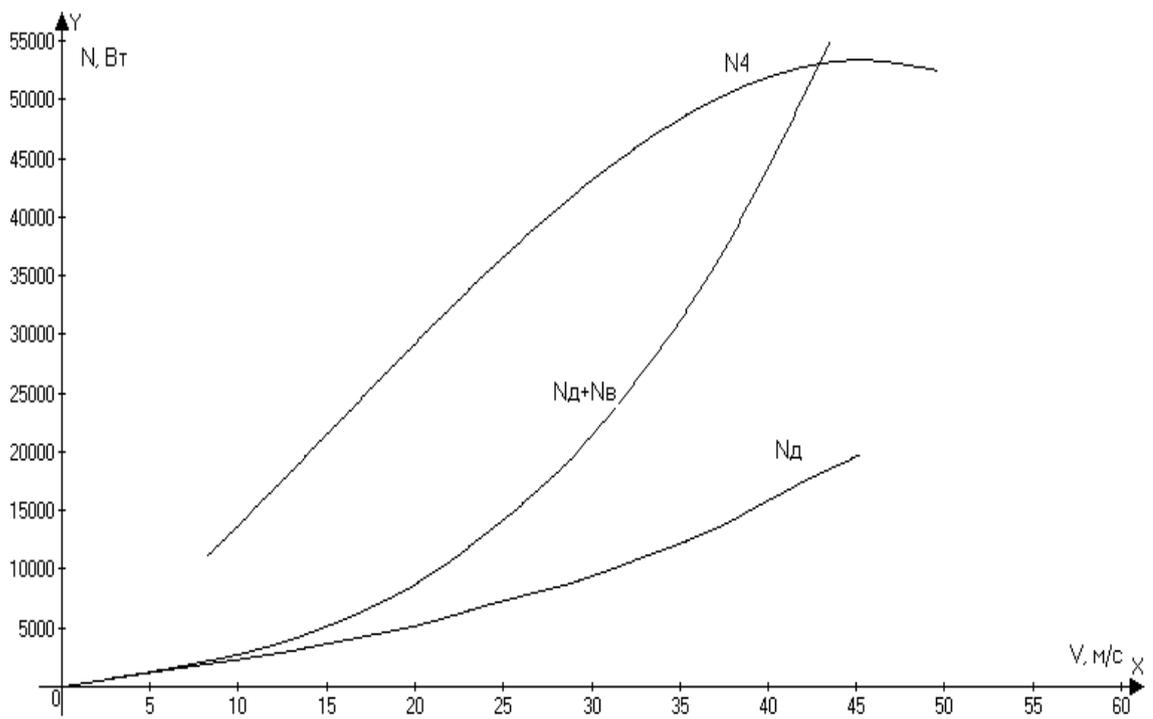


Рисунок А.9-Мощностной баланс автомобиля на 4-ой передаче.

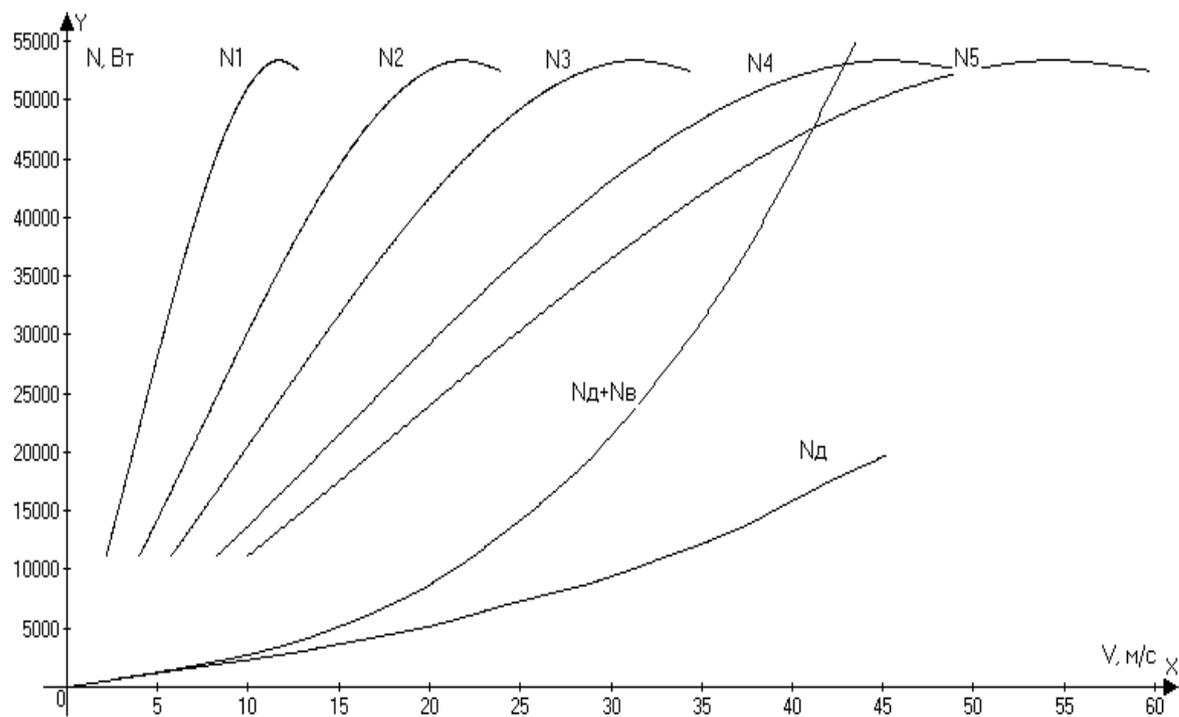


Рисунок А.10-Мощностной баланс на различных передачах.

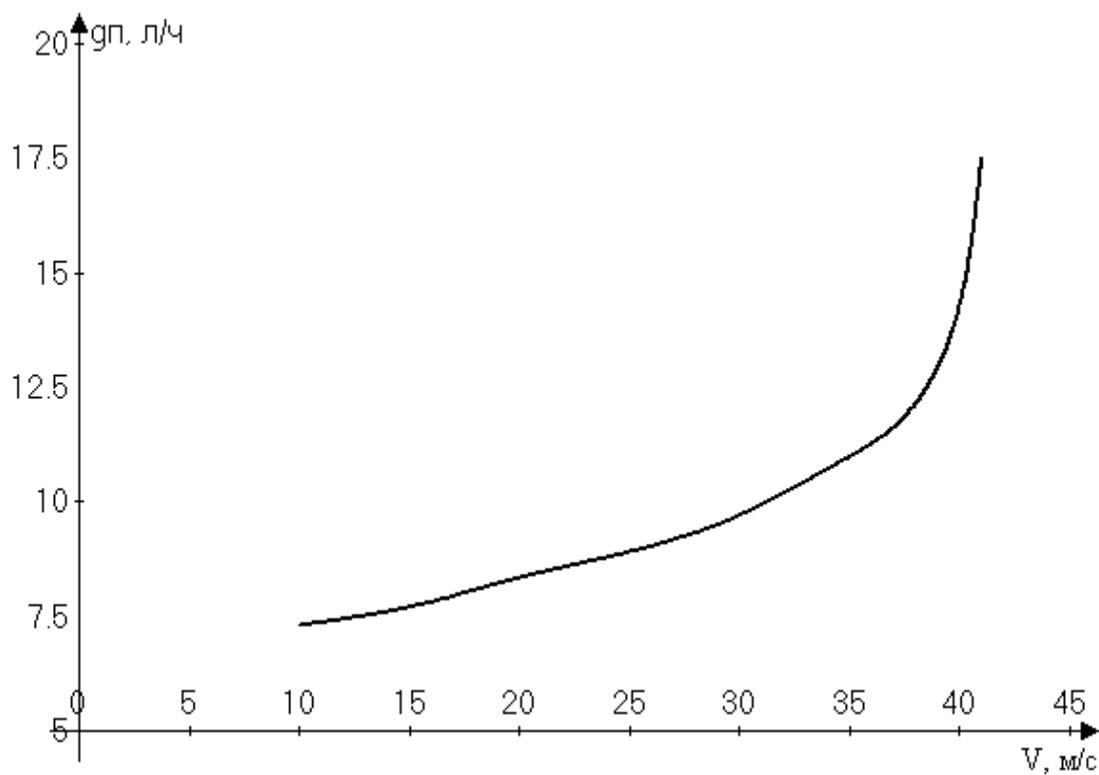


Рисунок А.11-Топливо-экономическая характеристика автомобиля.

ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		
							Изм.	Дата	
				<u>Документация</u>					
A1			16.ДП.01.031.00.000 СБ	Сборочный чертеж	3				
				<u>Детали</u>					
A4	1		16.ДП.01.031.61.001	Ролик	4				
A4	2		16.ДП.01.031.61.002	Втулка	4				
A4	3		16.ДП.01.031.61.003	Ось	4				
A4	4		16.ДП.01.031.61.004	Опора	1				
A4	5		16.ДП.01.031.61.005	Направляющая	2				
A4	16		16.ДП.01.031.61.006	Стяжка	4				
A4	7		16.ДП.01.031.61.007	Связь	2				
A4	8		16.ДП.01.031.61.008	Площадка	1				
16.ДП.01.031.00.000 СБ									
Изм. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Модернизация стенда для исследования работы пневматической подвески автомобиля	Лист	Лист	Листов
	Разработ		Иванов НМ						1
	Провед		Черепанов						
	Руковод		Черепанов						
	Никонтр		Егоров						
Утв		Бобровский							
ТГУ, АТЗ-1001									
Копировал							Формат А4		