

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

190201.65 «Автомобиле- и тракторостроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобилестроение

(направленность (профиль))

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: Модернизация стенда для определения вертикальной упругой характеристики подвески

Студент(ка)	<u>М.З. Абдрахимов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Л.А. Черепанов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Л.Л. Чумаков</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Нормоконтроль	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	_____	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.В. Бобровский
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) _____
(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

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 Абдрахимов Марат Закиевич

1. Тема Модернизация стенда для определения вертикальной упругой характеристики подвески

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

3. Исходные данные к дипломному проекту

$G_a=1088\text{кг}$, $n = 5$, колёсная формула 4×2 , размерность колеса $185/65R14$, ширина $B=1,68\text{м}$, высота $H=1,42\text{м}$, $V_{a\text{max}}=180\text{км/ч}$, $C_x=0,32$, величина тах. преодолеваемого уклона $i=0,3$, КПД трансмиссии $\eta_T=0,92$, $f_0=0,012$, $n_e^{\text{min}}=800\text{об/мин.}$, $n_e^{\text{max}}=6000\text{об/мин.}$, $n_{eN}=5600\text{об/мин.}$

Цель проекта: Оснащение стенда измерительной аппаратурой и определение вертикальной упругой характеристики подвески с целью оборудовать лабораторию вуза, для проведения лабораторных работ с студентами вуза.

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 определение вертикальной упругой характеристики подвески с целью оборудовать лабораторию вуза.

5. Анализ экономической эффективности объекта

Расчет затрат на производство НИиОКР

6. Безопасность и экологичность объекта

Разработать мероприятия по обеспечению требований охраны труда на участке сборки стенда.

Заключение

Список литературы

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

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала:

Автомобиль. Общий вид.....1 лист формата А1
Графики тягово-динамического расчета1 лист формата А1
Общей вид стенда.....1 лист формата А1
Сборочные чертежи.....3 листа формата А1
Детализовка.....1 лист формата А2, 2 листа формата А3
Исследовательская часть.....2 листа формата А1
Показатели экономической эффективности объекта.....1 лист формата А1

6. Консультанты по разделам

Технологическая /Исследовательская часть _____ /Л.А.Черепанов/

Анализ экономической эффективности объекта _____ /Л.Л.Чумаков/

Безопасность и экологичность объекта _____ /А.Н. Москалюк/

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

Руководитель выпускной
квалификационной работы

_____ Л.А. Черепанов

Задание принял к исполнению

_____ М.З. Абдрахимов

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 Абдрахимова Марата Закиевича

по теме Модернизация стэнда для определения вертикальной упругой характеристики подвески

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	непредусмотренно		
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)

М.З. Абдрахимов

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте модернизирован стенд для снятия характеристик вертикальной упругости передней подвески переднеприводного легкового автомобиля второго класса ВАЗ-2170 «ПРИОРА».

Осуществлен обзор существующих конструктивных решений по стендам и обосновано применение выбранного варианта.

Выполнен тяговый расчет автомобиля, а также исследовательские расчеты модернизированного стенда.

Определена вертикальная жёсткость упругого элемента передней стойки автомобиля ВАЗ-2170 «ПРИОРА».

Определены затраты на изготовление и модернизацию конструкции и экономическая эффективность проекта.

Разработаны мероприятия по обеспечению безопасных условий труда на участке сборки стенда.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки объемом 98 страниц, включая 32 таблицы, 26 рисунков и 1 лист спецификации, а также графической части объемом 10 листов формата А 1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
1 Состояние вопроса	
1.1 Назначение подвески.....	11
1.2 Требования, предъявляемые к подвеске.....	12
1.2.1 Требования, предъявляемые к стендам для испытания подвески.....	14
1.3 Классификация стендов.....	15
1.4 Обзор и тенденции развития.....	16
1.4.1 Стенд для испытания упругого элемента.....	16
1.4.2 Стенд для испытания винтовых пружин сжатие.....	17
1.4.3 Стенд для испытания амортизаторов.....	18
1.4.4 Стенд для испытания элементов подвески автотранспортных средств....	20
1.4.5 Стенд для испытаний амортизаторов подвески автомобилей.....	23
1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции стенда.....	26
2 Защита интеллектуальной собственности	27
3 Конструкторская часть	
3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля	27
3.1.1 Исходные данные.....	27
3.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта.....	28
3.1.3 Расчёт внешней скоростной характеристики (ВСХ) двигателя.....	29
3.1.4 Определение передаточного числа главной передачи.....	30
3.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач.....	31
3.1.6 Силовой баланс автомобиля.....	32

3.1.7	Динамическая характеристика автомобиля.....	34
3.1.8	Разгон автомобиля.....	35
3.1.9	Время и путь разгона.....	37
3.1.10	Мощностной баланс автомобиля.....	39
3.1.11	Расчёт топливно-экономической характеристики автомобиля.....	41
4 Исследовательская часть		
4.1	Общие положения.....	42
4.2	Конструкция стенда.....	47
4.3	Требования, предъявляемые к конструкции стенда	49
4.4	Методика проведения испытания.....	49
4.5	Определение жесткости подвески автомобиля.....	50
5 Экономическая эффективность проекта		
5.1	Определение ожидаемой трудоёмкости.....	52
5.2	Определение суммарной длительности НИР.....	54
5.3	Расчёт сметы затрат на НИР.....	56
5.3.1	Расчет эффективного годового фонда рабочего времени.....	58
5.3.2	Расчет среднего количества рабочих дней в месяце.....	58
5.3.3	Расчет времени работы i-ого исполнителя.....	58
5.3.4	Расчет заработной платы исполнителей с должностными окладами.....	59
5.3.5	Расчет заработной платы производственных рабочих.....	59
5.3.6	Расчет дополнительной заработной платы производственных рабочих.....	60
5.3.7	Расчет заработной платы всех исполнителей.....	60
5.3.8	Расчет страховых взносов в ПФРФ, ФССРФ, ФФОМС.....	60
5.3.9	Расчет затрат на электроэнергию.....	61

5.4	Расчёт амортизационных отчислений.....	61
5.4.1	Годовое эффективное время работы оборудования.....	61
5.4.2	Общее время работы оборудования.....	62
5.4.3	Затраты на амортизацию.....	62
5.4.4	Расчет накладных расходов.....	62
5.4.5	Расчёт затрат на материалы, комплектующие и покупные изделия с учетом транспортно-заготовительных расходов.....	63
5.5	Определение капитальных затрат.....	64
5.5.1	Определение капитальных затрат на проведение НИиОКР.....	64
5.5.2	Общая сумма предпроизводственных затрат.....	64
6 Безопасность и экологичность объекта		
6.1	Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций.....	66
6.2	Идентификация опасных и вредных производственных факторов.....	68
6.3	Воздействие производственного фактора на организм работающих.....	69
6.3.1	Электрический ток.....	69
6.3.2	Производственный шум.....	70
6.3.3	Тяжесть труда.....	70
6.3.4	Вибрация.....	71
6.4	Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке.....	71
6.4.1	Организационные мероприятия.....	71
6.4.2	Технические мероприятия.....	72
6.4.3	Мероприятия по индивидуальной защите.....	75
6.5	Инженерные расчёты.....	76
6.5.1	Расчет искусственного освещения.....	76
6.5.2	Расчёт механической вентиляции.....	78

6.6 Экологическая экспертиза разрабатываемого объекта.....	79
6.7 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях.....	79
6.8 Мероприятия по разработке безопасных условий труда при проведении испытаний.....	80
6.9 Выводы по разделу.....	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	83
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	86

ВВЕДЕНИЕ

При конструировании узлов и деталей автомобиля необходимо учитывать различные требования по надежности, топливной экономичности, ремонтпригодности, требованиям безопасности, а также обеспечение максимальной технологичности каждого узла и детали автомобиля. Во время движения автомобиля происходят различные процессы в узлах и агрегатах автомобиля, которые сопровождаются изменением кинематических и динамических характеристик.

Подвеска, это элемент связующий кузов и мосты автомобиля, она должна отвечать определённым требованиям, таким как надёжность, комфортабельность, долговечность, должна обеспечивать безопасность движения, хорошую управляемость. Наряду с этим, она должна быть лёгкой, изолировать кузов автомобиля от колебаний, передаваемых поверхностью дороги, шумов связанных с жесткостью качения радиальных шин. Важной составляющей подвески являются упругие элементы. В подавляющем большинстве случаев в современном автомобилестроении в качестве упругих элементов применяются пружины, поэтому вопрос их расчета, испытаний и исследования характеристик является важным и актуальным.

В рамках настоящего дипломного проекта модернизирован стенд для снятия упругой характеристики подвески с пружинным упругим элементом переднеприводного легкового автомобиля ВАЗ – 2170 «ПРИОРА».

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение подвески

Подвеска автомобиля — это совокупность устройств, для обеспечения упругую связь между колесами автомобиля и его кузовом, для уменьшения восприятия нагрузок, действия сил возникающих во время движения и для снижения колебаний кузова при движении.

Детали подвески подразделяются:

- упругий элемент, включающий в себя поперечный стабилизатор;
- направляющие элементы;
- амортизаторы.

Упругий элемент воспринимает вертикальные нагрузки от неровностей дороги, возникающих при движении, накапливает полученную энергию и передаёт кузову автомобиля, обеспечивает плавность хода.

Направляющие элементы подвески определяют характер перемещения между колесом и кузовом автомобиля. Направляющие устройства частично освобождают упругие элементы от дополнительных нагрузок в некоторых конструкциях автомобилей передающихся от колеса к кузову или раме.

Гасящее устройство предназначено для обеспечения затуханий колебаний кузова и колес автомобиля, вызванной работой упругих элементов подвески.

Подвески по типу упругого элемента классифицируются: рессорные, пружинные, резиновые, торсионные, гидравлические, пневматические.

Все подвески автомобилей делятся на два вида независимые и зависимые. Зависимая подвеска объединяет колеса жесткой балкой в связи с чем, перемещение одного колеса передаётся другому в поперечной плоскости, а в независимой подвеске эта связь между колесами отсутствует, перемещение одного колеса данного моста не оказывает влияния на другое.

По характеру независимые подвески подразделяются на подвески перемещением колеса в продольной, поперечной плоскости, а так же в обеих

плоскостях и свечные.

Горящее действие в подвеске обеспечивается главным образом амортизатором. В настоящее время наибольшее распространение получили гидравлические амортизаторы. По характеру работы различают амортизаторы одностороннего и двустороннего действия.

Амортизаторы одностороннего действия работают при ходе сжатия незначительно по сравнению с ходом отбоя, где происходит основное поглощение энергии. Двухсторонний амортизатор работает в двух направлениях, поглощение энергии происходит как при сжатии, так и при отбое, при этом некоторая часть толчков передаётся на кузов при сжатии[1].

В рамках данного дипломного проекта рассматриваются упругие элементы подвески, а также модернизирован стенд для снятия упругой характеристики пружинной подвески.

Стенд для снятия упругой характеристики подвески предназначен для проведения лабораторных испытаний студентами.

1.2 Требования, предъявляемые к подвеске

Основные требования, предъявляемые к подвескам, следующие.

- 1) Обеспечению высокой упругой характеристикой упругого элемента, плавностью хода и ударов в ограничители хода, а так же противодействию клевкам, приседаниям и кренам на поворотах.
- 2) Обеспечивать правильную кинематику колёс автомобиля и минимизировать изменения колеи и углов установки шкворней, управляемых колёс, а так же кинематики перемещения колёс, кинематике рулевого привода и исключать колебания управляемых колёс вокруг шкворней.
- 3) Обеспечивать оптимальную величину затухания колебаний кузова и колес.
- 4) Надежная передача продольных и поперечных усилий и моментов от колес кузову или раме.
- 5) Малая масса элементов подвески и особенно неподрессоренных частей.
- 6) Обеспечивать высокую прочность деталей подвески, долговечность её упругих элементов относящихся к числу наиболее нагруженных деталей

автомобиля.

На организм человека влияют амплитуда, частота, ускорения и интенсивность ускорений колебательного движения. В практике оценки общей интенсивности колебаний поддресоренной массы автомобиля, широко применяется дисперсия ускорения при движении по заданной дороге. Данный критерий является интегральным и учитывает весь спектр воздействующих колебаний.

Дисперсия является статистически хорошо определяемой величиной, что позволяет сравнительными испытаниями или соответствующими расчетами оценить влияние на ее величину самых незначительных изменений в конструкции автомобиля и его подвеске.

Международная организация по стандартизации (ИСО) разработала стандарт, устанавливающий допустимые средние квадратические ускорения в диапазоне 1...80 Гц при продолжительности воздействия, равной 8 ч рисунок 1.

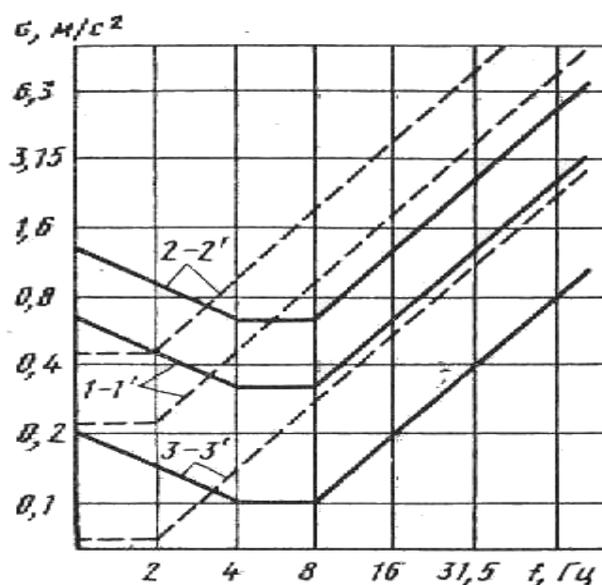


Рисунок 1 – Допустимые среднеквадратические ускорения

Показанные на рисунке границы 1-1' соответствуют предельным значениям, при превышении которых снижается производительность труда. Границы 2-2' обеспечивают безопасность для здоровья водителя, а границы 3-3' оценивают соответствующее нарушение комфорта. Колебание кузова при движении автомобиля по неровной дороге происходит не со случайно

меняющимися частотами, а с частотами собственных колебаний. Снижение этих частот способствует понижению ускорений колебаний кузова при движении автомобиля по любой дороге и приводит к улучшению плавности хода автомобиля.

Для человека наиболее комфортным являются частоты колебания, которых приближены к нормальной ходьбе человека. При хорошо подобранной характеристики подвески, собственные частоты легкового автомобиля лежат в пределах 0,8 – 1,2 Гц, а грузовых автомобилях или автобусах в пределах 1,2 – 1,9 Гц [1]. Если частоты подвески лежат в выше указанных пределах, то человеческий организм благоприятно переносит колебания относительно земли в полностью груженном и снаряженном весовых состояниях.

При проектировании подвесок выбор упругих элементов и их характеристик должен удовлетворять перечисленным требованиям. Проектируемый стенд позволяет упростить задачу снятия упругой характеристики подвески.

1.2.1 Требования, предъявляемые к стендам для испытания подвески

Методы оценки автомобилей их узлов, деталей при конструировании и разработке являются испытания. Испытания подвесок проводятся как в сборе, так и их составных частей. Лучшие результаты достигаются при испытаниях на полигонах в условиях приближенных к реальным, эксплуатационным. Недостаток таких испытаний состоит в том, что эти испытания отнимают много времени, материальных, трудовых ресурсов, а так же зависят от погодных условий и отсутствием стабильности (повторяемости) входных воздействий дороги заключающихся в невозможности повторных аналогичных замерах, что не обеспечивает инженеров – конструкторов полной потребностью необходимых расчётов. Для насыщения необходимой информацией инженеров – конструкторов проводят лабораторные испытания на стендах [2].

В данной работе внимание обращается на стенд для снятия упругой

характеристики подвески автомобиля. Стенд был модернизирован специально для замеров жесткости пружинной подвески студентами в ходе проведения лабораторных работ. Требования, предъявляемые к стенду:

- 1) Рама должна быть изготовлена из жесткого и прочного материала.
- 2) При нагружении рама не должна скручиваться для обеспечения точных показаний при снятии параметров.
- 3) Упругие элементы должны быть установлены в соответствии с инструкцией во избежание травмирования при проведении замеров.
- 4) Стенд должен иметь возможность нагружения упругих элементов до 10 кН.
- 5) Подвеска автомобиля должна быть жестко закреплена на каркасе стенда и не иметь ощутимых люфтов.

1.3 Классификация стендов

Прошло уже очень много лет, когда был создан первый автомобиль, технологии изготовления которого очень сильно модернизировались. В наше время автомобиль стал достаточно сложным по конструкции и не каждый человек сможет провести диагностику тому или иному элементу конструкции. Для этого создаются различные стенды, диагностическое, и испытательное оборудование.

Стенды можно квалифицировать следующим образом:

- Для бензиновых и дизельных двигателей. Для испытания топливной аппаратуры. Измерение мощностного баланса ДВС. Ресурсные испытания. Обкаточные. Универсальные, для применения более новых агрегатов или систем устанавливаемых на двигателе.
- Для испытания сцеплений. Испытание ведомого диска. Испытания нажимного диска. Фрикционных накладок. Испытания на долговечность. Разомкнутыми и замкнутыми потоками мощности.
- Для испытания коробок передач. Ресурсные испытания.
- Для испытания приводных валов.
- Для испытания элементов подвески (пружин, амортизаторов, балок, сайлент - блоков, рулевых наконечников, шаровых опор, рычагов и. т. д.).

1.4 Обзор и тенденции развития

1.4.1 Стенд для испытания упругого элемента

Изобретение относится к испытательной технике и может быть использовано, в частности, при испытании торсионов. Стенд для испытания упругого элемента содержит раму, рисунок 2. На раме смонтированы активный захват, связанный с силовым приводом, пассивный захват, индикатор угла закручивания упругого элемента, механизм выбора люфтов. Активный и пассивный захваты снабжены подшипниковыми опорами. Подшипниковые опоры пассивного захвата установлены с возможностью поворота относительно своей продольной оси. Индикатор угла закручивания выполнен в виде двух датчиков углового положения, установленных неподвижно относительно рамы и соединенных с активным и пассивным захватами. Механизм выбора люфтов выполнен в виде коромысла, соединенного с пассивным захватом. На раме расположены упругие толкатели и жесткие упоры, взаимодействующие с коромыслом. Техническим результатом изобретения является возможность осуществления испытания торсионов на различные углы закручивания и повышение точности измерений [3].

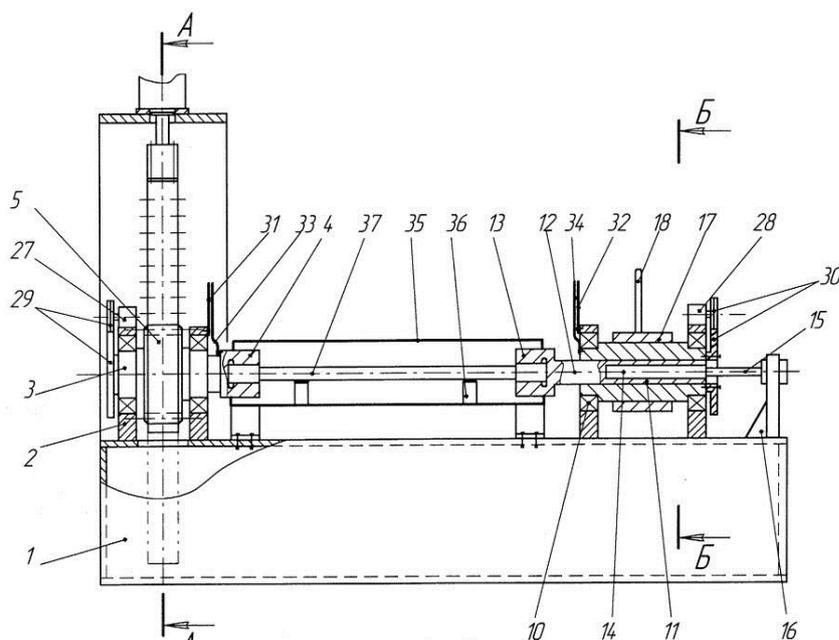


Рисунок 2 – Стенд для испытания торсионов

1.4.2 Стенд для испытания винтовых пружин сжатие

Стенд для испытания винтовых пружин сжатия, рисунок 3. Содержащий

станину, разнесенные противостоящие друг другу подвижные опоры для установления между ними испытываемой пружины, одна из которых (опора) соединена с приводом нагружения пружины, а другая выполнена качающейся, отличающийся тем, что станина снабжена рычагом, расположенным в зоне качающейся опоры, соединенным шарнирно со станиной через кронштейн, причем одно плечо рычага соединено с качающейся опорой с возможностью движения с ней в плоскости геометрической оси испытываемой пружины, а другое плечо снабжено противовесом, установленным с возможностью движения и фиксации относительно него (плеча) [4].

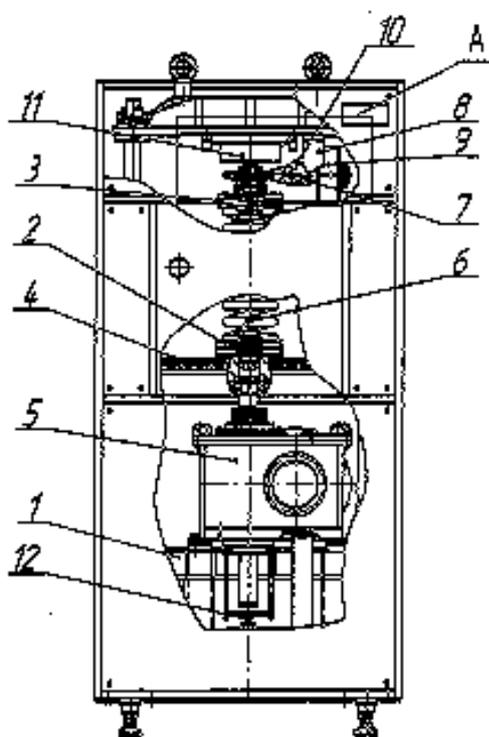


Рисунок 3 – Схема стенда для испытания винтовых пружин сжатия

1.4.3 Стенд для испытания амортизаторов

Назначение стенда рисунок 4: испытания гидравлических амортизаторов легковых автомобилей.

Стенд обеспечивает:

- испытания амортизаторов и телескопических стоек легковых автомобилей (2101, 2121, 2108, 2110, 2123, 3102) в автоматическом режиме с использованием пневматических зажимов;
- вывод на экран монитора протокола испытаний с отображением рабочей диаграммы (скоростной характеристики), усилий сопротивления отбоя и сжатия, соответствующих дроссельной и максимальной скоростям перемещения поршня амортизатора, сведений о работе привода, ФИО оператора, даты и времени, типа амортизатора;
- клеймение амортизатора при соответствии его ТУ завода-изготовителя на испытание;
- возможность плавного регулирования частоты вращения привода;
- возможность изменения хода ползуна;
- выдачу заключения о соответствии амортизатора требованиям ТУ завода-изготовителя;
- выдачу заключения о неисправностях в работе амортизатора;
- ведение статистического анализа испытания амортизаторов;
- печать протоколов испытаний.

Особенности:

Стенд надежен и прост в обслуживании.

Стенд защищен и защищается патентами Российской Федерации [5].

Технические характеристики стенда

Контролируемое усилие, кг	0-200
Погрешность стенда, не более, %	2

Ход ползуна, мм	70
Частота привода. об/мин	10-105
Скорость испытания, м/с	0,04-0,39
Потребляемая мощность, не более, кВт	2,0



Рисунок 4 – Стенд для испытания амортизаторов

1.4.4 Стенд для испытания элементов подвески автотранспортных средств

Стенд для испытания элементов подвески автотранспортных средств, изображенный на рисунок 5, содержит станину 1 со стойками 9, раму

автотранспортного средства 2, с установленными на ней рессорами 3, балку моста 10 с амортизаторами 11, также на станине 1 справа и слева имеется привод, состоящий из 2-ступенчатого цилиндрического редуктора 7, электродвигателя 8, кривошипно-шатунного механизма (КШМ) 5 с силовым гидроцилиндром 4, который через шарнир 15 связан со ступицей балки моста 10, КШМ размещается в опоре 6 со сферическими подшипниками. Привод правой и левой стороны одинаковый. На станине 1, спереди, имеется частотный преобразователь 13, пульт управления гидравлической системой 14 и пульт управления электродвигателями 12 правой и левой сторон соответственно.

Работает стенд для испытания элементов подвески автотранспортных средств следующим образом. С пульта управления электродвигателем каждой из сторон через частотный преобразователь запускаются электродвигатели правой и/или левой стороны как совместно, так и по отдельности, передающие вращающий момент на 2-ступенчатые цилиндрические редукторы, которые приводят в движение КШМ, шатун, выполненный в виде силового гидроцилиндра, шток которого закреплен за ступицу балки моста автотранспортного средства посредством шарнирного соединения, передает воздействие заданной нагрузки на элементы подвески. Рама автотранспортного средства остается неподвижной, т.к. она жестко закреплена за станину стенда через стойки. Величина статического нагружения элементов подвески регулируется изменением длины шатуна (КШМ), выполненного в виде силового гидроцилиндра с помощью пульта управления гидравлической системой. Частота создаваемого динамического нагружения изменяется с помощью регулятора частоты вращения через пульт управления электродвигателем правой и левой сторон. Пульт управления гидравлической системой силового цилиндра привода включает в себя: электродвигатель, гидронасос, распределитель давления секционного типа, шланги высокого давления, шланги низкого давления, силовой цилиндр правой и левой сторон привода.

Работа стенда обеспечивает имитацию эксплуатационных условий работы элементов подвески автотранспортных средств. В частности, воспроизведение динамических нагрузок, создаваемых КШМ, аналогично воспроизведению нагрузок, создаваемых неровностями дорожного покрытия при движении автотранспортного средства, а изменение длины шатуна имитирует статическую нагрузку на элементы подвески автотранспортного средства. Стенд позволяет:

- создать возвратно-поступательное движение балки моста автотранспортного средства, обеспечивая тем самым движение и нагрузки на элементы подвески адекватно реальным условиям нагружения;
- увеличить диапазон величин и частоты приложения динамических нагрузок, отражающих реальные условия работы узлов и деталей системы поддрессоривания автотранспортного средства с помощью плавного изменения частоты вращения КШМ и длины штока силового гидроцилиндра, позволяющего статически нагружать элементы подвески автотранспортного средства в ходе испытаний без остановки стенда;
- производить испытания при симметричном, либо ассиметричном перемещении правой и/или левой сторон подвески автотранспортного средства;
- для сокращения сроков испытания производить одновременно испытания всех узлов и деталей подвески автотранспортного средства одновременно [6].

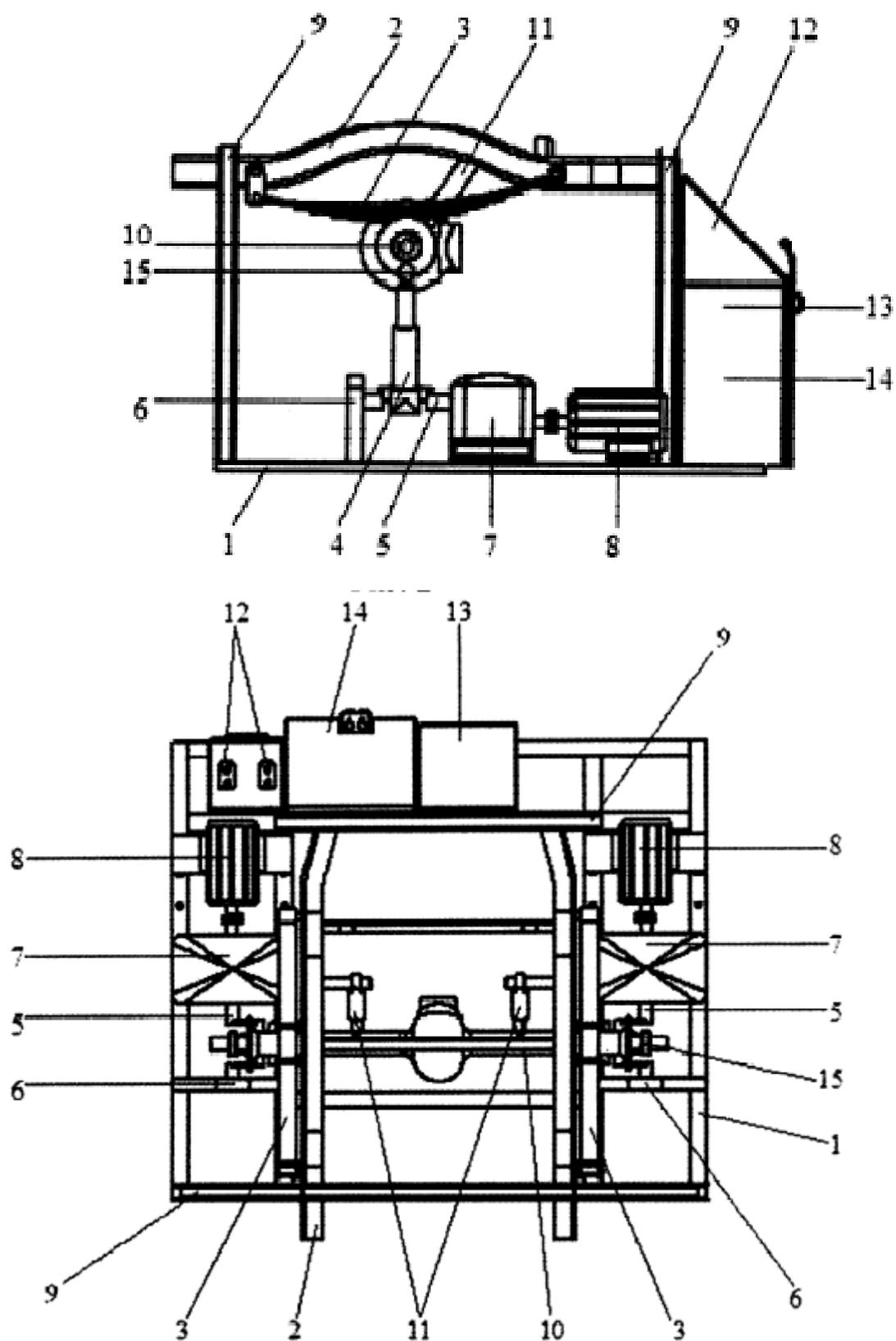


Рисунок 5 – Стенд для испытания элементов подвески автотранспортных средств

1.4.5 Стенд для испытаний амортизаторов подвески автомобилей

Схема стенда для испытаний амортизаторов автомобилей показана на рисунке 6. Стенд для испытаний амортизаторов автомобилей представляет собой следующее: на раме (4) установлены: электродвигатель (1), передающий крутящий момент на промежуточный вал (2), на котором закреплен маховик (3). Крутящий момент с помощью кривошипно-шатунного механизма (5) (КШМ) преобразуется в возвратно-поступательное движение ползуна-А,двигающегося по направляющей ползуна-В. Шток испытуемого амортизатора (7) крепится к датчику силы тензометрического типа (6) через специальный переходник. Эксцентрик КШМ позволяет изменять величину эксцентриситета для обеспечения задания различных ходов амортизатора. На ползуне-А устройства для возвратно-поступательного движения (5) расположено крепежное устройство амортизатора-С, обеспечивающее заданную фиксацию корпуса амортизатора (7). Шток амортизатора (7) крепится через переходник и датчик силы тензометрического типа (6) к раме (4) стенда.

Ползун устройства для возвратно-поступательного движения (5), совершая возвратно-поступательные движения, перемещает корпус амортизатора (7) вверх-вниз. Возникающая при этом сила сопротивления движению поршня амортизатора через шток передается на датчик тензометрического типа (6), регистрирующий возникающее усилие. Информация с датчика поступает через измерительный многоканальный усилитель (SPIDER-8) (9) к системному блоку ПК (10), а от системного блока ПК (10) данные выводятся на монитор ПК (11). Частота вращения электродвигателя (1) регулируется на пульте управления (8). Все движущиеся детали механизма возвратно-поступательного движения ползуна закрыты специальным защитным сетчатым кожухом.

ОСТ 37.001.084-84 предписывает запись рабочих диаграмм рисунке 7 на ходах поршня и частотах, обеспечивающих максимальные скорости поршня в пределах 0,08–1,0 м/с. Сначала выставляется частота 1 Гц при помощи частотного регулятора электродвигателя. В программе Catman начинает

считываться информация с датчика силы, информация представляется в виде диаграммы (рис. 1.4.6.) и записывается в файл Microsoft Excel в виде таблицы данных. Один ряд чисел – это время в секундах, другой ряд отражает изменение сопротивления датчика при проведении испытаний. Если умножить последний ряд на тарировочный коэффициент, получим усилие сопротивления амортизатора в Ньютонах.

Разработанная методика построения характеристик амортизаторов подвески автомобилей при их испытаниях на стенде дает возможность выбирать их оптимальные параметры при расчетах плавности хода и устойчивости движения автомобилей [7].

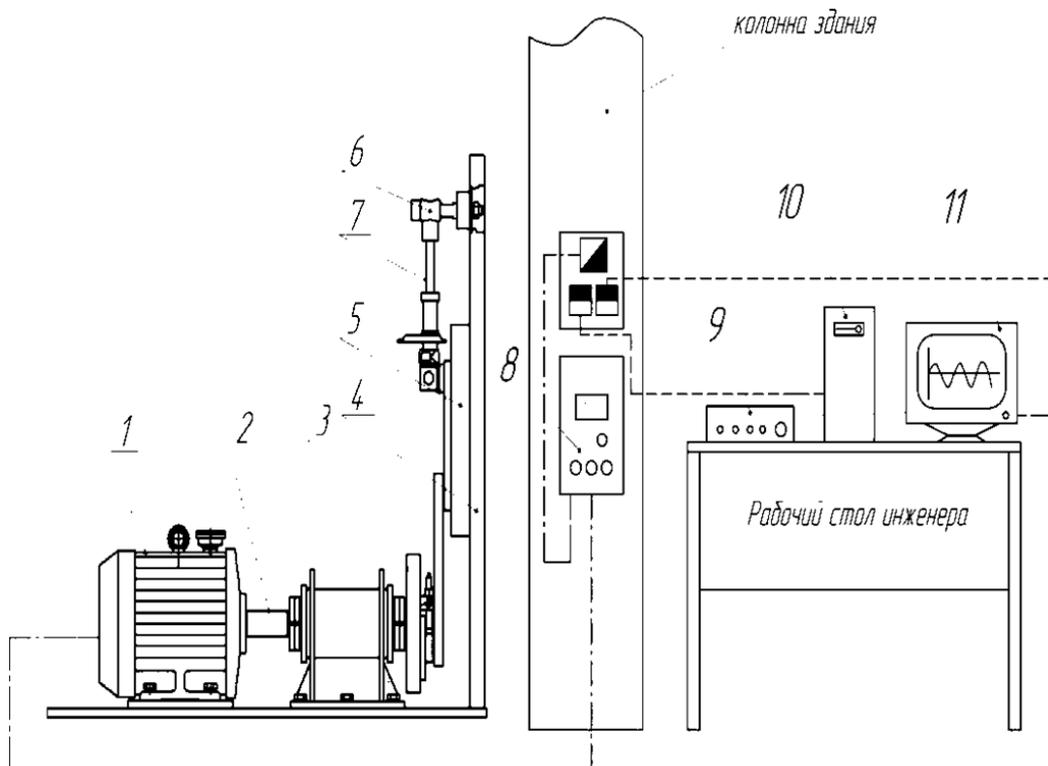


Рисунок 6 – Стенд для испытаний амортизаторов подвески автомобилей

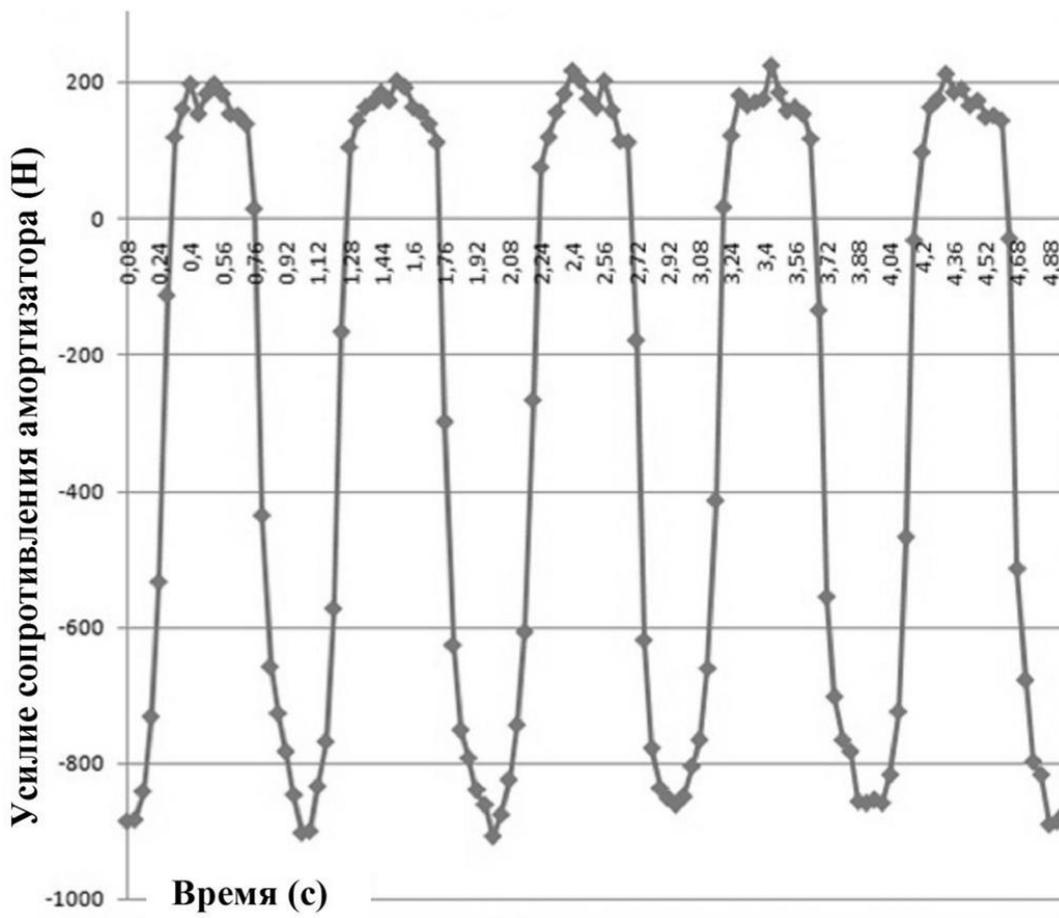


Рисунок 7 – Диаграмма работы амортизатора.

1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции стенда

Целью данной работы являлось модернизация стенда для снятия упругой характеристики пружинной подвески легкового автомобиля. Этот стенд должен быть прост в изготовлении, занимать мало места, иметь минимум подключаемого к нему оборудования для того, чтобы снизить трудоёмкость при выполнении исследований. Для использования стенда в учебном процессе необходимо иметь возможность наглядно показать снятие параметров.

Конструкция стенда была создана с нуля, выбора для применения другой конструкции не было. Металлопрокат, применённый для изготовления рамы, обеспечил высокую прочность. Габаритные размеры стенда достаточно малы. Гидравлический домкрат, который служит для нагружения упругого элемента, имеет простую конструкцию и грузоподъемность 2 тонны, что позволяет избежать излишних усилий на ручке, а вмонтированный в его рабочую полость манометр позволяет фиксировать силу сжатия. Линейка, закреплённая на стенде, позволяет замерять деформацию подвески. Данная конструкция стенда отвечает всем назначениям и требованиям, предъявляемым к подобным стендам.

2 Защита интеллектуальной собственности

Не предусмотрено

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля

3.1.1 Исходные данные

Исходные данные для проведения тягово-динамического расчета переднеприводного легкового автомобиля ВАЗ-2170 «Приора» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

Параметр	Значение
Колесная формула	4x2
Количество мест n	5
Снаряжённая масса m_0 , кг	1088
Максимальная скорость V_{max} , км/ч (м/с)	180 (50)
Максимальная частота вращения коленчатого вала n_e^{max} об/мин. ω_e^{max} , рад./с	6000 628
Минимальная частота вращения коленчатого вала n_e^{min} об/мин. ω_e^{min} , рад./с	800 84
Номинальная частота вращения коленчатого вала n_{eN} об/мин. ω_{eN} , рад./с	5600 586
Тип и размерность колеса	185/65R14
Коэффициент аэродинамического сопротивления C_x	0,32
Величина максимально преодолеваемого уклона i	0,3
КПД трансмиссии $\eta_{тр}$	0,92
Ширина автомобиля B , м	1,68
Высота автомобиля H , м	1,42
Коэффициент сопротивления качению f_0	0,012
Коробка передач — пятиступенчатая	
Главная передача — U_0	3,7
Первая передача — U_1	3,64
Вторая передача — U_2	1,95
Третья передача — U_3	1,36
Четвёртая передача — U_4	0,94
Пятая передача — U_5	0,78

3.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчёта

Масса автомобиля полная

$$m_a = m_0 + m_q \cdot n + m_b \cdot n, \quad (3.1)$$

где m_0 – масса автомобиля снаряжённая, кг;

$m_q = 75$ кг – вес человека;

n – количество пассажиров;

m_b – масса багажа = 10 кг на 1 чел.

$$m_a = 1088 + 75 \cdot 5 + 10 \cdot 5 = 1513 \text{ кг.}$$

Полный вес автомобиля

$$G_a = m_a \cdot g, \quad (3.2)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с².

$$G_a = 1513 \cdot 9,81 = 14842,53 \text{ Н.}$$

Так как автомобиль имеет переднеприводную компоновку, принимаем распределение веса по осям в соотношении: 55% на передние колеса и 45% – на задние.

Вес, приходящийся на ведущие (передние) колеса:

$$G_1 = 0,55 \cdot G_a = 0,55 \cdot 14842,53 = 8163,39 \text{ Н.}$$

Обтекаемость автомобиля.

$$k = \frac{C_x \cdot \rho}{2}, \text{ где } k \text{ – коэффициент.}$$

$\rho = 1,293$ – плотность воздуха в нормальных условиях, кг/м³.

$$k = \frac{0,32 \cdot 1,293}{2} = 0,207.$$

Лобовая площадь автомобиля

$$F = 0,8B \cdot H = 0,8 \cdot 1,68 \cdot 1,42 = 1,91 \text{ м}^2, \quad (3.3)$$

где B – габаритная ширина автомобиля, м;

H – габаритная высота автомобиля, м.

Согласно выбранной шине 185/65R14, радиус качения данной шины

$$\text{рассчитывается по формуле: } r_k = 0,5d + \lambda_z \cdot H, \quad (3.4)$$

где d – внутренний диаметр шины;

$\lambda_z = 0,8$ – коэффициент деформации шины;

H – высота профиля шины, м.

$$r_k = 0,5 \cdot 14 \cdot 0,0254 + 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,185 = 0,274 \text{ м.}$$

3.1.3 Расчёт внешней скоростной характеристики (ВСХ) двигателя

Выбираем для заданного автомобиля бензиновый рядный четырехцилиндровый шестнадцатиклапанный двигатель. Мощность двигателя при установившемся режиме движения автомобиля на максимально заданной скорости N_v , кВт

$$N_{v_{\max}} = \frac{1}{\eta_{mp}} \left(G_a \cdot \psi_v \cdot V_{\max} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot F \cdot V_{\max}^3 \right), \quad (3.5)$$

где G_a – полный вес автомобиля

η_{mp} – КПД трансмиссии, равный 0,92

ρ – плотность воздуха, равный 1,293

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{V^2}{2000} \right) = 0,012 \cdot \left(1 + \frac{50^2}{2000} \right) = 0,027 \text{ – коэффициент сопротивления качению на максимальной скорости}$$

$$N_{v_{\max}} = 75467 \text{ Вт}$$

Максимальная мощность двигателя N_{\max} , кВт:

$$N_{\max} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \lambda^2 - c \lambda^3}, \quad (3.6)$$

где a, b, c - коэффициенты постоянные для данного двигателя.

Для бензинового четырехтактного двигателя $a, b, c = 1$,

так как в задании максимальная мощность достигается при максимальных оборотах то λ равна.

$$\lambda = \frac{\omega_{\max}}{\omega_N} = \frac{628}{586} = 1,071$$

$$N_{max} = \frac{75467}{1 \cdot 1,071 + 1 \cdot 1,071^2 - 1 \cdot 1,071^3} = 76263 \text{ Вт.}$$

Рабочий интервал частот вращения вала двигателя разбивают таким образом чтобы получилось 10-14 точек.

Текущее значение мощности

$$N_e = N_{max} \cdot \left(a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right), \text{ Вт.} \quad (3.7)$$

Текущее значение крутящего момента

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e}, \text{ Н}\cdot\text{м.} \quad (3.8)$$

где ω_e – текущее значение угловой скорости вала двигателя

$$\omega_e = \frac{\pi \cdot n_e}{30}, \text{ рад/с.} \quad (3.9)$$

Результаты вычислений сводятся в таблицу 2. График внешней скоростной характеристики рисунок А.1 (см. Приложение А).

Таблица 2 – Расчёт внешней скоростной характеристики (ВСХ) двигателя

n_e обр/мин	ω_e рад/с	N_e кВт	M_e Н·м
800	84	12,2	146,0
1200	126	19,1	152,0
1600	168	26,2	156,7
2000	209	33,5	160,0
2400	251	40,7	162,0
2800	293	47,7	162,6
3200	335	54,3	162,0
3600	377	60,3	160,0
4000	419	65,6	156,7
4400	461	70,0	152,0
4800	503	73,4	146,0
5200	545	75,5	138,7
5600	586	76,3	130,1
6000	628	75,5	146,0

3.1.4 Определение передаточного числа главной передачи

Передаточное число Г.П U_0 находится, из заданного значения

максимальной скорости автомобиля V_{max} :

$$U_0 = \frac{r_k \cdot \omega_{max}}{U_k \cdot V_{max}}, \quad (3.10)$$

$U_k=1,000$ – число высшей передачи в КП, на которой развивается максимальная скорость.

$$U_0 = \frac{0,274 \cdot 586}{1,000 \cdot 50} = 3,21.$$

3.1.5 Определение передаточных чисел коробки передач

Установим передаточное число 1 передачи U_1 , исходя из условий: преодоления дорожного сопротивления (движение автомобиля на подъеме)

$$U_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{max} \cdot r_k}{M_e^{max} \cdot \eta_{mp} \cdot U_0}, \quad (3.11)$$

где ψ_{max} – максимальный коэффициент дорожного сопротивления.

$$\psi_{max} = f_0 + i = 0,012 + 0,3 = 0,312,$$

где i – величина максимально преодолеваемого подъема из исходных данных.

$$U_1 \geq \frac{14842,53 \cdot 0,312 \cdot 0,274}{162,7 \cdot 0,92 \cdot 3,21} = 2,640;$$

недопущения пробуксовки ведущих колес автомобиля

$$U_1 \leq \frac{G_{cy} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_e^{max} \cdot \eta_{mp} \cdot U_0}, \quad (3.12)$$

где $G_{cy} = G_1 = 8163,39$ Н - сцепной вес, равный части веса автомобиля, приходящейся на ведущие (передние) колеса;

$\varphi = 0,8$ - коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой.

$$U_1 \leq \frac{8163,39 \cdot 0,8 \cdot 0,274}{162,7 \cdot 0,92 \cdot 3,21} = 3,724.$$

Принимаем $U_1 = 3,6$ и определяем передаточные числа остальных передач в соответствии с методикой указанной в [8] для пятиступенчатой коробки передач:

$$U_2 = \sqrt[4]{(U_1)^3} = \sqrt[4]{(3)^3} = 2,614 \quad (3.13)$$

$$U_3 = \sqrt[4]{(U_1)^2} = \sqrt[4]{(3)^2} = 1,897 \quad (3.14)$$

$$U_4 = \sqrt[4]{(U_1)^1} = \sqrt[4]{(3)^1} = 1,377 \quad (3.15)$$

$$U_5 = 1,000 .$$

Мы получили расчётные данные передаточных чисел коробки передач, однако для дальнейших расчётов и большей схожести с прототипом примем действующие передаточные числа $U_0 = 3,70$; $U_1 = 3,64$; $U_2 = 1,95$; $U_3 = 1,36$; $U_4 = 0,94$; $U_5 = 0,78$;

В соответствии с принятыми передаточными числами произведем расчет скорости автомобиля на разных передачах по формуле:

$$V_i = \frac{r_k \cdot \omega_e}{U_{ki} \cdot U_0} , \quad (3.16)$$

Результаты сведем в таблицу 3

Таблица 3 – Скорость автомобиля на разных передачах

n _e , об/мин	ω _e , рад/с	Скорость автомобиля на выбранной передаче, м/с				
		V _{a1}	V _{a2}	V _{a3}	V _{a4}	V _{a5}
800	84	1,7	3,2	4,6	6,6	7,9
1200	126	2,6	4,8	6,8	9,9	11,9
1600	168	3,4	6,4	9,1	13,2	15,9
2000	209	4,3	7,9	11,4	16,5	19,9
2400	251	5,1	9,5	13,7	19,8	23,8
2800	293	6,0	11,1	16,0	23,1	27,8
3200	335	6,8	12,7	18,2	26,4	31,8
3600	377	7,7	14,3	20,5	29,7	35,8
4000	419	8,5	15,9	22,8	33,0	39,7
4400	461	9,4	17,5	25,1	36,3	43,7
4800	503	10,2	19,1	27,4	39,6	47,7
5200	545	11,1	20,7	29,6	42,9	51,7
5600	586	11,9	22,3	31,9	46,2	55,6
6000	628	12,8	23,8	34,2	49,5	59,6

3.1.6 Силовой баланс автомобиля

Уравнение силового баланса:

$$P_m = P_\delta + P_\epsilon + P_u, \quad (3.17)$$

где P_m – сила тяги ведущих колёс, Н;

P_δ – сила дорожного сопротивления, Н;

P_ϵ – сила сопротивления воздуха, Н;

P_u – сила сопротивления разгону автомобиля, Н (не учитываем).

Силу тяги на разных передачах рассчитывают по формуле:

$$P_T = \frac{U_\kappa \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{TP}}{r_\kappa}. \quad (3.18)$$

Сила аэродинамического сопротивления воздуха:

$$P_\epsilon = \frac{k \cdot F \cdot V_a^2}{2}. \quad (3.19)$$

Сила дорожного сопротивления автомобиля (без учета сопротивления подъему):

$$P_\delta = G_a \cdot f. \quad (3.20)$$

Используем данные расчёта внешней скоростной характеристики и значения ω_e , рассчитывая скорость автомобиля на разных передачах.

Суммарная сила сопротивления движению автомобиля рассчитывается:

$$P_\Sigma = P_\epsilon + P_\delta. \quad (3.21)$$

Результаты расчётов занесём в таблицу 4, графики тягового баланса рисунок А.2 (см. Приложение А).

Таблица 4 – Силовой баланс автомобиля

nе, об/ми н	ω_e , рад/с	Тяговая сила на ведущих колесах, Н					Силы сопротивления, Н		
		I	II	III	IV	V	P_ϵ	P_δ	P_Σ
800	84	6604,3	3538,0	2467,5	1705,5	1415,2	25,0	183,7	208,7
1200	126	6874,4	3682,7	2568,5	1775,3	1473,1	56,2	190,8	247,0
1600	168	7084,6	3795,3	2647,0	1829,5	1518,1	99,9	200,6	300,5
2000	209	7234,7	3875,7	2703,1	1868,3	1550,3	156,1	213,3	369,4
2400	251	7324,7	3924,0	2736,7	1891,6	1569,6	224,7	228,8	453,5
2800	293	7354,7	3940,0	2747,9	1899,3	1576,0	305,9	247,1	553,0
3200	335	7324,7	3924,0	2736,7	1891,6	1569,6	399,6	268,2	667,7
3600	377	7234,7	3875,7	2703,1	1868,3	1550,3	505,7	292,1	797,8

4000	419	7084,6	3795,3	2647,0	1829,5	1518,1	624,3	318,8	943,1
4400	461	6874,4	3682,7	2568,5	1775,3	1473,1	755,4	348,4	1103,8
4800	503	6604,3	3538,0	2467,5	1705,5	1415,2	899,0	380,7	1279,7
5200	545	6274,1	3361,1	2344,2	1620,2	1344,4	1055,1	415,9	1471,0
5600	586	5883,8	3152,0	2198,3	1519,4	1260,8	1223,6	453,9	1677,5
6000	628	5433,5	2910,8	2030,1	1403,2	1164,3	1404,7	494,7	1899,4

3.1.7 Динамическая характеристика автомобиля

$$D = \frac{P_T - P_e}{G_a} \quad (3.22)$$

Определим силу аэродинамического сопротивления воздуха P_{ei} на каждой передаче и занесём в таблицу 5:

Таблица 5 – Сила аэродинамического сопротивления воздуха P_{ei}

n _e , об/мин	ω_e , рад/с	P_{vi} , Н				
		P_{B1}	P_{B2}	P_{B3}	P_{B4}	P_{B5}
800	84	1,147	3,996	8,214	17,195	24,972
1200	126	2,580	8,990	18,482	38,688	56,187
1600	168	4,587	15,982	32,857	68,778	99,889
2000	209	7,167	24,972	51,339	107,466	156,076
2400	251	10,320	35,960	73,928	154,751	224,750
2800	293	14,047	48,946	100,625	210,633	305,910
3200	335	18,347	63,929	131,428	275,113	399,555
3600	377	23,220	80,910	166,339	348,189	505,687
4000	419	28,667	99,889	205,357	429,864	624,305
4400	461	34,687	120,866	248,481	520,135	755,410
4800	503	41,281	143,840	295,713	619,004	899,000
5200	545	48,447	168,812	347,053	726,469	1055,076
5600	586	56,187	195,782	402,499	842,533	1223,639
6000	628	64,501	224,750	462,052	967,193	1404,687

На основании формулы (2.22) рассчитаем силовой баланс и построим график зависимости динамического фактора от скорости на всех передачах при полной массе автомобиля. Данные заносим в таблицу 6 и представляем графически рисунок А.3 (см. Приложение А).

Для того чтобы учесть влияние буксования ведущих колёс, вычислим D по сцеплению:

$$D_{cu} \approx \frac{G_{cu} \cdot \varphi}{G_a} = \frac{8163,39 \cdot 0,8}{14842,53} = 0,440.$$

Таблица 6 - Зависимости динамического фактора от скорости на всех передачах

не, об/мин	ω_e , рад/с	Динамический фактор D					f_5
		I	II	III	IV	V	
800	84	0,445	0,238	0,166	0,114	0,094	0,012
1200	126	0,463	0,248	0,172	0,117	0,095	0,013
1600	168	0,477	0,255	0,176	0,119	0,096	0,014
2000	209	0,487	0,259	0,179	0,119	0,094	0,014
2400	251	0,493	0,262	0,179	0,117	0,091	0,015
2800	293	0,495	0,262	0,178	0,114	0,086	0,017
3200	335	0,492	0,260	0,176	0,109	0,079	0,018
3600	377	0,486	0,256	0,171	0,102	0,070	0,020
4000	419	0,475	0,249	0,165	0,094	0,060	0,021
4400	461	0,461	0,240	0,156	0,085	0,048	0,023
4800	503	0,442	0,229	0,146	0,073	0,035	0,026
5200	545	0,419	0,215	0,135	0,060	0,019	0,028
5600	586	0,393	0,199	0,121	0,046	0,003	0,031
6000	628	0,362	0,181	0,106	0,029	-0,016	0,033

3.1.8 Разгон автомобиля

Ускорение при разгоне определяется для движения по горизонтальной дороге с хорошим, твёрдым покрытием при максимальной мощности двигателя и без буксования ведущих колёс. Ускорение находим из выражения

$$j = \frac{(D - f) \cdot g}{\delta_{ep}}. \quad (3.23)$$

где $\delta_{ep} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_\kappa^2)$ - коэффициент учета вращающихся масс двигателя, который определяем для каждой передачи в отдельности по формулам:

$$\delta_1 = \delta_2 = 0,04$$

$$\delta_{ep1} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_1^2) = 1 + (0,04 + 0,04 \cdot 3,640^2) = 1,570$$

$$\delta_{ep2} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_2^2) = 1 + (0,04 + 0,04 \cdot 1,95^2) = 1,192$$

$$\delta_{ep3} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_3^2) = 1 + (0,04 + 0,04 \cdot 1,36^2) = 1,114$$

$$\delta_{ep4} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_4^2) = 1 + (0,04 + 0,04 \cdot 0,94^2) = 1,075$$

$$\delta_{ep5} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_5^2) = 1 + (0,04 + 0,04 \cdot 0,78^2) = 1,064.$$

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

f – коэффициент сопротивления качению, равный скорости автомобиля на разных передачах, результаты сведем в таблицу 7

Таблица 7 – Коэффициент сопротивления качению на разных передачах

не, об/мин	ω_e , рад/с	f				
		f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅
84	84	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
126	126	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013
168	168	0,012	0,012	0,013	0,013	0,014
209	209	0,012	0,012	0,013	0,014	0,014
251	251	0,012	0,013	0,013	0,014	0,015
293	293	0,012	0,013	0,014	0,015	0,017
335	335	0,012	0,013	0,014	0,016	0,018
377	377	0,012	0,013	0,015	0,017	0,020
419	419	0,012	0,014	0,015	0,019	0,021
461	461	0,013	0,014	0,016	0,020	0,023
503	503	0,013	0,014	0,017	0,021	0,026
545	545	0,013	0,015	0,017	0,023	0,028
586	586	0,013	0,015	0,018	0,025	0,031
628	628	0,013	0,015	0,019	0,027	0,033

Определяем ускорение разгона, вносим результаты в таблицу 8 и строим график зависимости $j = f(V)$ рисунок А.4 (см. Приложение А).

Таблица 8 – Ускорение разгона автомобиля

не, об/мин	ω_e , рад/с	Ускорение j , м/с ²				
		I	II	III	IV	V
84	84	2,705	1,860	1,352	0,926	0,749
126	126	2,818	1,937	1,405	0,953	0,761
168	168	2,905	1,995	1,441	0,963	0,756
209	209	2,967	2,033	1,461	0,958	0,733
251	251	3,003	2,052	1,464	0,937	0,693
293	293	3,014	2,052	1,452	0,899	0,635
335	335	2,999	2,033	1,422	0,846	0,560
377	377	2,959	1,995	1,377	0,777	0,467
419	419	2,893	1,938	1,316	0,691	0,357
4400	461	2,801	1,861	1,238	0,590	0,229

4800	503	2,684	1,765	1,143	0,473	0,084
5200	545	2,541	1,650	1,033	0,339	-0,079
5600	586	2,373	1,516	0,906	0,190	-0,259
6000	628	2,179	1,362	0,763	0,025	-0,456

Затем определяем значения обратных ускорений ($1/j$), заносим их в таблицу 9 и строим график зависимости $1/j = f(V)$ рисунок А.5 (см. Приложение А).

При максимальных скоростях ускорение стремится к 0, то для расчётов достаточно $V = 0,8 - 0,9$ от V_{\max} .

Таблица 9 – Значения обратных ускорений

nе, об/мин	ω_e , рад/с	Величина, обратная ускорению $1/j$, с ² /м				
		I	II	III	IV	V
800	84	0,370	0,538	0,739	1,080	1,335
1200	126	0,355	0,516	0,712	1,050	1,313
1600	168	0,344	0,501	0,694	1,038	1,323
2000	209	0,337	0,492	0,685	1,044	1,364
2400	251	0,333	0,487	0,683	1,068	1,443
2800	293	0,332	0,487	0,689	1,112	1,574
3200	335	0,333	0,492	0,703	1,182	1,786
3600	377	0,338	0,501	0,726	1,288	2,140
4000	419	0,346	0,516	0,760	1,447	2,801
4400	461	0,357	0,537	0,808	1,695	4,360
4800	503	0,373	0,567	0,875	2,116	11,886
5200	545	0,393	0,606	0,968	2,948	-12,726
5600	586	0,421	0,660	1,104	5,267	-3,864
6000	628	0,459	0,734	1,311	40,804	-2,191

3.1.9 Время и путь разгона

Для определения времени разгона автомобиля, до какой либо скорости, необходимо разбить график обратных ускорений на отрезки и определить время разгона графоаналитическим методом то есть, заменяя интегрирование суммой конечных величин:

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (3.24)$$

Считаем, что автомобиль движется с ускорением ($j = \text{const}$) и которому

соответствует значение ($1/j = \text{const}$). Это можно определить по формуле:

$$\left(\frac{1}{j_{CP}}\right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}. \quad (3.25)$$

где k - номер интервала.

Заменим площадь под кривой $(1/j)$ в промежутке ΔV_k на площадь прямоугольника со сторонами ΔV_k и $(1/j_{CP})_k$ и перейдём к приближённому интегрированию:

$$\Delta t = \left(\frac{1}{j_{CP}}\right)_k \cdot (V_k - V_{k-1}), \quad (3.26)$$

$$t_1 = \Delta t_1, \quad t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, \quad t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k.$$

где t_1 - разгон от V_0 до скорости V_1 ,

t_2 - разгон до скорости V_2 .

Полученные результаты внесём в таблицу 10 и построим график рисунок А.6 (см. Приложение А).

Таблица 10 – Времени разгона автомобиля

V_a , м/с	t , с
0	0
1,7	0,6
5,1	1,8
10,2	3,6
15,9	6,1
20,7	8,8
25,1	11,9
31,9	18,4
36,3	24,6
42,9	39,9
47,7	75,5

Таким же образом произведём интегрирование зависимости $t = f(V)$ для получения пути разгона от скорости автомобиля.

Здесь, напротив $t = f(V)$, разбивается на отрезки по времени, и находим соответствующие значения V_{CPk} .

Площадь прямоугольника в отрезке Δt_k и есть путь, который автомобиль проходит от t_{k-1} до t_k , при постоянной скорости V_{cpk} .

Площадь прямоугольника определим следующим образом :

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k . \quad (3.27)$$

где $k = 1 \dots m$ - номер интервала, m выбираем произвольно ($m = n$).

Путь разгона от скорости V_o до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$, до скорости V_2 : $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$, до скорости V_n : $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$.

Все результаты расчёта заносим в таблицу 11 и представляем в виде графика А.7 (см. Приложение А).

Таблица 11 – Путь разгона автомобиля

V_a , м/с	S , м
0	0
1,7	1
5,1	4
10,2	13,8
15,9	32,6
20,7	49,4
25,1	80
31,9	185,3
36,3	211,4
42,9	605,9
47,7	1612,7

3.1.10 Мощностной баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса:

$$N_m = N_e - N_{mp} = N_f + N_n + N_g + N_u . \quad (3.28)$$

где N_m – мощность, передающаяся на ведущие колёса, Вт;

$$N_m = N_e \cdot \eta_{TP} = N_e \cdot 0,92 . \quad (3.29)$$

N_{mp} – потеря мощности в трансмиссии, Вт;

$N_f = P_f \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление движения, Вт;

$N_n = P_n \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление подъёма ($N_n = 0$), Вт;

$N_e = P_e \cdot V$ – затраченная мощность для преодоление сопротивления воздуха, Вт;

$N_u = P_u \cdot V$ – затраченная мощность, на преодоление силы инерции автомобиля ($N_u = 0$), Вт.

Значения мощностного баланса, заносим в таблицу 12 и строим графики рисунок А.8 (см. Приложение А).

Вверх от кривой N_f откладываем показания мощности сопротивления воздуха N_e .

Таблица 12 – Мощностной баланс автомобиля

ω_e , рад/с	Мощность, подводимая к ведущим колесам N_m , Вт					Мощности сопротивления, Вт		
	I	II	III	IV	V	N_e	N_d	N_Σ
84	11,250	11,250	11,250	11,250	11,250	0,199	1,461	1,659
126	17,566	17,566	17,566	17,566	17,566	0,670	2,275	2,945
168	24,137	24,137	24,137	24,137	24,137	1,588	3,190	4,778
209	30,811	30,811	30,811	30,811	30,811	3,102	4,239	7,341
251	37,433	37,433	37,433	37,433	37,433	5,360	5,456	10,816
293	43,851	43,851	43,851	43,851	43,851	8,512	6,874	15,386
335	49,911	49,911	49,911	49,911	49,911	12,705	8,527	21,233
377	55,460	55,460	55,460	55,460	55,460	18,090	10,449	28,539
419	60,343	60,343	60,343	60,343	60,343	24,815	12,672	37,488
461	64,409	64,409	64,409	64,409	64,409	33,029	15,232	48,261
503	67,503	67,503	67,503	67,503	67,503	42,881	18,160	61,041
545	69,472	69,472	69,472	69,472	69,472	54,519	21,491	76,010
586	70,162	70,162	70,162	70,162	70,162	68,093	25,258	93,351
628	69,420	69,420	69,420	69,420	69,420	83,752	29,495	113,247

3.1.11 Расчёт топливно-экономической характеристики автомобиля

Для определения путевого расхода топлива используются найденные значения всех внутренних и внешних сил и g_{is} . Расход топлива определяется по

формуле:
$$Q_s = \frac{1,1 \cdot g_{emin} \cdot K_{II} \cdot K_E \cdot (N_f + N_g)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (3.30)$$

где $g_{emin} = 240$ г/(кВт·ч) – min удельный эффективный расход топлива,

$\rho_T = 0,72$ кг/л – плотность топлива,

$K_{II} = 1,152 \cdot II^2 - 1,728 \cdot II + 1,523$ – коэффициент, удельного эффективного расхода топлива в зависимости от степени использования мощности $II = \frac{N_f + N_B}{N_T}$,

$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227$ – коэффициент, расхода топлива в зависимости от ω_e ,

$$E = \frac{\omega_e}{\omega_{eN}}$$

Результаты расчётов сводим в таблицу 13 и строим график рисунок А.9 (см.

Приложение А).

Таблица 13 – Путевой расход топлива

V_a , м/с	Q_s , л/100 км
7,9	6,097
11,9	6,565
15,9	7,132
19,9	7,691
23,8	8,157
27,8	8,490
31,8	8,723
35,8	8,998
39,7	9,607
43,7	10,994
47,7	13,620
51,7	17,365
55,6	19,455
59,6	7,860

4 Исследовательская часть

4.1 Общие положения

Основными предъявляемыми требованиями к автомобильным подвескам это их упругая характеристика. Понятие упругая характеристика подвески автомобиля многогранна. Так частота колебаний упрощенной одномассовой системы рисунок 8, состоит из одной массы и одного упругого элемента и рассчитывается формулой:

$$(4.1)$$

где ω – частота колебаний;

c – упругий элемент;

m – масса груза;

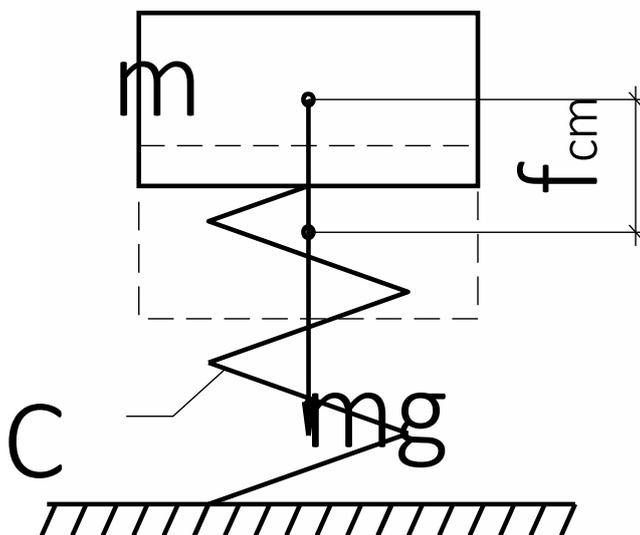


Рисунок 8 – Одномассовая система

В машиностроении колебания подвески автомобиля измеряют внесистемной единицей измерения, которая показывает количество колебаний

в минуту:

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g}{f_{ст}}} \quad (\text{кол./мин}), \quad (4.2)$$

где π – математическая константа равная 3,14

Если выразить жёсткость упругого элемента через вес груза и статический прогиб упругого элемента под действием веса груза, то получим:

$$c = \frac{m \cdot g}{f_{ст}}, \quad \text{тогда:} \quad n = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f_{ст}}},$$

где g – скорость свободного падения равная 9,81 м/с²;

$f_{ст}$ – статический прогиб упругого элемента.

Так как в машиностроении прогиб подвески принято измерять в сантиметрах то получаем, что $\sqrt{g} \approx 31,3$ см⁻²/с, из этого получим:

$$n \approx \frac{300}{\sqrt{f_{ст}}} \quad (\text{кол./мин}). \quad (4.3)$$

Полученная формула (4.3) не связана с величиной подрессоренной массы автомобиля и соответственно является универсальной формулой для определения плавности хода автомобиля.

Для более комфортного вождения, плавности хода должна быть низкой, то есть иметь больший статический прогиб рисунок 9. Это обеспечивается малым углом наклона линии **1**, представляющую собой величину реакции подвески в вертикальной плоскости, определяющей работу упругих элементов подвески.

Но излишний наклон линии **1** в сторону уменьшения ведёт к большим ходам подвески, что негативно сказывается на управляемости автомобиля вызванной большими кренами на повороте, клевками при торможении и приседаниями при разгоне. Таким образом, перед инженером– конструктором стоит выбор в изменении угла наклона линии **1**. Для создания мягкой подвески и увеличения жёсткости по краям диапазона линии **1**, применяют

дополнительные упругие элементы, буфера сжатия и отбоя. Они дополнительно корректируют диапазон изменения вертикальной реакции подвески. Из этого следует, что более комфортная характеристика подвески автомобиля обеспечивается не только малым углом наклона линии 1 и колебаний системы в основном диапазоне этой линии, но и своевременным включением буферов отбоя и сжатия, которые должны обладать достаточной энергоёмкостью. Так же на плавность хода подвески оказывает величина трения демпферов и буферов сжатия, и отбоя ($Rz, \tau_{сж}$ и $Rz, \tau_{отб}$).

Характеристика подвески, описанная выше, не всегда решает вопросы, которые возникают у автомобилей с сильно изменяющимися весовыми параметрами, оказывающие влияние на жёсткость подвески, это относится в основном к грузовым автомобилям, автобусам и даже легковому автотранспорту в первую очередь относящимся к переднеприводным компоновкам автомобилей.

В соответствии с формулой (4.2) частота колебаний будет более комфортной на загруженном автомобиле, а на не загруженном более дискомфортной, так как увеличивается частота колебаний.

Решением данной проблемы является применение упругого элемента с нелинейной характеристикой упругости или применения пневматической подвески с регулируемой жёсткостью. Однако такая подвеска сложна в изготовлении, дорога и требует установки дополнительного оборудования (компрессора и др.). В основном такие подвески применяются на грузовом автотранспорте, прицепах, автобусах. У данной подвески есть ряд преимуществ обеспечивающих весьма высокой плавностью хода.

В настоящее время пневматические подвески нашли применение и на дорогах легковых автомобилях, но в основном на обычных машин применяют упругие элементы пружины, из стали круглого сечения с завивкой в спираль. Для решения проблем с регулированием жёсткости применяют пружины с нелинейной характеристикой упругости.

Жёсткость пружины можно определить по формуле:

(4.4)

где G - модуль упругости = $8,2 \cdot 10^4$ МПа;

d - диаметр прутка; D - расчётный диаметр пружины рисунок 10, $n_{раб}$ - рабочие количество витков пружины.

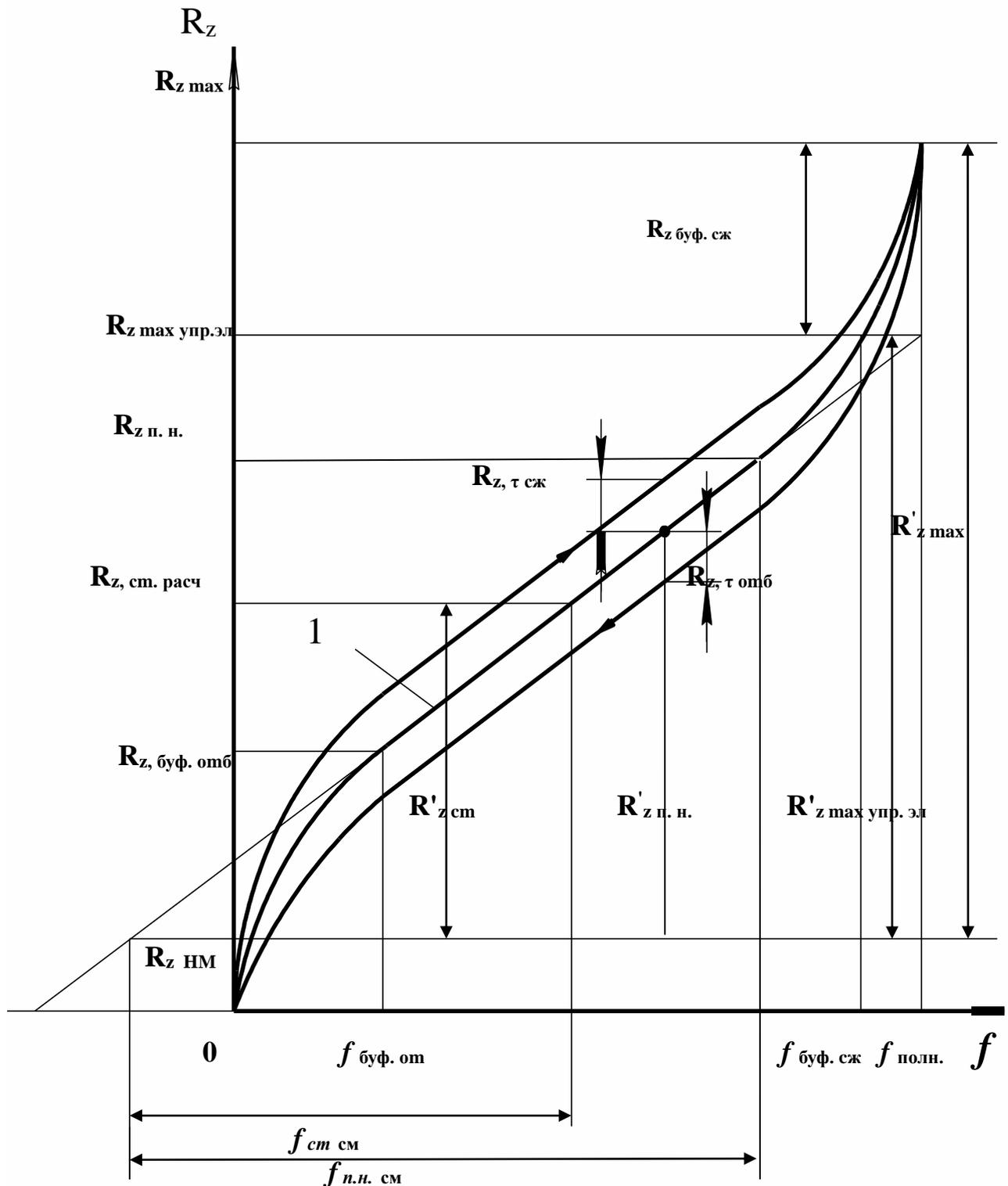


Рисунок 9 – Характеристика упругости подвески легкового автомобиля

R_z - реакция подвески;

$R_{z \max}$ – max. реакция подвески;

$R_{z \max \text{ упр. эл}}$ – max. реакция упругих элементов подвески;

1 - упругая характеристика подвески;

$R_{z \text{ см}}$ – реакция подвески автомобиля при снаряженной массе;

$R_{z \text{ п. н.}}$ - реакция подвески при полной нагрузке автомобиля;

$R_{z \text{ нм.}}$ - реакция подвески, определяемая весом неподрессоренных масс;

$R_{z \text{ буф.сж.}}$ - работа буфера сжатия;

$R_{z \text{ буф.от.}}$ - работа буфера отбоя;

$R_{z \tau \text{ сж.}}$, $R_{z \tau \text{ от.}}$ - реакции на трение при ходе сжатия и отбоя;

$f_{\text{буф.от.}}$ - прогиб подвески до буфера отбоя;

$f_{\text{см}}$ - статический прогиб подвески, при снаряженной массе;

$f_{\text{буф.сж.}}$ - прогиб подвески, до включения буфера сжатия;

$f_{\text{полн.}}$ - полный прогиб подвески;

Диаметр прутка d и диаметр витков пружины D нужно выбирать исходя из соображения прочности, при этом учитывается и компоновочные соображения. Из этого следует, что у нас остаётся ещё только один параметр – это количество рабочих витков $n_{\text{раб}}$. Для того чтобы увеличить жёсткость пружины достаточно уменьшить количество рабочих витков. Это достигается наложением некоторых витков пружины при большом прогибе друг на друга. [9].

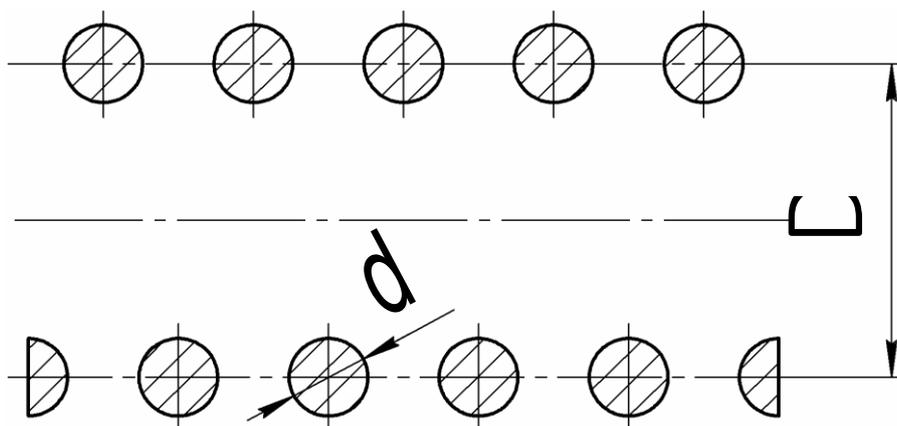


Рисунок 10 – Параметры цилиндрической пружины

4.2 Конструкция стенда

Существует множество методов проведения испытаний по определению вертикальной жесткости различных элементов, так как эти испытания не регламентированы ГОСТами. В качестве нагружающего элемента могут использоваться гидроцилиндры, различные грузы, винтовые и гидравлические домкраты. В качестве измерительной аппаратуры применяются датчики усилия на основе тензодатчиков, весы, тарированные по усилию манометры, для измерения деформации упругого элемента можно использовать датчики перемещения или даже простую линейку, что конечно удешевляет стенд, но и сильно влияет на точность измерений.

Принят следующий вариант конструкции рисунок 11.

Стенд для снятия упругой характеристик подвески состоит из: рама (1), выполненная из балок круглого сечения и листовой стали, на которой крепятся все узлы и механизмы необходимые для функционирования стенда, гидравлический домкрат (3) с вмонтированным в него манометром (8) предназначенный для создания усилия и снятия показаний на упругом элементе, линейка (9), для замера деформации упругого элемента, испытываемая стойка (2) передней подвеске с рычагами (4).



1 - рама в сборе; 2 - стойка телескопическая; 3 - домкрат; 4 - рычаг в сборе;
5 - гайка; 6 - гайка; 7 - болт; 8 - манометр; 9 - линейка;

Рисунок 11 – Общий вид стенда для определения характеристики вертикальной упругости передней подвески

4.3 Требования, предъявляемые к конструкции стенда

Требования, предъявляемые к стенду:

- 1) Рама должна быть изготовлена из жёсткого и прочного материала.
- 2) При нагружении рама не должна скручиваться для обеспечения точных показаний при снятии параметров.
- 3) Все элементы стенда должны быть безопасны для работающих на нем.
- 4) Стенд должен позволять создавать усилие до 10 кН и обеспечивать ход до 200 мм.
- 5) Усилия на рукоятке домкрата не должны превышать допустимых усилий при ручном труде.

4.4 Методика проведения испытания

Испытания проводятся на стенде, представляющим собой раму, на которой смонтирована передняя подвеска легкового автомобиля. Подвеска нагружается домкратом, усилие прикладывается по центру стойки, а не по центру колеса, как по существующим методикам испытания, в нашем случае усилие прикладывается на поворотный кулак, поскольку эти детали связаны жёстко, а значит влияние на результаты измерения сказывается не будут. Вертикальное усилие измеряется манометром вмонтированным в рабочую полость домкрата с ценой деления 1кгс/см². Деформация подвески измеряется по линейке.

Отличие данного метода от существующих методик в том, что в данном случае мы нагружаем полностью разгруженную стойку до момента статического нагружения (снаряжённой массы автомобиля) и последующего момента полного сжатия.

Отклонение стрелки манометра на одно деление соответствует нагрузке 44,357Н, так как диаметр штока домкрата равен 2,4 см, рассчитаем по формуле: $\pi r^2 \cdot g$; где $\pi = 3,14$; $r = 1,2$; $g = 9,81$; $3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 9,81 = 44,357 \text{ Н}$

4.5 Определение жесткости подвески автомобиля

- 1) Проверить перепускной клапан домкрата (положение закрыто).
- 2) Установить стрелку манометра на ноль регулировочным винтом (если это необходимо).
- 3) Нагружать подвеску домкратом через интервалы величин: перемещение контролировать линейкой через каждые 1см, измеряя силу приложенную к стойке по манометру, вмонтированным в рабочую полость домкрата.
- 4) Максимальная деформация 10см в целях безопасности работ.
- 5) Полностью разгрузить подвеску, фиксируя также через выбранные интервалы нагрузку и деформацию.
- 6) Полученные данные записать в таблицу 14.
- 7) Построить график зависимости деформации подвески от приложенной к ней силы рисунок Б.1(см. Приложение Б).
- 8) Провести среднюю линию графика определяющую упругую характеристику подвески рисунок Б.2 (см. Приложение Б) от снаряжённой массы автомобиля, до полной загруженной массы автомобиля согласно его технических требований, определить угол наклона β средней линии.
- 9) Определить жёсткость пружины как $\text{tg } \beta$, (отношение приложенной силы к деформации подвески).

Таблица 14 – Определение жесткости подвески автомобиля

f (см)	Сжатие		Отбой		Средняя линия	
	кгс/см ²	(Н)	кгс/см ²	(Н)	кгс/см ²	(Н)
0	0	0	0	0	0	0
1	64,3	2852,2	50,5	2240	57,4	2546,1
2	70,2	3113,9	56,3	2497,3	63,3	2807,8
3	76,5	3305	60,5	2684	67,5	3038,5
4	78,5	3482	65,9	2923	72,2	3203
5	81,9	3633	67,7	3003	74,8	3318
6	87,4	3877	70,7	3136	79	3504
7	94,3	4183	74,1	3287	84,2	3735
8	101,5	4502	79,5	3526	90,5	4014
9	131,6	5837	131,6	5837	131,6	5837

$$C_{\Pi} = \frac{G_{a.п.н} - G_{a.с.н}}{\Delta f} ; C_{\Pi} = \frac{4081 - 2935}{8,05 - 2,5} = \frac{1146}{5,55} = 206.49 \text{ Н/см} = 20649 \text{ Н/м}$$

Вывод:

Для наполнения динамических моделей исходными данными необходимы стенды, позволяющие определить жесткостные и демпфирующие характеристики подвесок автомобилей.

Согласно технических характеристик на автомобиль ВАЗ – 2170, жёсткость упругого элемента передней подвески составляет $20000 \pm 700 \text{ Н/м}$, из этого следует, что проведённые расчёты без учёта передаточного числа подвески правильные. Модернизированный стенд можно использовать для снятия характеристик вертикальной упругости передней подвески переднеприводного легкового автомобиля второго класса ВАЗ-2170 «ПРИОРА», в учебном процессе кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ТГУ при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Теория автомобиля».

5 Экономическая эффективность проекта

Повышение качества и эффективности новых автомобилей тесно связано с состоянием и развитием теории, позволяющей принимать оптимальные конструкторские решения в процессе проектирования.

Для повышения качества обучения студентов на кафедре «Проектирования и эксплуатации автомобиля» Тольяттинского Государственного Университета, был разработан стенд для определения вертикальной упругой характеристики подвески легкового автомобиля. Данный стенд являлся показательным образцом работы подвески автомобиля, но не несёт в себе информативность. Задача дипломного проекта состоит в оснащение данного стенда измерительной аппаратурой и проведением исследования передней стойки переднеприводного автомобиля 2кл, прототипом которого явился ВАЗ – 2170 «Приора».

Любая модернизация подразумевает повышение (улучшение) качественных показателей с минимизацией затрат на производство данного образца. В связи с этим был принят следующий вариант модернизации: стенд был оснащён манометром, для снятия показаний силы и линейкой для фиксации деформаций упругого элемента подвески. Считаю затраты на модернизацию стенда минимальны при достижении экономического эффекта связанного с появлением информативности, что в свою очередь позволяет проводить лабораторные исследования на определение вертикальной упругой характеристики подвески со студентами кафедры «Проектирования и эксплуатации автомобиля» Тольяттинского Государственного Университета и других учебных заведений такого же профиля заинтересованных в данном стенде.

5.1 Определение ожидаемой трудоёмкости

Для проведения расчетов весь процесс осуществления НИиОКР был разбит на последовательные этапы занесённые в таблицу 15

Таблица 15 – Перечень стадий и этапов выполнения НИиОКР

№ п/п	Наименование работ	Трудоем кость, дн.		Должность исполнител я	Кол-во исполнител ей, чел.	Применяе мое оборудова ние,
		t _{mini}	t _{maxi}			
1	2	3	4	5	6	7
1. Маркетинговые исследования.						
1. Изучение конъюнктуры (спроса и предложения) товарного рынка:						
11.	Маркетинговые и	0,5	1	Инженер	1	ЭВМ
12	Выбор конструкции	2	3	Инженер, слесарь	2	
13	Разработка схем и	2	3	Инженер	1	ЭВМ
2. Подготовка к проведению испытаний.						
44	Изготовление доп. оборудования	0,5	1	Инженер, монтажник	2	
5.	Сборка стенда.	0,5	1	Инженер, слесарь	2	
66	Установка	0,5	1	Инженер, монтажник	2	
77	Подготовка к	6	7	Инженер.	2	ЭВМ
3. Проведение экспериментов и анализ полученных данных.						
8.	Измерения параметров цилиндрических пружин.	6	7	Инженер.	2	ЭВМ Стенд для снятия характеристик
9.	Анализ полученных результатов.	3	4	Инженер.	1	ЭВМ
4. Оформление результатов НИиОКР.						
10.	Расчёт ТЭО.	2	3	Инженер.	1	ЭВМ
11.	Отчёт по проделанной работе	1	2	Инженер.	1	ЭВМ
12.	Непредвиденные работы.	1	2	Инженер.	1	

5.2 Определение суммарной длительности НИР

Нахождение ожидаемой трудоемкости стадий НИиОКР и составление оптимизированного линейного графика выполняемых этапов НИиОКР

На основании оптимистической и пессимистической трудоемкости определяют ожидаемую трудоемкость выполнения каждой работы и каждого этапа.

Ожидаемую трудоемкость рассчитывают по следующей формуле:

$$t_{о.ж.и} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5} \quad (5.1)$$

где t_{\min} - оптимистическая оценка трудоемкости выполнения работы в чел./дн.

t_{\max} - пессимистическая оценка трудоемкости выполнения работы в чел./дн.

Зная ожидаемую трудоемкость по этапам и численность исполнителей, необходимо определить длительность каждого этапа, суммарную длительность НИиОКР, удельный вес каждого этапа и нарастание технической готовности по этапам.

Длительность работы или этапа определяем по формуле:

$$T_{э.и} = \frac{t_{о.ж.и}}{P_i} \quad (5.2)$$

где P_i - численность исполнителей, чел.

Суммарная длительность НИиОКР определяется по формуле:

$$T_{\Sigma} = \sum T_{э.и} \quad (5.3)$$

Удельный вес каждого этапа определяется в %, принимая T_{Σ} за 100%:

$$Уд_{э.и} = \frac{T_{э.и}}{T_{\Sigma}} * 100\% \quad (5.4)$$

Нарастание технической готовности определяется последовательным сложением удельных весов этапов. Приступая к составлению плана-графика необходимо проанализировать возможность совмещения некоторых этапов работ.

Принимая во внимание специфику выполняемых работ нельзя изыскать возможности совмещения выполняемых этапов НИР для оптимизации

суммарной длительности НИР. Исходные данные по численности исполнителей и результаты расчетов заносим в таблицу 16, строим план-график рисунок 12.

Таблица 16 – Длительность выполнения этапов НИиОКР

№ эта па	Численность исполнителей					$T_{эти}$	T_{Σ}	$У_{Дэти}$	$\Delta, \%$
	Инже нер	Инже нер	Слесарь 5 разр	Монтажник 5 разр	Всего				
1.	1				1	0,7	20,35	3,44	3,44
2.	1		1		2	1,2		5,90	9,34
3.	1				1	2,4		11,80	21,14
4.	1			1	2	0,35		1,72	22,86
5.	1		1		2	0,35		1,72	24,58
6.	1			1	2	0,35		1,72	26,3
7.	1	1			2	3,2		15,72	42,02
8.	1	1			2	3,2		15,72	57,74
9.	1				1	3,4		16,70	74,44
10.	1				1	2,4		11,80	86,24
11.	1				1	1,4		6,88	93,12
12.	1				1	1,4		6,88	100

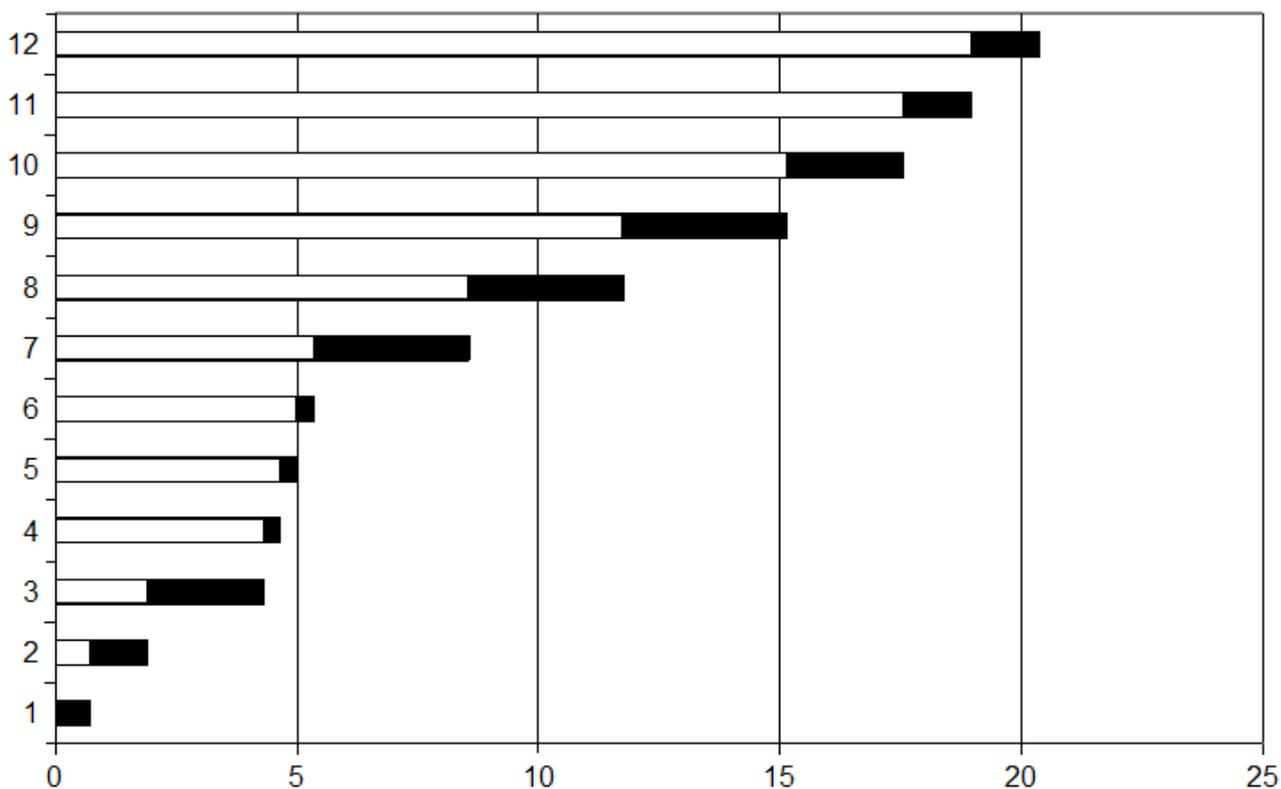


Рисунок 12 – План-график длительности этапов НИиОКР

5.3 Расчёт сметы затрат на НИР

Расчет статей затрат и составление сметы на проведение НИиОКР

Таблица 17 – Табель учета рабочего времени выполнения НИиОКР

№ этапа	Исполнители			
	Инженер	Инженер	Слесарь 5 разр.	Монтажник 5 разр.
1.	0,7			
2.	1,2		1,2	
3.	2,4			
4.	0,35			0,35
5.	0,35		0,35	
6.	0,35			0,35
7.	3,2	3,2		
8.	3,2	3,2		
9.	3,4			
10.	2,4			
11.	1,4			
12.	1,4			
Итого:	20,35	6,4	1,55	0,7

Сметы затрат составляются для сравнения базовой и проектной технологии внедрения образца новой техники в производство.

Таблица 18 – Исходные данные для расчета текущих затрат

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Значен.
1	Годовая норма амортизационных отчислений, $N_{ам}$	%	10
2	Коэффициент премий и доплат	$K_{прем}$	1,23
3	Коэффициент доплат за выполнение работ	$K_{вып.}$	1,12
4	Коэффициент транспортно -загот. расходов	$K_{тзр}$	1,45%
5	Коэффициент возвратных отходов	$K_{вот}$	1%
6	Коэффициент исп. по мощности станда $K_{исп.1}$	%	90
7	Коэффициент загрузки станда, $K_{заг.1}$	%	92
8	Коэффициент использ. по мощности оборудов. $K_{исп.2}$	%	90
9	Коэффициент загрузки оборудования, $K_{заг.2}$	%	92
10	Коэффициент накладных расходов, $K_{накл.}$	%	30
11	Страховые взносы в ПФР, ФОМС, ФСС	$K_{св}$	30%
12	Коэффициент рентабельности	$K_{рент.}$	30%
13	Норма расхода провода ПВХ, $V_{м1}$	м	50
14	Норма расхода электродов, $V_{м2}$	шт.	30
15	Прокат полоса, $V_{м3}$	кг	10
16	Швеллер, $V_{м4}$	м	0,5
17	Труба, $V_{м5}$	м	0,5
18	Уголок, $V_{м6}$	м	0,4
19	Цена 1м провода ПВХ, $C_{м1}$	Руб.	15
20	Цена 1 электрода, $C_{м2}$	Руб.	20,40
21	Цена 1 кг проката, $C_{м3}$	Руб.	469,50
22	Цена 1 м швеллера, $C_{м4}$	Руб.	25,42
23	Цена 1 м трубы, $C_{м5}$	Руб.	73,48
24	Цена 1 м уголка, $C_{м6}$	Руб.	27,98
25	Стоимость ЭВМ, $C_{пр1}$	Руб.	59157
26	Стоимость изготовленного оборудования, $C_{из.і}$	Руб.	7000
27	Срок использования приобретенного оборудования	$T_{г}$	10 лет
28	Продолжительность рабочего дня	q	8 час
29	Количество выходных дней в году	В	104 дни
30	Количество праздничных дней в году	П	11 дни
31	Количество нерабочих часов в предпразднич. дни.	$H_{пр}$	11 час

Продолжение таблицы 18 – Исходные данные для расчета текущих затрат

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Значен.
32	Количество планируемых невыходов	Н	5 дни
33	Среднемесячные оклады Инженера	Окл.	10500Руб
34	Часовые тарифные ставки рабочих (слесарь)	С _{ст.}	68,57Руб.
35	Часовые тарифные ставки рабочих (монтажник)	С _{ст.}	57,38Руб.
36	Стоимость 1 кВт электроэнергии, С _{эл.}	Цэ	2,73 Руб.

5.3.1 Расчет эффективного годового фонда рабочего времени

$$F_{эф} = (365 - П - В - Н) \cdot q - Н_{пр}, \quad (5.5)$$

где П - праздничные дни;

В - выходные дни;

Н - количество планируемых невыходов;

q - количество часов в смену;

Н_{пр} - количество нерабочих часов в предпраздничные дни.

$$F_{эф} = (365 - 11 - 104 - 5) \cdot 8 - 11 = 1949 \text{ часов};$$

5.3.2 Расчет среднего количества рабочих дней в месяце

$$D = \frac{F_{эф}}{12q}, \quad \text{дн.} \quad (5.6)$$

$$D = \frac{1949}{12 \cdot 8} = 21 \text{ дн.}$$

5.3.3 Расчет времени работы i^{ого} исполнителя

$$K_{исп.i} = \frac{F_i}{D}, \quad \text{дн.} \quad (5.7)$$

где F_i – количество отработанных дней i-м исполнителем.

Таблица 19 – Расчет времени работы iого исполнителя

Исполнители	F_i , дней	D, дней	$K_{исп.}$, мес.
Слесарь	1,55	21	0,07
Монтажник	0,7	21	0,03
Инженер	6,4	21	0,3
Инженер	20,35	21	0,97

5.3.4 Расчет заработной платы исполнителей с должностными окладами

$$Z_{\text{итр.}} = K_{\text{исп.}i} * O_{\text{кл.}} \quad \text{руб.}, \quad (5.8)$$

где $K_{\text{исп.}i}$ – время работы i -го исполнителя, мес.;

$O_{\text{кл.}}$ – должностной оклад i -го исполнителя, руб.;

Таблица 20 – Заработная плата исполнителей с должностными окладами

Должность Исполнителя	Кол-во исполнител ей, чел.	Среднемес ячный оклад, руб.	Время работы, в месяц	Заработ ная плата, руб.
Инженер	1	10500	0,3	3150
Инженер	1	10500	0,97	10185
Итого:				13335

5.3.5 Расчет заработной платы производственных рабочих

$$Z_{\text{пр.тар.}} = \sum (S_{\text{ст.}i} * q * t_i), \quad \text{руб.}, \quad (5.9)$$

где $S_{\text{ст.}i}$ - тарифная ставка i го рабочего;

q - продолжительность рабочего дня, час;

t_i – время работы i го рабочего, дн.

Таблица 21 – Заработная плата производственных рабочих

Специальность	Тарифная ставка, $S_{\text{ст}}$, руб.	Продолжительность рабочего дня, q час.	Время работы, t_i , дн	Заработная плата, Руб.
Слесарь 5 разр.	68,57	8	1,55	850,27
Монтажник 5 разр.	57,38	8	0,7	321,33
Итого:				1171,60

5.3.6 Расчет дополнительной заработной платы производственных рабочих

$$З_{доп.} = \frac{З_{осн} * K_{доп.}}{100}, \text{ руб.}, \quad (5.10)$$

где $K_{доп.}$ - коэффициент дополнительной заработной платы, $K_{доп.}=1,23$.

Таблица 22 – Расчет дополнительной заработной платы производственных рабочих

Исполнители	Зпр.тар, руб.	Кдоп.	Здоп, руб.
Слесарь	850,27	1,23	1045,83
Монтажник	321,33	1,23	395,24
Итого:			1441,07

5.3.7 Расчет заработной платы всех исполнителей

$$З_{исп.} = З_{итр.} + З_{осн.} + З_{доп.}, \text{ руб.} \quad (5.11)$$

$$З_{исп.} = 13335 + 1171,60 + 1441,07 = \mathbf{15947,67}$$

5.3.8 Расчет страховых взносов в ПФРФ, ФССРФ, ФФОМС

$$Сс.в. = \frac{З_{исп} * K_{с.в.}}{100}, \text{ руб.} \quad (5.12)$$

где $K_{с.в.}$ – коэффициент отчислений страховых взносов в ПФРФ, ФССРФ, ФФОМС, %.

Таблица 23 – Заработная плата всех исполнителей

Специальность	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Полная заработная плата, руб.	Отчисления в ПФРФ, ФССРФ, ФФОМС,
Инженер			3150	4784,30
Инженер			10185	
Слесарь 5 разр.	850,27	1045,83		
Монтажник 5 разр.	321,33	395,24		
Итого:	1171,60	1441,07	13335	

5.3.9 Расчет затрат на электроэнергию

Таблица 24 – Список используемого электрооборудования

Этап	Наименование оборудования, приспособлений	Кол-во	Примечание
1.	ЭВМ	1	400Вт/ч
2.	Стенд	1	2500 Вт/ч
3.	Искусственное освещение	20	700 Вт/ч
4.	Вентиляция	3	1500 Вт/ч

$$C_{эл.} = N_y * K_{исп.} * K_{загр.} * D_i * q * C_{эл.} \quad (5.13)$$

где N_y - мощность оборудования, кВт;
 $K_{исп.}$ - коэффициент использования;
 $K_{загр.}$ - коэффициент загрузки;
 D_i – время работы $i^{ого}$ оборудования;
 $C_{эл.}$ – стоимость кВт.ч,;

Расчёт затрат на электроэнергию сведён в таблицу 25

Таблица 25 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	N_y ,	$K_{загр.}$	$K_{исп.}$	Дни	q	$C_{эл.,p}$ уб.	$C_{эл.},$
	кВт						Руб.
1. ЭВМ	0,4	0,92	0,9	20,35	8	2,73	147,2
2. Стенд	2,5		0,9				920,00
3. Искусственное освещение	0,7		0,9				257,60
4. Вентиляция	1,5		0,9				552,00
Итого:							1876,8

5.4 Расчёт амортизационных отчислений

5.4.1 Годовое эффективное время работы оборудования

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

$$F_{обор.} = (365 - П - В) * q * K_{загр.} \quad (5.14)$$

$$F_{\text{обор}} = (365 - 104 - 11) * 8 * 0,92 = 1840 \text{ ч.}$$

5.4.2 Общее время работы оборудования

$$t_m = D_{\text{обор},i} * q * K_{\text{загр}}, \quad (5.15)$$

где $D_{\text{обор},i}$ – время работы i -го оборудования;

$K_{\text{загр}}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования;

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

q – продолжительность смены, час;

Таблица 26 – Время работы оборудования

Оборудование	$D_{\text{обор}}$, дней	q , час	$K_{\text{загр}}$	t_m , час
Стенд	3,2	8	0,92	23,55
ЭВМ	16,7	8	0,92	122,91

5.4.3 Затраты на амортизацию

$$\sum C_{\text{ам}} = \frac{C_{\text{об}} * H_{\text{ам}} * \sum t_{m,i}}{F_{\text{обор}} * 100}, \quad (5.16)$$

где $C_{\text{об}}$ - первоначальная стоимость оборудования;

$H_{\text{ам}}$ - амортизационные отчисления

Таблица 27 – Затраты на амортизацию

Оборудование	$C_{\text{об}}$, руб.	$K_{\text{загр}}$	$H_{\text{ам}}$	$\sum t_m$, час	$F_{\text{обор}}$, час	$\sum C_{\text{ам}}$, руб.
Стенд	7000	92%	10%	23,55	1840	8,25
ЭВМ	59157			122,91		363,55
Итого:						371,80

5.4.4 Расчет накладных расходов

$$C_{\text{накл.}} = \frac{3_{\text{исп}} * K_{\text{накл}}}{100}, \text{ руб.} \quad (5.17)$$

где $K_{\text{накл}}$ - коэффициент накладных расходов, 30%.

$$C_{\text{накл.}} = \frac{15947,67 * 30}{100} = 4784,30 \text{ руб.}$$

5.4.5 Расчёт затрат на материалы, комплектующие и покупные изделия с учетом транспортно-заготовительных расходов

$$C_{\text{мат}} = C_{\text{м}i} \cdot V_{\text{м}i} \cdot (1 + K_{\text{тзр}}/100 - K_{\text{вот}}/100) \quad (5.18)$$

где $C_{\text{м}i}$ - оптовая цена материала i -го вида, руб.,

$V_{\text{м}i}$ – норма расхода материала i -го вида, кг, м.

$K_{\text{тзр}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %

$K_{\text{вот}}$ – коэффициент возвратных отходов, %.

Таблица 28 – Затраты на основные материалы

Наименование	Расход $V_{\text{м}i}$	Единица измерения	Цена $C_{\text{м}i}$, руб.	$C_{\text{мат.}}$, руб.
Провод ПВХ	50	м.	15	753,38
Электроды	30	шт.	20,4	614,75
Прокат полоса	10	кг	46,74	469,50
Швеллер	0,5	м	50,61	25,42
Труба	0,5	м	146,30	73,48
Уголок	0,4	м	69,63	27,98
Итого, с учетом транспортно-заготовительных расходов				1964,51

Таблица 29 – Затраты на покупные изделия и полуфабрикаты

Наименование	Количество	Цена $C_{\text{м}i}$, руб.	$C_{\text{пф.}}$, руб.
Динамометр измерительный	1	4250	4250
Домкрат гидравлический	1	1500	1500
Крепеж			250
Прочее			500
Итого, с учетом транспортно-заготовительных расходов			6825

5.5 Определение капитальных затрат

5.5.1 Определение капитальных затрат на проведение НИиОКР.

$$K_{\text{кап}} = C_{\text{пр.и}} + C_{\text{из.и}} + P_{\text{ТМ}}, \text{ руб.} \quad (5.19)$$

$$K_{\text{кап.}} = 59157 + 7000 + (2957,85 + 1323,14) = 70437,99 \text{ руб.}$$

где $C_{\text{пр.и}}$ – стоимость приобретенного оборудования, руб

$C_{\text{из.и}}$ – стоимость изготовленного оборудования, руб

$P_{\text{ТМ}}$ – затраты на транспортировку и монтаж приобретенного оборудования и на монтаж изготовленного оборудования.

Затраты на транспортировку составляют 5 % от стоимости оборудования и вычисляются по формуле:

$$P_{\text{T}} = 0,05 \cdot C_{\text{пр.и}} \quad (5.20)$$

$$P_{\text{T}} = 0,05 \cdot 59157 = 2957,85$$

Затраты на монтаж составляют 2 % от стоимости оборудования и вычисляются по формуле:

$$P_{\text{M}} = 0,02 \cdot (C_{\text{пр.и}} + C_{\text{из.и}}) \quad (5.21)$$

$$P_{\text{M}} = 0,02 \cdot (59157 + 7000) = 1323,14$$

Общая сумма затрат на НИиОКР равна:

$$C_{\text{НИиОКР}} = K_{\text{тек}} + K_{\text{кап}} \quad (5.22)$$

5.5.2 Общая сумма предпроизводственных затрат

$$\text{Спредпр.} = K_{\text{тек}}. \quad (5.23)$$

$$\text{Спредпр.} = 37437,58 \text{ руб.}$$

Общая смета затрат на проектирование и выполнение рассматриваемой НИиОКР представлена в таблице 30.

Таблица 30 – Смета затрат на выполнение НИиОКР

№ п/п	Статьи	Обозначение	Сумма, руб.
	Текущие затраты, $K_{тек.}$		
1.	Материальные затраты, в т. ч.:		
	- на материалы, комплектующие и покупные изделия	M_i	8789,51
	- на электроэнергию	$C_{эл.}$	1876,8
2.	Фонд оплаты труда исполнителей	$Z_{исп.}$	15947,67
3.	Отчисления в ПФРФ, ФССРФ, ФФОМС	$K_{с.в.}$	4784,30
4.	Амортизационные отчисления	$C_{ам.}$	371,80
5.	Накладные расходы	$C_{накл.}$	4784,30
	Итого:		36554,37
	Капитальные затраты, $K_{кап.}$		
1.	Стоимость приобретенного оборудования	$C_{пр.i}$	59157
2.	Стоимость изготовленного оборудования	$C_{из.i}$	7000
3.	Расходы на транспортировку и монтаж	$P_{тм.}$	4280,99
	Итого:		70437,99
	Всего затрат на НИиОКР, $C_{НИиОКР}$		106992,36

Вывод: Стоимость расходов на внедрение научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы составили **106992руб.36коп.** Итогом этой работы стал стенд для определения вертикальной упругой характеристики подвески переднеприводного автомобиля 2кл., прототипом которого явился ВАЗ – 2170. Данное применение стенда предполагается использовать на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей», не подразумевает наличие экономического эффекта, но польза стенда будет состоять в том, что с его помощью учебный процесс будет более эффективным, насыщенным и конкурентоспособным на рынке общеобразовательных услуг.

6 Безопасность и экологичность объекта

6.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

Целью исследовательской работы является создание стенда рисунок 13 для определения вертикальной упругой характеристики подвески автомобилей и снятие их параметров упругости. Характеристика упругости подвески используется в математических моделях автомобилей, позволяющих оптимизировать параметры подвески. Рама стенда изготовлена из стального проката круглого сечения и швеллеров. На раме закрепляются гидравлический домкрат, в рабочую полость которого вмонтирован манометр, передняя стойка ВАЗ - 2170.

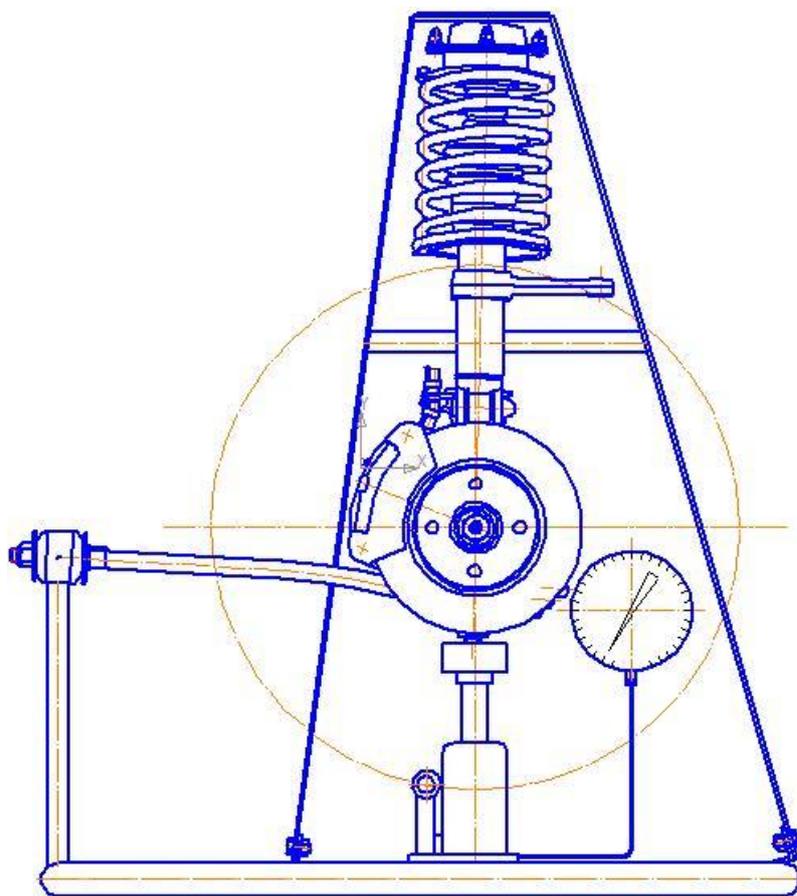


Рисунок 13 – Стенд для определения вертикальной упругой характеристики подвески автомобиля.

Эскиз участка с экспликацией оборудования, используемого для изготовления стенда представлен на рисунок 14.

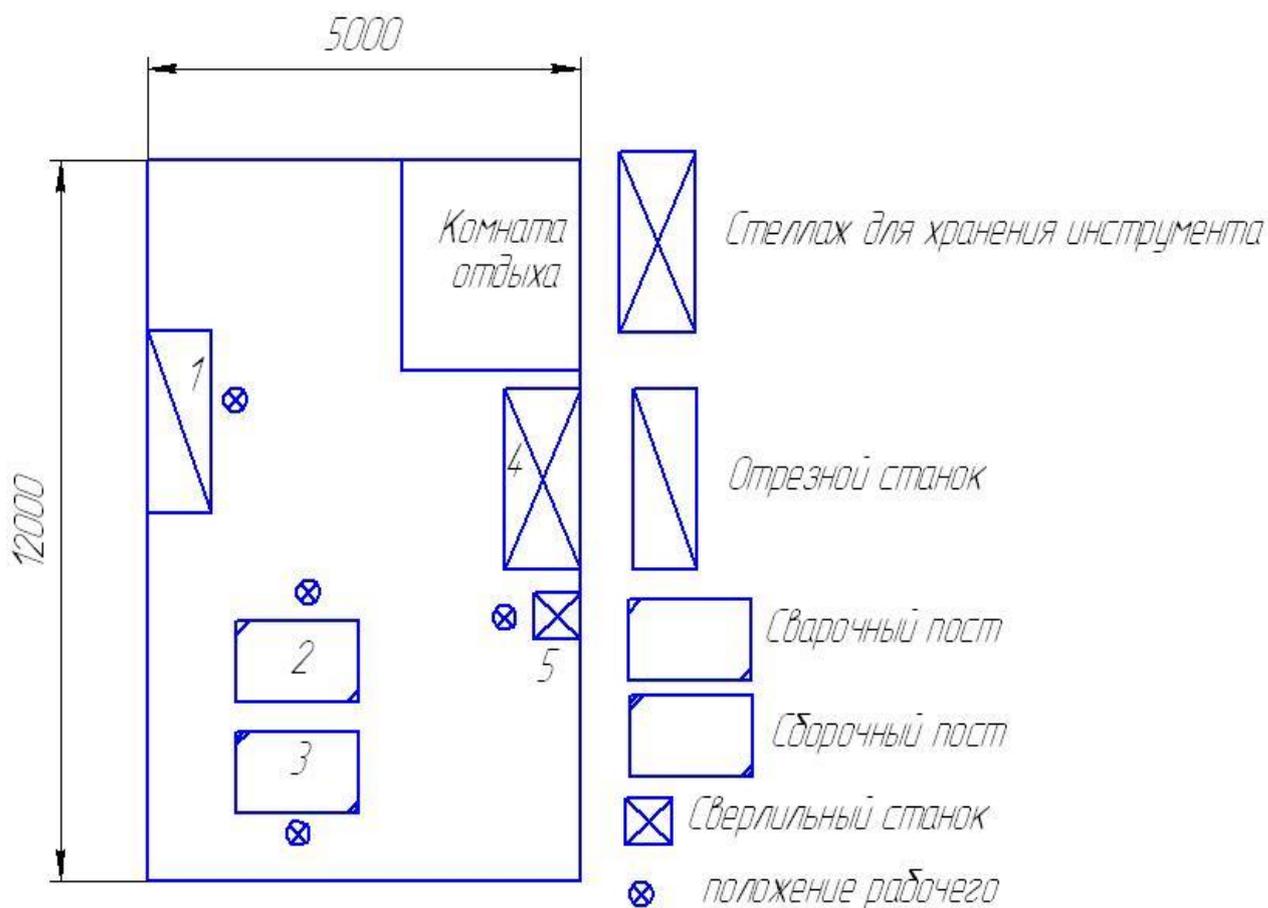


Рисунок 14 – Эскиз участка для изготовления станда

Основное оборудование, используемое на участке для изготовления станда представлено в таблице 31.

Таблица 31 – Основное оборудование, используемое на участке

№ позиции на эскизе	Наименование оборудования	Работы выполняемые на данном оборудовании
1	Отрезной станок	Нарезка металла
2	Сварочный пост	Сварка рамы станда
3	Сборочный пост	Сборка станда
4	Шкаф для инструмента	Хранение инструмента
5	Сверлильный станок	Сверление крепежных отверстий

Изготовленный стенд должен обеспечивать:

- 1) Безопасную работу;
- 2) Надёжность;
- 3) Долговечность;
- 4) Безотказность;
- 5) Лёгкость работы;
- 6) Точность снимаемых характеристик.

Работа со стендом. Для работы со стендом необходим 1 человек. Порядок проведения эксперимента: подвеска нагружается домкратом, усилие прикладывается по центру стойки. Вертикальное усилие измеряется манометром вмонтированным в рабочую полость домкрата с ценой деления $1\text{ кгс}/\text{см}^2$, деформация подвески измеряется по линейке. Усилие сжатия подвески и величина деформации заносятся в таблицу, строится график зависимости приложенной силы к деформации подвески.

6.2 Идентификация опасных и вредных производственных факторов

Вредный производственный фактор – это фактор, который действуя на работника, снижает его работоспособность или приводит к различным заболеваниям. Опасные производственные факторы – это факторы, которые в результате своего длительного или кратковременного воздействия на человека приводят к ухудшению состояния его здоровья или к травме. Основные опасные и вредные факторы, на участке для изготовления стенда представлены в таблице 32.

Таблица 32 – Идентификация опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технологические операции при которых встречается данный производственный фактор
1.	Движущиеся машины и механизмы	Отрезной станок Сверлильный станок
2.	Отлетающие части или деталей (Стружка)	Отрезной станок Сверлильный станок
3.	Опасность возникновения пожара	Сварочное оборудование Отрезной станок
4.	Повышенное напряжение электрической сети	Сварочное оборудование Отрезной станок Сверлильный станок
5.	Шум уровень которого от 90дБ и выше.	Отрезной станок
6.	Недостаточная освещенность	Осветительное оборудование
Опасные и вредные факторы при работе со станком		
6.	Недостаточная освещенность	Осветительное оборудование

6.3 Воздействие производственного фактора на организм работающих

6.3.1 Электрический ток.

Действие электрического тока на организм человека – это процесс сложный и носит разноплановый характер, от термического воздействия которое выражается ожогами различной степени, до механических воздействий, вызванных сокращением мышц (судороги). Тело человека является проводником электричества и воздействие на него электрического тока зависит от сопротивления кожных покровов и характером электрической цепи. Так кровь человека является электролитической жидкостью и поражение электрическим током вызывает нарушение физико-химического состава крови. Поражение электрическим током на производстве по статистике в 90% случаев приводит к летальным исходам.

Для ограничения вредного воздействия электростатического поля проводится его нормирование в соответствии с «Санитарно-гигиеническими

нормами допустимой напряженности электростатического поля № 1757-77».

6.3.2 Производственный шум.

Шум – это звуковые волны различных частот создаваемые на производстве как работниками (орудиями труда), так и самим производством (станками, подъёмными средствами, конвейером, и т.д.). Воздействие шума на человека в 20 – 30 дБ практически безвредно, так как является естественным шумовым фоном в природе. Негативное воздействие на человека шум оказывает в пределах 80 – 100 дБ, он притупляет реакцию человека, способствует снижению работоспособности, утомляемости, снижению внимания и как следствие развитию хронических заболеваний, глухоте. Шум в 130 дБ становится непереносимым для человека.

Уровень шума, который изменяется во времени более чем на 5 дБА – называется непостоянным, например: шум транспорта, шум работы лебёдки, периодически включающиеся агрегаты и станки. Уровень шума, который изменяется во времени менее чем на 5 дБА – называется постоянным, например: оборудование предприятий, работающие насосы, испытательные стенды, компрессорные установки, вентиляционные установки.

6.3.3 Тяжесть труда.

Тяжесть трудового процесса – это характеристика, показывающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат, сердечнососудистую систему, дыхательную и другие системы, обеспечивающие жизнедеятельность человека.

Показатели тяжести трудового процесса являются:

- 1) физическая динамическая нагрузка;
- 2) масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- 3) рабочая поза;
- 4) наклоны корпуса;
- 5) перемещение в пространстве.

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

6.3.4 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. Резонансные колебания рабочих мест очень опасны, так как могут вызвать механические повреждения внутренних органов человека. 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., им сопутствуют головные боли, головокружения, плохой сон, снижение работоспособности, нарушения сердечной деятельности, возможно появление радикулита.

Существуют два вида вибрации, которые делятся на общие и локальные вибрации. К общим вибрациям относятся колебания всего тела человека, передающегося с рабочего места. К локальным вибрациям относятся колебания передающиеся к ограниченному участку тела человека, например: ручной электроинструмент.

Оба этих вида вибраций присутствуют на производстве.

6.4 Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке

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.

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.

6.4.2 Технические мероприятия

а) Обеспечение вентиляцией. Эффективным средством обеспечения допустимых параметров чистоты воздуха на рабочем месте 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) общеобменная вентиляция, так же существует и организованный естественный воздухообмен (аэрация).

б) Обеспечение теплозащиты. Для защиты человека от лучистой теплоты при наличии на участке оборудования или рабочих тел, излучающих теплоту с

интенсивностью, превышающей нормы, применяют тепловые экраны.

в) Обеспечение освещённости. Для обеспечения требуемой освещённости участок оборудован системой совмещённого освещения – это когда недостаточное естественное освещение дополняют искусственным согласно норм освещённости. На участке оборудовано так же и рабочее освещение предназначенное для нормального выполнения производственного процесса.

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

д) Для защиты от поражения движущимися механизмами:

- защитные ограждения, которые ограничивают любое даже специальное попадание человека в опасную зону.
- использование автоматической блокировки, исключающей возможность ведения рабочих операций при незафиксированном рабочем материале или при его не правильном положении (установке).
- на наружную сторону ограждения наносят или крепят предупреждающий знак.

Зоны для работающих с учетом использования ограждения, обеспечивающие безопасность эксплуатации ГОСТ 12.2.022-80

Работы по погрузке, транспортированию, промежуточному складированию грузов выполняю в соответствии с ГОСТ 13.3.020-80

е) Для защиты от поражения стружкой и осколками ломающегося инструмента предусмотрены:

- средства индивидуальной защиты (средства защиты глаз - очки, специальная одежда, защитные дерматологические средства)

“Средства защиты работающих” ГОСТ 12.4.011-75.

ж) Обеспечение электробезопасности. 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:

1 повреждение изоляции токоведущих частей;

2 замыкание фазы сети на землю;

3 падение провода, находящегося под напряжением, на конструктивные части оборудования.

3) Появления напряжения на отключенных токоведущих частях в результате:

1 ошибочного включения отключенной установки;

2 замыкания между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями;

3 разряда молнии на электроустановку.

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

1 замыкания фазы на землю;

2 выноса потенциала протяжённым токопроводящим предметом;

3 неисправностью в устройстве защитного заземления.

Данный производственный участок относится к помещениям с повышенной опасностью (2класс), 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, устройство защитного отключения (УЗО), электроизоляционные коврики.

з) Обеспечение пожарной безопасности. Помещение участка относится к категории «D» по взрывопожарной и пожарной безопасности, т.к. в нем не находятся легко сгораемые вещества и жидкости.

Для ликвидации начинающихся очагов пожара силами персонала помещения должны быть обеспечены по действующим нормам первичными средствами пожаротушения, пожарным ручным инструментом и пожарным инвентарем. Для тушения электроустановок под напряжением до 10 кВ необходимо применять углекислотные (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) или углекислотно - бромэтиловые огнетушители (ОУБ-3, ОУБ-7), так как струя не электропроводна.

Помещение оборудовано охраннопожарной сигнализацией, извещающей органы пожарной охраны (предприятия, города) о пожаре и месте его возникновения - обеспечивается автоматической (при помощи датчиков - извещателей) или неавтоматической (нажатием кнопки) пожарной сигнализацией, а так же при помощи радио- и телефонной связи.

6.4.3 Мероприятия по индивидуальной защите

Рекомендуется применять хлопчатобумажную специализированную одежду, вязаные перчатки, наушники (или беруши), специальную обувь.

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 не должно быть заставлено посторонними предметами и быть равномерно освещено.
- 3) Приспособления и инструмент должны быть исправны.

Требования безопасности в аварийных ситуациях:

- 1) В случае сигнала аварии работы должны быть прекращены.
- 2) При возгорании оповестить об этом окружающих, вызвать пожарную службу и до их приезда тушить возгорание имеющимися средствами пожаротушения.
- 3) Приступать к работе только после ликвидации аварии с разрешения

мастера.

Требования безопасности по окончании работ:

- 1) Навести порядок на рабочем месте. Инструменты и приспособления разложить в специально отведённом для этого месте. Легковоспламеняющиеся материалы, такие как ветошь, должны быть убраны в железные ящики с закрывающимися крышками, во избежание самовозгорания.
- 2) Снять спецодежду, убрать ее в шкаф, вымыть руки и лицо с мылом, по возможности принять душ, применять для мытья химические вещества запрещается.

6.5 Инженерные расчёты

6.5.1 Расчет искусственного освещения

В качестве источников искусственного света применяются лампы накаливания и газоразрядные лампы. В настоящее время все большее применение в промышленности находят газоразрядные лампы, которые бывают низкого и высокого давления. Газоразрядные лампы низкого давления, называются люминесцентными, а к лампам высокого давления относят дуговые ртутные люминесцентные лампы (ДРЛ). Основным преимуществом газоразрядных ламп является их экономичность. Световая отдача этих ламп колеблется в пределах 30-80 лм/Вт, что в 3-4 раза превышает световую отдачу ламп накаливания. Люминесцентные лампы обладают также многими гигиеническими преимуществами.

Подбираем тип светильника, учитывая состав среды в помещении.

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{5 \cdot 12}{3 \cdot (5 + 12)} = 1,17, \quad (6.1)$$

где A – длина помещения;

B – ширина помещения ;

$h = 3$ (м) – высота светильников над рабочей поверхностью.

В соответствии со Строительными нормами и правилами норма освещения рабочей зоны участка должна быть равна 300лк. Учитывая это, а

также место использования ламп наиболее предпочтительными являются люминесцентные лампы ЛД-40 мощностью 40 Вт каждая.

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

Определим необходимое число светильников в ряду по формуле:

$$N_c = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{\eta \cdot \Phi_l}, \quad (6.2)$$

где E – нормированная освещенность (лк),

$K_3 = 1,5$ – коэффициент запаса для светильников,

$S = 5 \cdot 12 = 60 \text{ м}^2$ – площадь участка сборки,

$z = 1,1$ – коэффициент неравномерности освещенности,

$\eta = 0,41$ – коэффициент использования светового потока.

$\Phi_l = 4500 \cdot 2 = 9000$ лм – световой поток одного светильника, при 2-х лампах в одном светильнике.

$$N = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 60 \cdot 1,1}{0,41 \cdot 9000} = 8,01 \text{ шт.}$$

Принимаем 8 светильников.

Расчитав количество светильников для участка сборки стенда создаём проектировочную схему расположения светильников и указываем расстояние между соседними светильниками L , от крайних светильников до стен l .

Величину L – принимаем равной 3 метрам. Величину l – принимаем равной 1 метру рисунок 15.

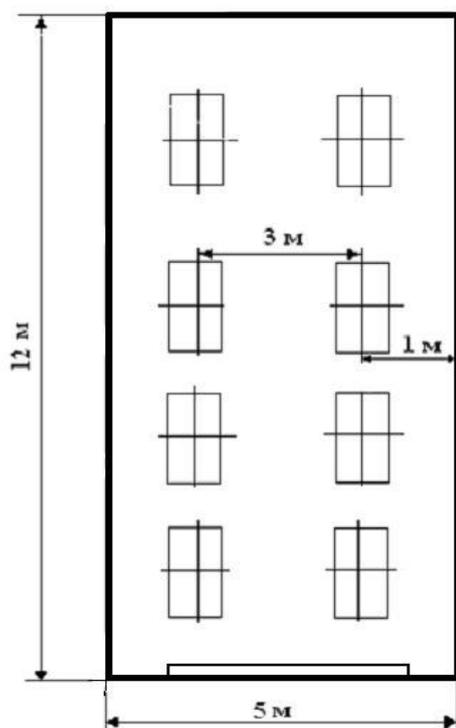


Рисунок 15 – Схема расположения светильников

6.5.2 Расчёт механической вентиляции

Определить потребный воздухообмен (W) из условий необходимости удаления из помещения выдыхаемого людьми углекислого газа CO_2 (G).

Условие задачи: В помещении работает 4 чел. (P). Работа лёгкая по степени физической тяжести. Пребывание постоянное.

Параметры, необходимые для решения задачи:

X_1 – концентрация CO_2 в приточном воздухе г/кг, л/м³ (в городах 0,90; 0,60);

X_2 – допустимая концентрация CO_2 в воздухе помещений (постоянного пребывания людей 1,5; 1,0);

G_r – выдыхаемая концентрация; г/ч; л/ч (при легкой физической работе 45; 30).

Решение:

$$W = \frac{G}{X_2 - X_1}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (6.3)$$

$$G = G_r \cdot P = 45 \cdot 4 = 180 \text{ г/ч.}$$

$$W = \frac{180}{1,5 - 0,9} = 300 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Вывод: в помещении необходимо обеспечить воздухообмен не менее рассчитанного потребного ($W=300 \text{ м}^3/\text{ч}$).

6.6 Экологическая экспертиза разрабатываемого объекта

На участке изготовления и сборки стенда, была проведена экологическая экспертиза. Основными отходами являются - твердые отходы содержащие амортизационный лом, металлическую стружку. Данные отходы утилизируются на пункты приёма лома. Остальные факторы вредного воздействия на окружающую среду показали, что вещества образующиеся при работе участка, находятся в пределах допустимой концентрации. Согласно ГОСТ17.2.3.02-78 проектируемый участок соответствует нормам и требованиям экологичности.

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 направление 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:

- 1) общая информация об объекте;
- 2) анализ опасности промышленного объекта;
- 3) обеспечение готовности промышленного объекта к ликвидации ЧС;
- 4) информирование общественности;
- 5) приложения, включающие план объекта и информационный лист.

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

6.8 Мероприятия по разработке безопасных условий труда при проведении испытаний

При работе со стендом следует соблюдать следующие меры безопасности:

Перед проведением эксперимента следует провести визуальный осмотр испытуемого элемента, на нем не должно быть трещин, разрушений.

Задать нагрузку нагружающим домкратом.

После проведения замеров сбросить давление в гидравлическом домкрате до полного снятия нагрузки с подвески.

6.9 Выводы по разделу

В рамках раздела «Безопасность и экологичность объекта» рассмотрены опасные и вредные производственные факторы и их воздействие на организм человека.

Разработаны следующие организационно - технические мероприятия по формированию безопасных условий труда:

- 1) Обеспечение электробезопасности на участке сборки стенда.
- 2) Обеспечение пожаробезопасности на участке сборки стенда.
- 3) Обеспечение безопасности при проведении эксперимента.

Также произведены инженерные расчеты искусственного освещения и механической вентиляции.

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

Инженерные расчеты показали, что в помещении необходимо обеспечить воздухообмен не менее рассчитанного.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте модернизирован стенд для определения характеристики вертикальной упругости передней подвески. В качестве аналога используется передняя подвеска переднеприводного легкового автомобиля ВАЗ-2170.

В работе выполнен краткий обзор существующих и перспективных конструкций стендов, проведен тягово-динамический расчет автомобиля, расчет топливно-экономической характеристики, а также определена жёсткость подвески по её характеристике.

Оценена экономическая эффективность проекта.

Рассмотрены безопасные условия труда на участке сборки стенда.

Данный стенд будет использоваться в Тольяттинском государственном университете на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей», в учебном процессе при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Теория 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 Капрова, 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. Капрова. 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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

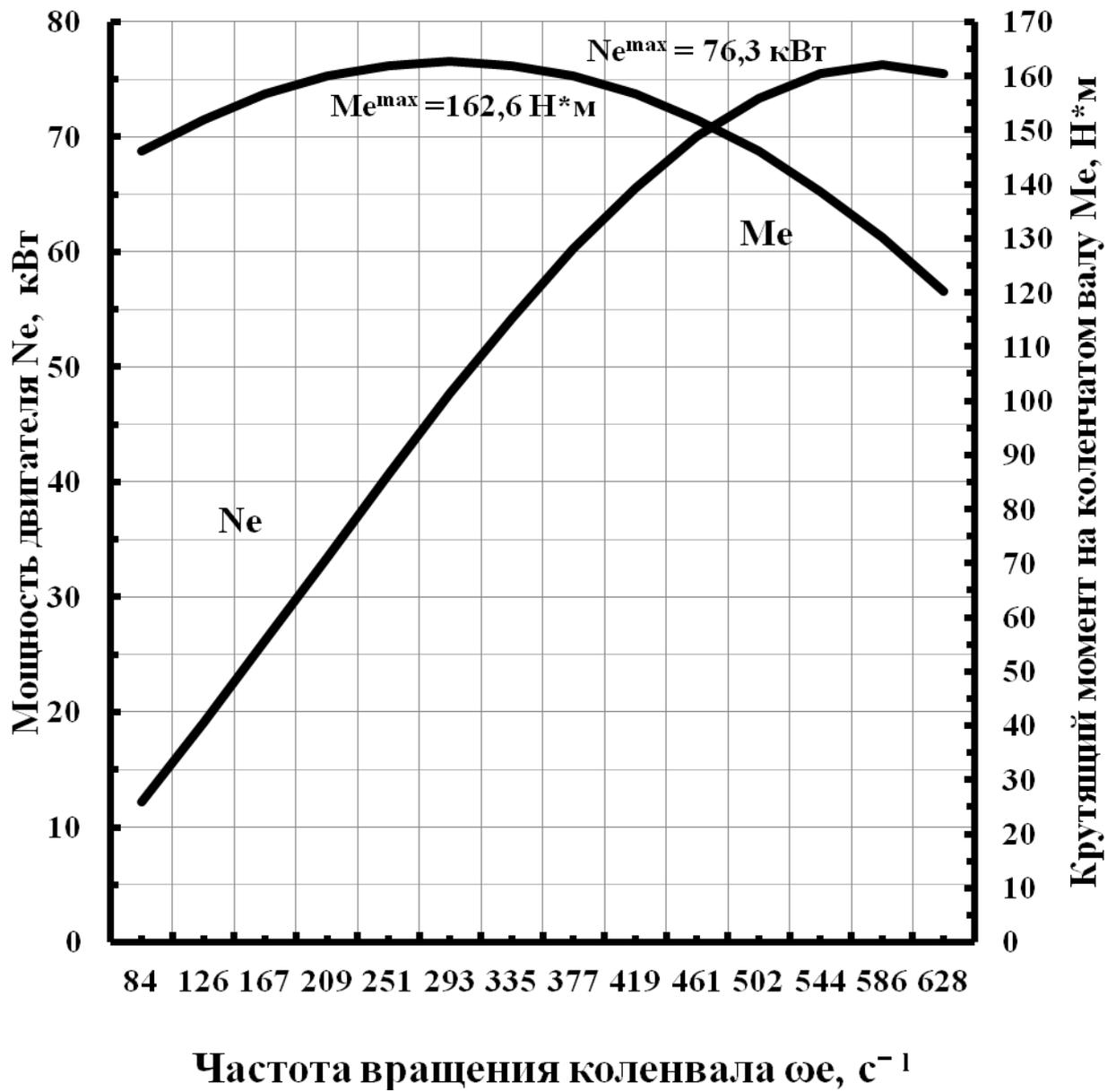


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика (ВСХ)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

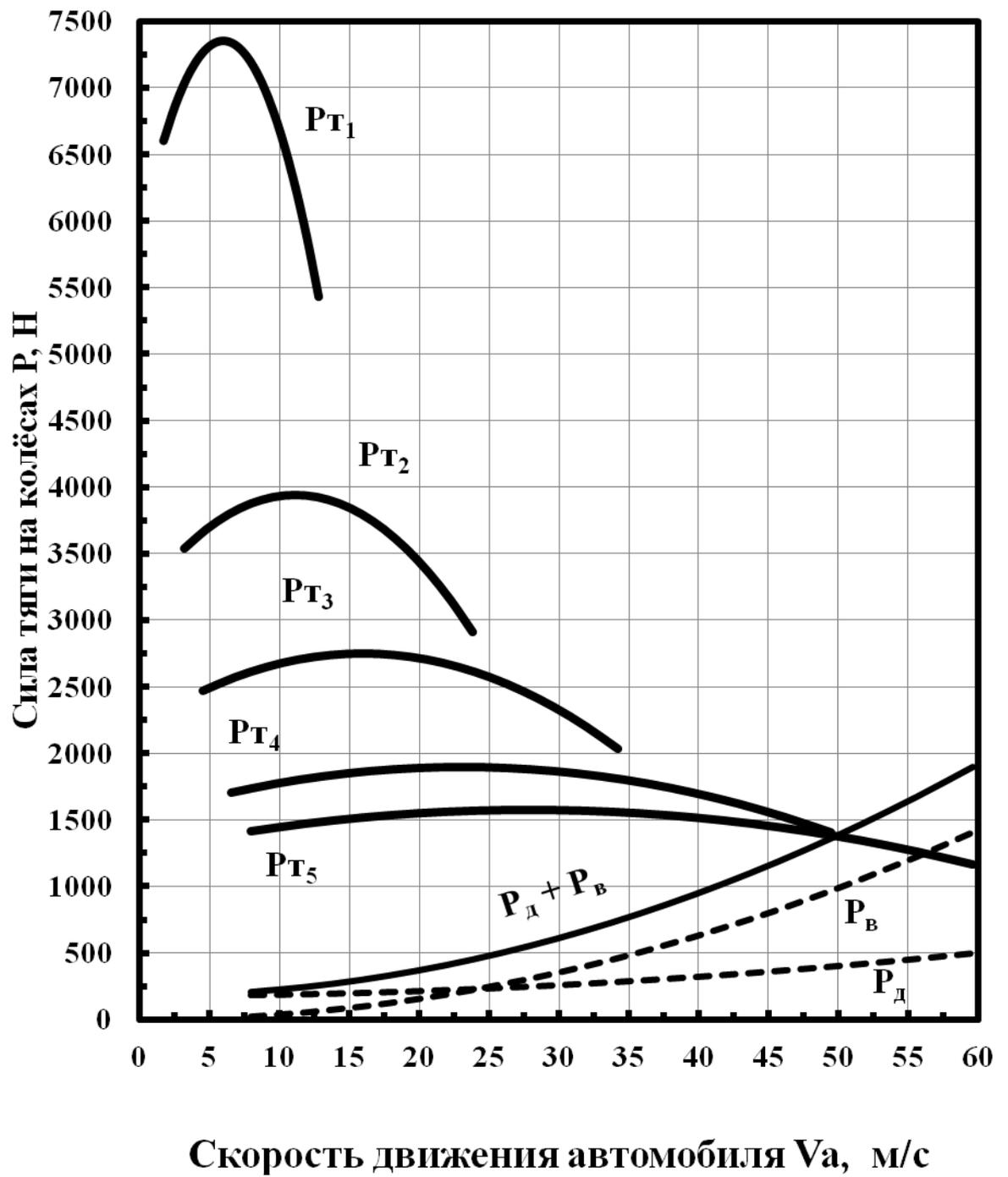


Рисунок А.2 – Тяговый баланс автомобиля

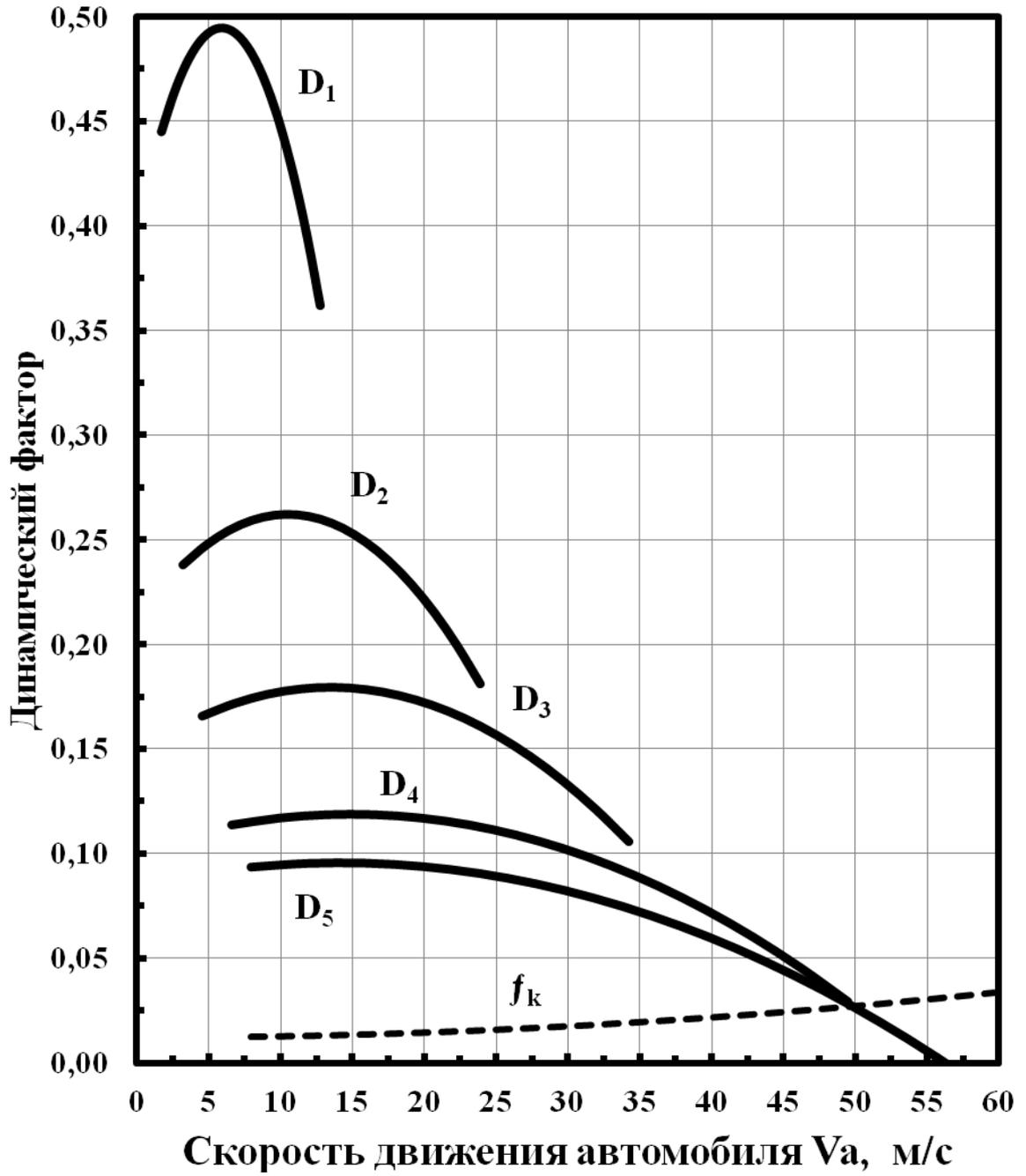


Рисунок А.3 – Динамическая характеристика автомобиля

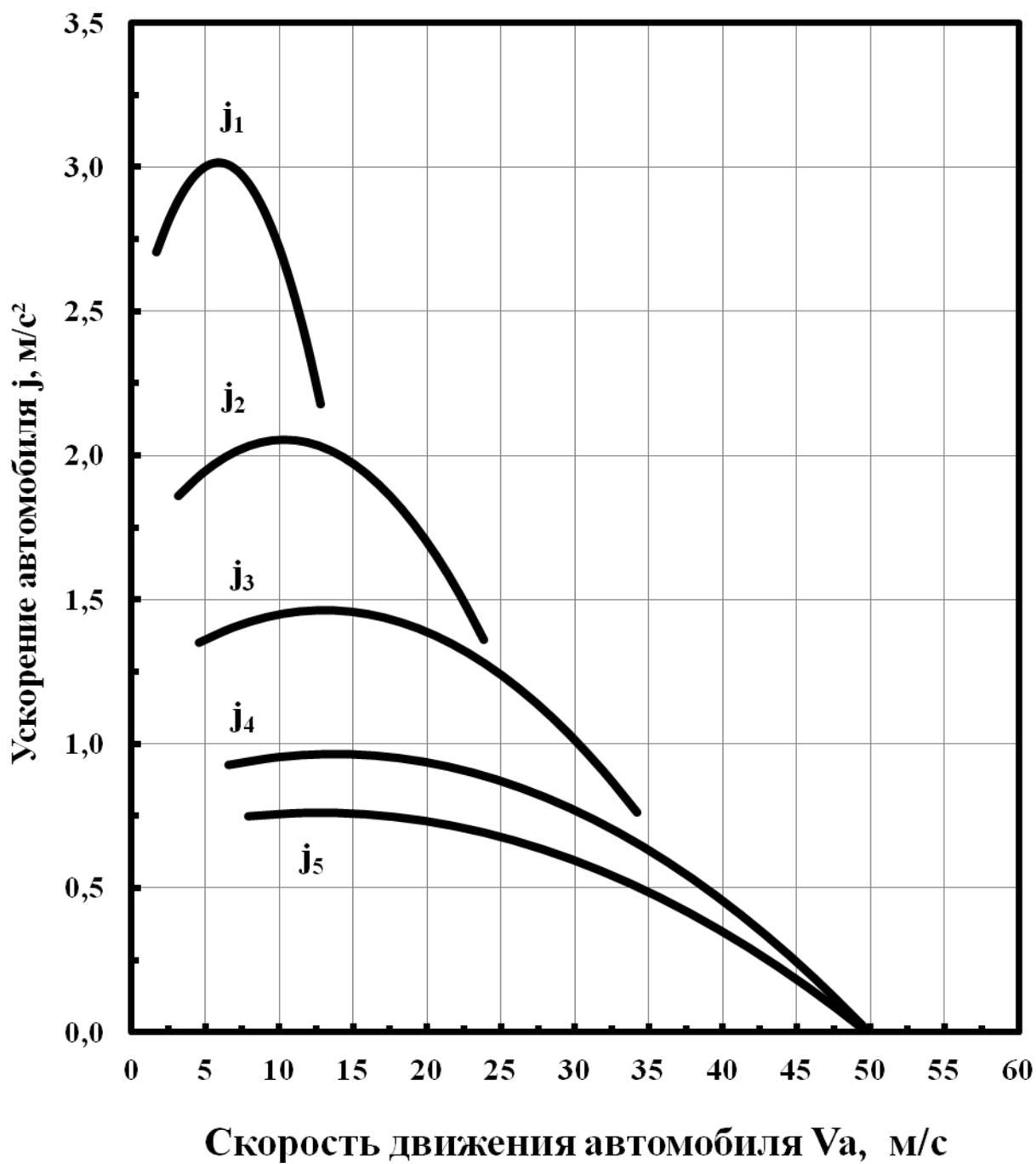


Рисунок А.4 – Ускорения автомобиля

ПРИЛОЖЕНИЕ А

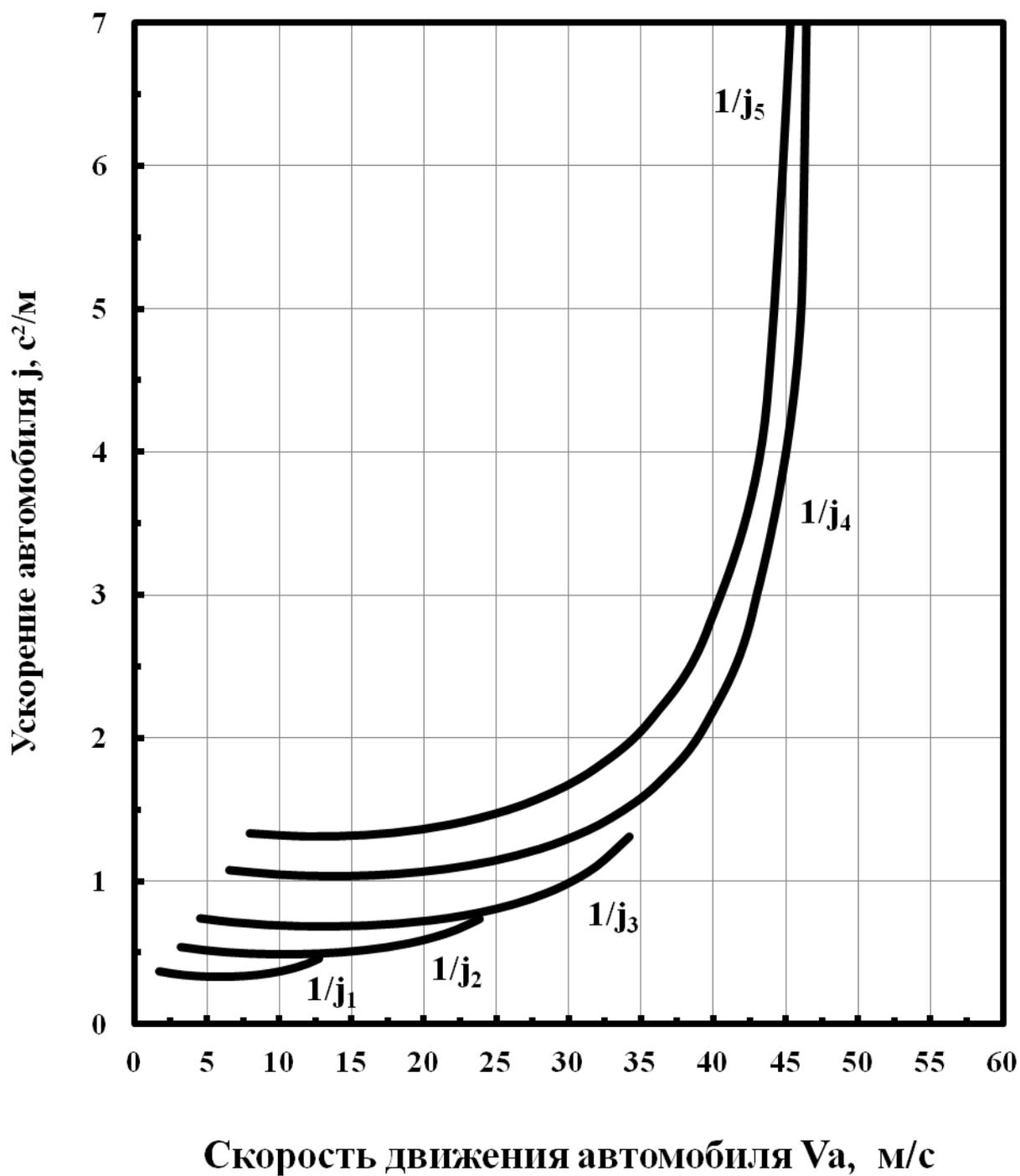


Рисунок А.5 – Обратные ускорения автомобиля

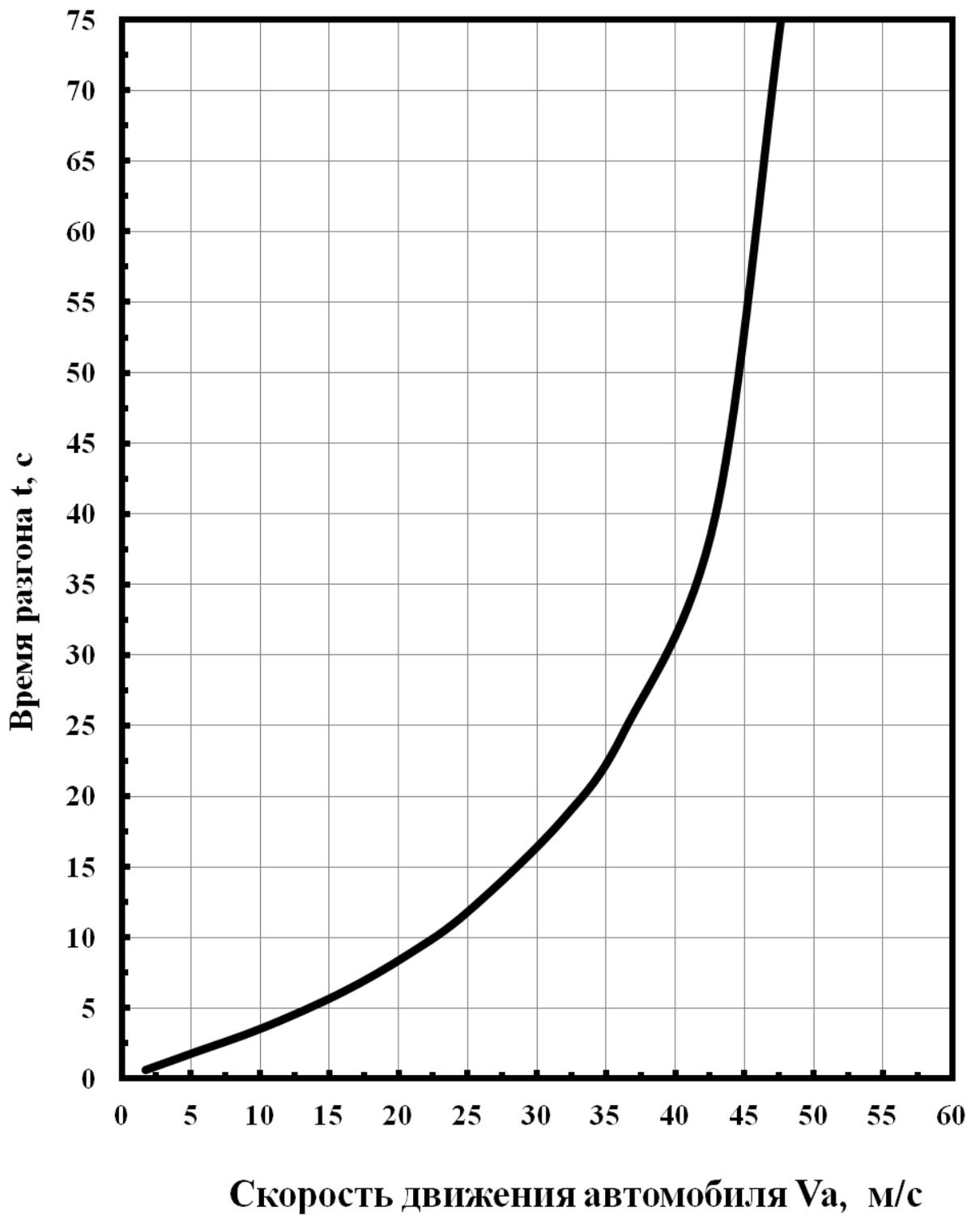


Рисунок А.6 – Время разгона автомобиля

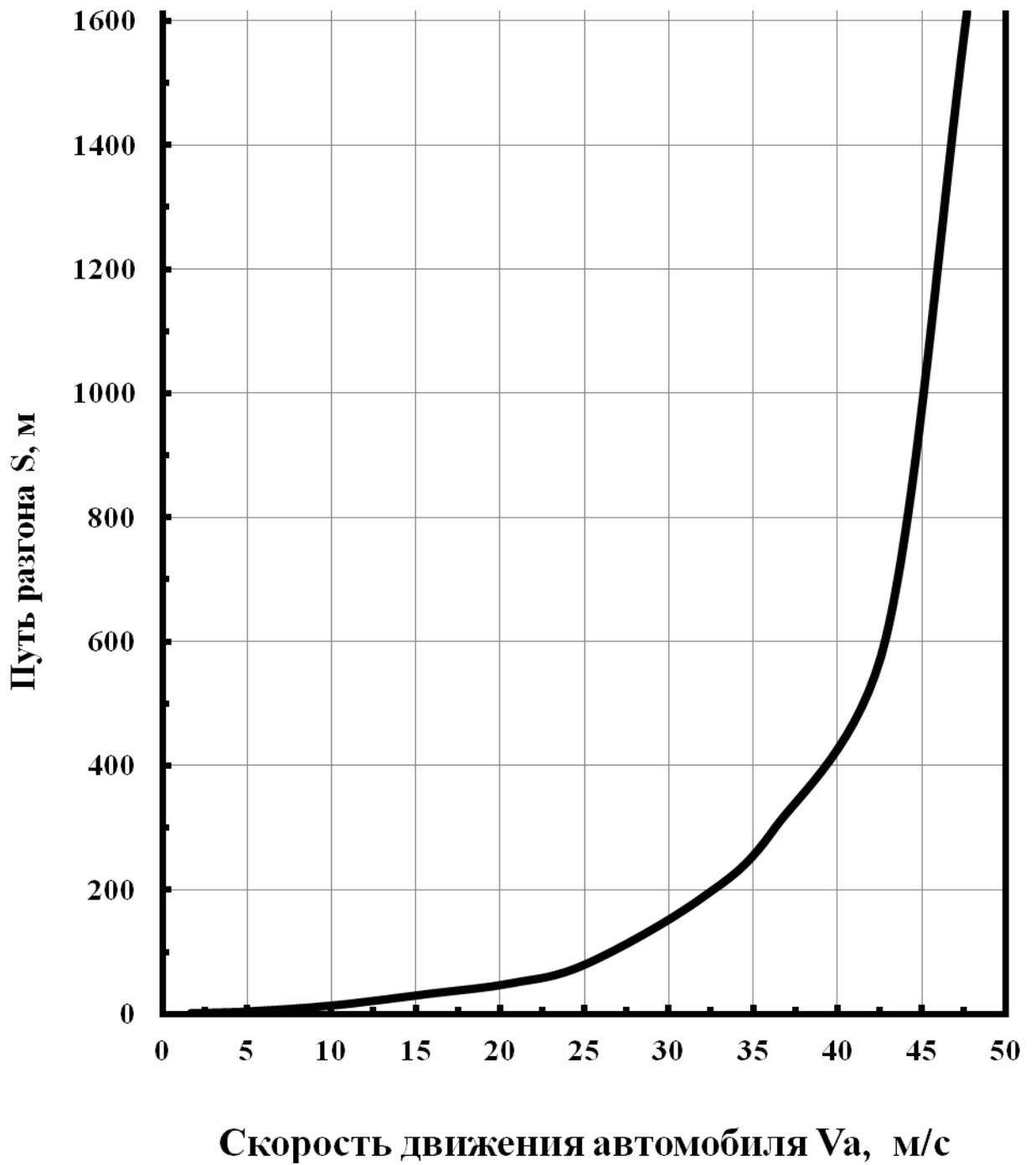


Рисунок А.7 – Путь разгона автомобиля

ПРИЛОЖЕНИЕ А

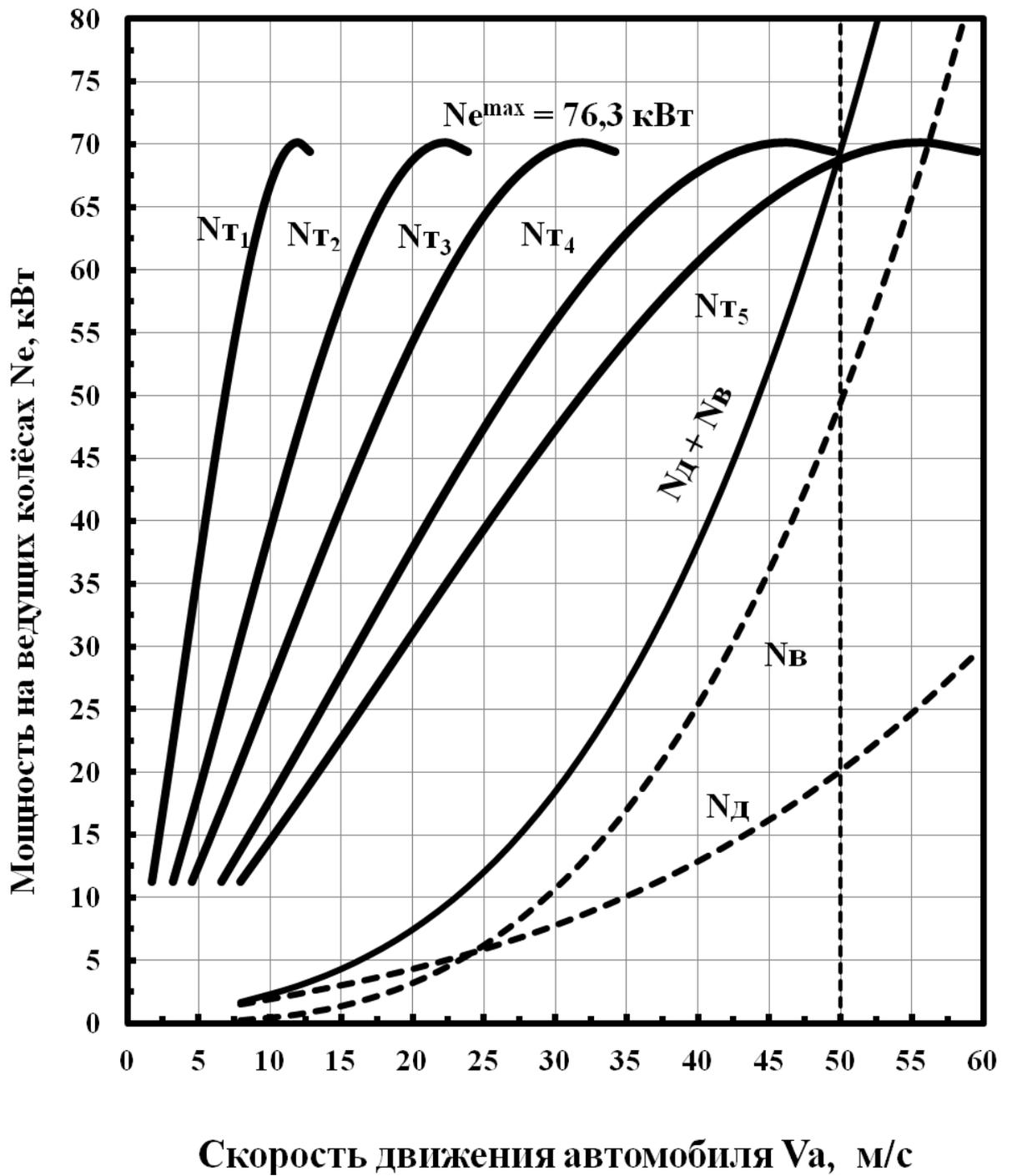


Рисунок А.8 – Мощностной баланс автомобиля

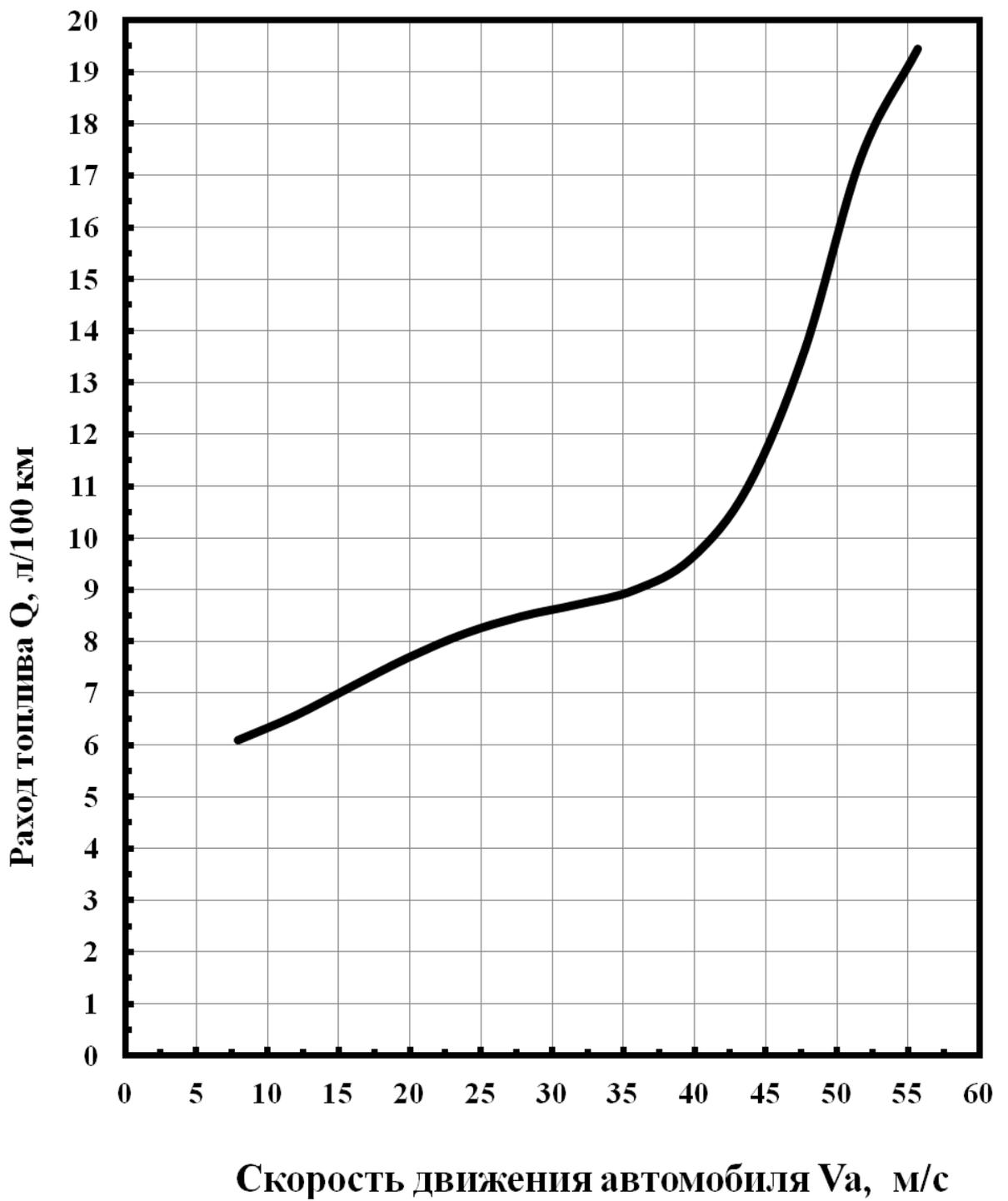


Рисунок А.9 – Расход топлива автомобиля

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

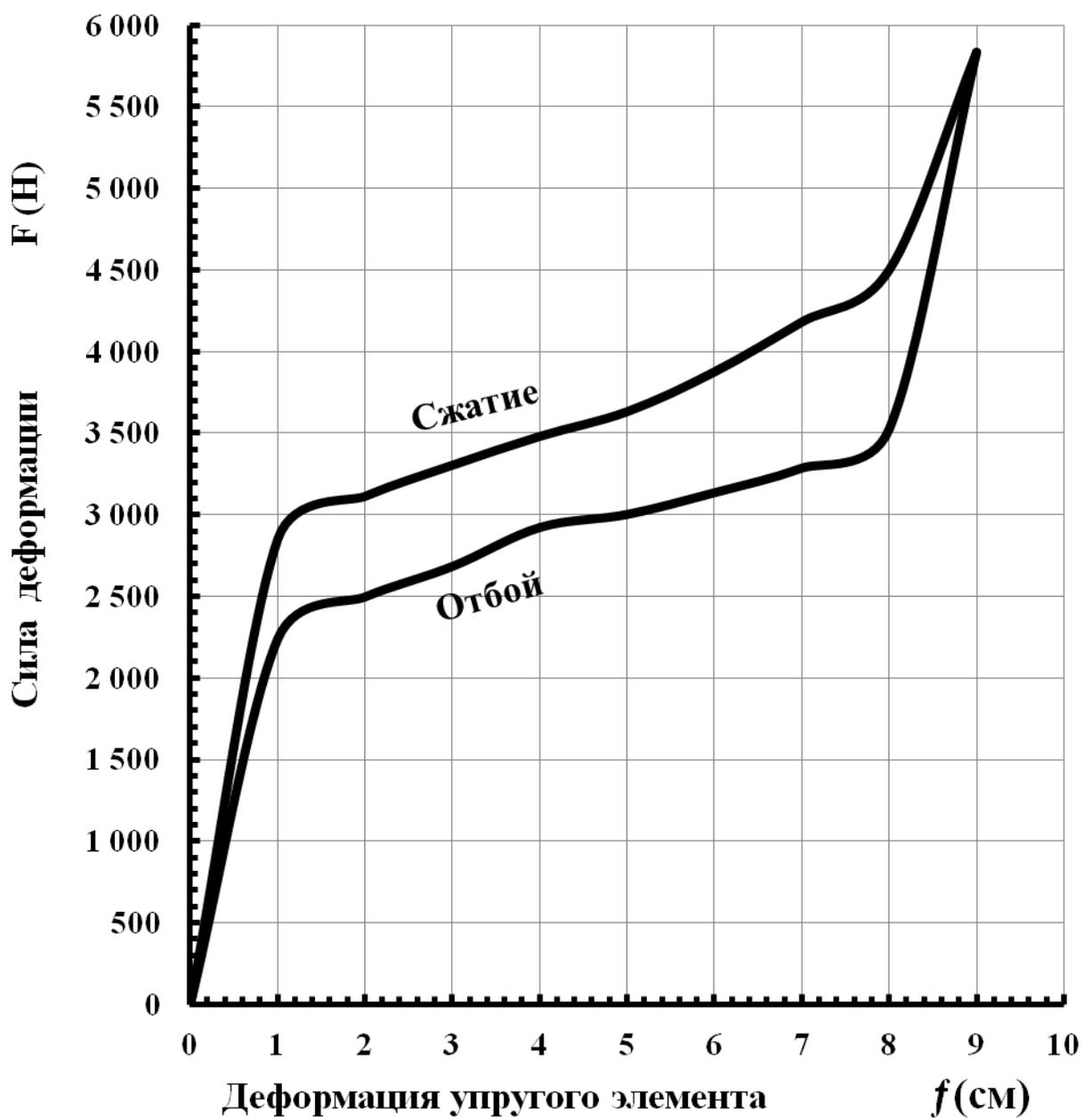


Рисунок Б.1 – График зависимости деформации подвески от приложенной к ней силы

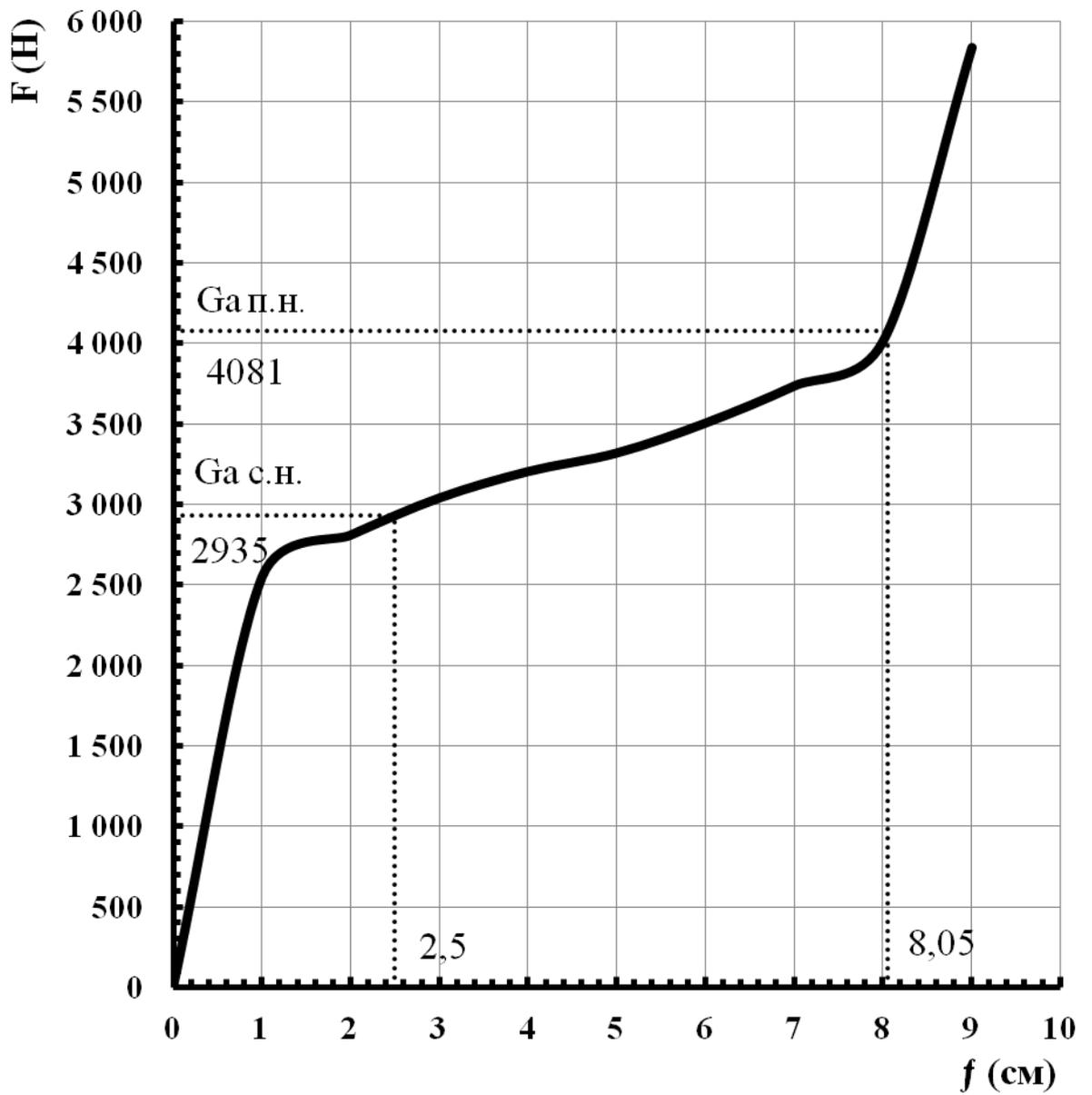


Рисунок Б.2 – График зависимости деформации подвески от приложенной к ней силы (по средней линии между линиями нагрузки и разгрузки)