

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
«02» февраля 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Зорин Вячеслав Александрович

1. Тема Стенд для определения коэффициента сцепления колес с дорогой

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

3. Исходные данные к дипломному проекту:

Длина - 4350 мм; ширина - 1680 мм; высота - 1420 мм; масса в снаряженном состоянии - 1088 кг; шины - 185/65 R14; коэффициент сопротивления качения - 0,012; коэффициент аэродинамического сопротивления - 0,32; коэффициент уклона i - 0,30; максимальная скорость - 180 км/ч.

Цель проекта: *Разработка стенда для определения коэффициента сцепления колес с дорогой и испытание его*

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

Разработка технологического процесса сборки передней подвески.

5. Анализ экономической эффективности объекта

Расчет себестоимости проектируемой конструкции передней подвески, расчет точки безубыточности, коммерческой и общественной эффективности проекта.

6. Безопасность и экологичность объекта

Выявление опасных производственных факторов и разработка мероприятий для обеспечения безопасных условий труда на рабочем месте, инженерные расчеты, экологическая экспертиза объекта.

Заключение

Список литературы

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

- **Спецификации**

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала:

Автомобиль. Общий вид. 1 лист ф. А1

Графики тягово-динамического расчета 1 лист ф.А1

Сборочные чертежи 3 листов формата A1

Детализовка 3 листов формата A1

Технологическая схема сборки разрабатываемого узла 1 лист ф. А1

Показатели экономической эффективности объекта 1 лист ф. А1

6. Консультанты по разделам

Технологическая /Исследовательская часть _____/_____/

Анализ экономической эффективности объекта _____/_____/

Безопасность и экологичность объекта _____/_____/

7. Дата выдачи задания «02» февраля 2016 г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

В.А.Зорин

Задание принял к исполнению

Л.А.Черепанов

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)
«02» февраля 2016г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения дипломного проекта

Студента Зорина Вячеслава Александровича
по теме Стенд для определения коэффициента сцепления колес с дорогой

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

Руководитель дипломного проекта

_____ (подпись)

Л.А. Черепанов

_____ (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ (подпись)

В.А. Зорин

_____ (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

дипломного проекта

студента Тольяттинского государственного университета

Зорин В.А.

«Стенд для определения коэффициента сцепления колес
с дорогой»

В данной работе был создан стенд предназначенный для определения силы и коэффициента сцепления колес с дорогой. Проведен тягово-динамический расчет автомобиля, рассчитаны конструкция и детали стенда на прочность и долговечность, так же проводились испытания с использованием стенда, проработаны вопросы безопасности и экологичности проекта согласно с имеющимися нормами и рассчитано его экономическое обоснование где было доказано целесообразность проекта.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Состояние вопроса	9
1.1 Сила и коэффициент сцепления колес автомобиля с дорогой.....	9
1.2 Требования предъявляемые к колесам	11
1.3 Классификация стендов.....	12
1.4 Обзор и тенденции развития стендов	13
1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции стенда.....	13
2 Защита интеллектуальной собственности	14
3 Конструкторская часть	15
3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля LADA PRIORA.....	15
3.2 Требования, предъявляемые к конструкции стенда.....	29
3.3 Конструкция стенда.....	30
3.4 Выбор деталей, подлежащих расчету	31
3.5. Расчёт сварного шва	31
4 Исследовательская часть	32
4.1 Виды динамометров.....	32
4.2 Материал для изготовления динамометра	33
4.3 Принцип работы стенда.....	35
4.4 Методика проведения исследования	35
5 Безопасность и экологичность проекта	37
5.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций.....	37
5.2 Опасные и вредные производственные факторы, имеющие место при выполнении операции сборки стенда	38
5.2.1 Механические травмы	38
5.2.2 Шум	38
5.2.3 Климатические условия	38
5.2.4 Поражение электрическим током	39

5.2.5 Токсичные вещества.....	39
5.2.6 Взрыво- и пожароопасность.....	39
5.3 Воздействие производственных факторов на организм работающих.....	41
5.4 Мероприятия по созданию безопасных условий труда.....	41
5.4.1. Организационные мероприятия.....	41
5.4.2. Планировочные мероприятия.....	42
5.4.3. Технические мероприятия.....	42
5.4.4 Разработка и подбор средств индивидуальной защиты.....	42
5.5 Обеспечение электробезопасности на производственном участке, рабочем месте.....	43
5.6 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке, рабочем месте.....	43
5.7 Экологическая экспертиза разрабатываемого объекта.....	44
5.8 Инженерные расчёты.....	44
5.9 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях.....	47
5.10 Влияние коэффициента сцепления шин на безопасное движение автомобиля.....	48
5.10.1 Нормативы.....	48
5.10.2 Типовые коэффициенты сцепления.....	48
5.10.3 Безопасность автомобиля при низком коэффициенте сцепления.....	48
6 Анализ экономической эффективности объекта.....	50
6.1 Составление сметы затрат на выполнение НИиОКР.....	50
6.2 Определение суммарной длительности НИиОКР. Нарастание технической готовности по этапам.....	52
6.3 Расчет амортизационных отчислений.....	58
6.4 Расчет показателей экономической эффективности НИиОКР.....	62
6.5 Анализ полученных экономических показателей.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	67
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	75

ВВЕДЕНИЕ

Сила сцепления с дорогой зависит от массы автомобиля, приходящейся на колеса и коэффициента сцепления. Для определения влияния состояния дороги на силу сцепления служит коэффициент сцепления, который определяют делением значения силы сцепления ведущих колес автомобиля на вес автомобиля, приходящейся на эти колеса. Коэффициент сцепления зависит от рисунка протектора и степени его износа, давления в шинах, скорости движения, вида покрытия дороги и от его состояния (наличия влаги, грязи, снега, льда);

Для определения силы сцепления создаются испытательные стенды - это комплексное объединение различного типа оборудования, в основе которых используется автомобиль с допустимой для испытаний массой и специально оборудованная датчиками тележка, служащая для сбора и последующего анализа информации. В большинстве случаев испытательные стенды предназначены для выяснения реакции объекта в нестандартных условиях при максимальных нагрузках.

В данном проекте была поставлена задача, создать стенд, для определения силы и коэффициента сцепления колес с дорогой, при этом будет отличаться от предыдущих моделей своей компактностью, оптимальному весу для данной конструкции, что поможет проводить испытания в закрытых помещениях без помощи специально оборудованного автомобиля. Все это дает возможность проводить более точные испытания и применять значительно меньше усилий.

1 Состояние вопроса

1.1 Сила и коэффициент сцепления колес автомобиля с дорогой

Под силой сцепления понимают силу, противодействующую скольжению колеса относительно поверхности дороги. Она равна силе трения, возникающей в месте контакта колеса с дорогой.

Сила сцепления:

$$F_{\text{сц}} = R_z \times \varphi, \quad (1.1)$$

где R_z — нормальная реакция дороги; φ — коэффициент сцепления.

Равномерное качение колеса без скольжения и буксования возможно только при выполнении условия $F_T \leq F_{\text{сц}}$. Если тяговая сила F_T больше силы сцепления, то автомобиль движется с пробуксовкой ведущих колес. Это происходит, например, тогда, когда при движении по сухой дороге он попадает на участок со скользким покрытием. Если же автомобиль стоял на месте, то не только движение, но и его трогание с места невозможны.

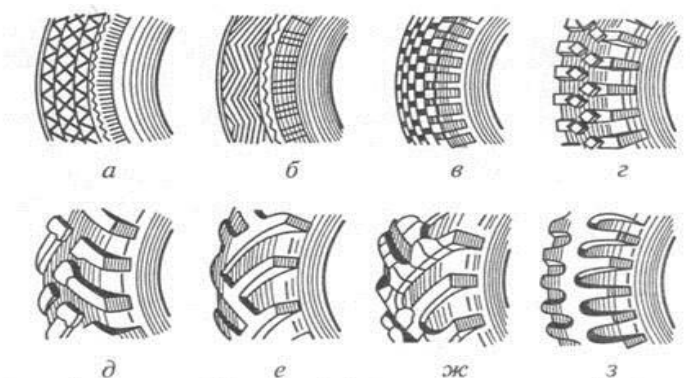
Коэффициент сцепления. Этот коэффициент во многом определяет значение силы сцепления. В зависимости от направления скольжения колеса относительно поверхности дороги различают коэффициенты продольного φ_x и поперечного φ_y сцепления. Коэффициенты зависят от одних и тех же факторов, и можно считать, что они практически равны ($\varphi_x = \varphi_y$).

На коэффициент продольного сцепления φ_x оказывают влияние многие конструктивные и эксплуатационные факторы. Он определяется экспериментально. В таблице 1 приведены средние значения φ_x .

Таблица 1 - Значения коэффициента сцепления колес с поверхностью

	Сухое	Мокрое
Асфальтобетонное шоссе	0,7...0,8	0,35...0,45
Дорога с щебенчатым покрытием	0,6...0,7	0,3...0,4
Грунтовая дорога	0,5...0,6	0,2...0,4
Снег	0,2	0,3
Лед	0,1	0,2

На рисунке 1.1 рассмотрим, как влияют различные конструктивные и эксплуатационные факторы на коэффициент продольного сцепления.



а, б - дорожный; в, г - универсальный; д - з - повышенной проходимости.

Рисунок 1.1 - Рисунки протектора шин

Дорожный рисунок протектора обеспечивает наибольший коэффициент сцепления на дорогах с твердым покрытием, универсальный — на дорогах смешанного типа, а рисунок протектора повышенной проходимости — в тяжелых дорожных условиях и по бездорожью. По мере изнашивания рисунка протектора значение коэффициента сцепления уменьшается.

Тип и состояние покрытия дороги.

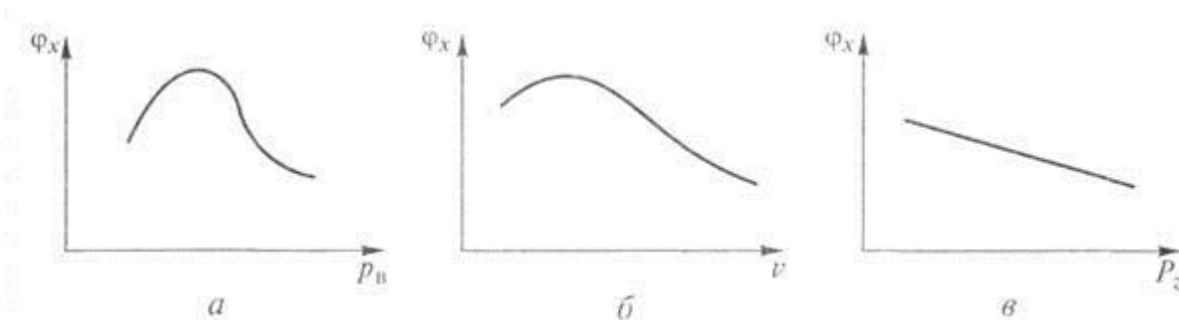
На сухих дорогах с твердым покрытием коэффициент сцепления имеет наибольшее значение, так как в этом случае он обуславливается не только трением скольжения, но и межмолекулярным взаимодействием материалов колеса и дороги (механическим зацеплением). На мокрых дорогах с твердым покрытием коэффициент сцепления существенно уменьшается (в 1,5 — 2 раза) по сравнению с сухими дорогами, так как между колесом и дорогой образуется пленка из частиц грунта и воды. На деформируемых дорогах коэффициент сцепления зависит от внутреннего трения в грунте и сопротивления грунта срезу.

Внутреннее давление воздуха в шине. При увеличении давления воздуха в шине (рис. 1.2, а) коэффициент сцепления сначала возрастает, а затем уменьшается.

Скорость движения. При увеличении скорости движения (рис. 1.2, б) коэффициент сцепления сначала возрастает, а потом падает.

Нагрузка на колесо. Увеличение вертикальной нагрузки на колесо (рис. 1.2, в) приводит к незначительному уменьшению коэффициента сцепления.

Коэффициент сцепления существенно влияет на безопасность движения. Его недостаточно высокое значение вызывает многочисленные аварии и несчастные случаи на дорогах. Как показали исследования, по этой причине происходит 15 % общего числа дорожно-транспортных происшествий, а в неблагоприятные периоды года — около 70 %. Исследованиями установлено, что для обеспечения безопасного движения значение коэффициента сцепления должно составлять не менее 0,4.



а - давление воздуха в шине; б - скорость движения; в - вертикальная нагрузка на колесо

Рисунок 1.2 - Зависимость коэффициента сцепления

1.2 Требования предъявляемые к колесам

При анализе и оценке колес, следует руководствоваться предъявляемыми к ним требованиями:

- 1) Обеспечение надежности работы машины в течение всего срока службы;
- 2) Колесо должно иметь минимальный вес;
- 3) Момент инерции, т.е. маховой момент колеса, должен быть как можно меньше;
- 4) Колесо должно иметь допустимые величины дисбаланса, радиального и осевого биения;
- 5) Колесо должно обеспечивать хороший отвод тепла;
- 6) Конструкция колеса должна обеспечивать минимальную трудоемкость монтажа и демонтажа шины на обод и установки колеса на автомобиль или трактор;
- 7) Для колес, предназначенных под установку бескамерных шин, обязательным требованием является герметичность обода, так как без этого вообще невозможна эксплуатация.

1.3 Классификация стендов

На стендах для исследования силы и коэффициента сцепления в зависимости от их назначения, определяют:

1. Сила и коэффициент сцепления;
 - А) Зависимость от нагрузки.
 - Б) Зависимость от давления в колесах.
 - В) Зависимость от поверхности покрытия.
 - Г) Зависимость от параметров колеса.

В большинстве случаев применяют универсальные стенды, на которых определяют несколько показателей. Так, например, на стенде для испытаний колес, определяют коэффициент сцепления.

Прошло уже очень много лет, когда был создан первый автомобиль. Технологии изготовления 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.

1.4 Обзор и тенденции развития стендов

Стенды можно квалифицировать так:

- 1) 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.
- 2) Для испытания сцеплений. Испытание ведомого диска. Испытания нажимного диска. Фрикционных накладок. Испытания на долговечность. Разомкнутыми и замкнутыми потоками мощности.
- 3) Для испытания коробок передач. Ресурсные испытания.
- 4) Для испытания приводных валов.
- 5) Для испытания элементов подвески. Пружин, амортизаторов, балок, салентблоков, рулевых наконечников, шаровых опор, рычагов и. т. д.

1.5 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции стенда

Целью данной работы, являлась разработка стенда для определения силы и коэффициента сцепления колёс с дорогой. 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 просто фиксировать необходимое. После проведения литературного анализа, аналога для проектируемой конструкции не обнаружилось. 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. Данная конструкция стенда отвечает всем назначениям и требованиям.

2 Защита интеллектуальной собственности

Не предусмотрена заданием на выполнение дипломного проекта.

3 Конструкторская часть

3.1 Тягово-динамический расчет автомобиля LADA PRIORA

Исходные данные:

Компоновочная схема автомобиля	Переднеприводный
Длина	4350мм
Ширина	1680мм
Высота	1420мм
Масса в снаряженном состоянии	1088кг
Шины	185/65 R14
Коэффициент сопротивления качению	0,012
Коэффициент аэродинамического сопротивления	0,32
Коэффициент уклона i	0,30
Максимальная скорость	180 км/ч

1. Подготовка исходных данных для тягового расчета

Полная масса автомобиля:

$$m_a = m_0 + m_{\text{ч}}(n) + m_{\text{б}}, \quad (3.1)$$

где m_a – снаряженная масса автомобиля;

m_0 – снаряженная масса автомобиля;

$m_{\text{ч}}$ – 75 кг масса человека;

n – число пассажиров, включая водителя;

$m_{\text{б}}$ – вес багажа по 10 кг на 1 пассажира.

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

Нагрузка по осям:

– нагрузка на заднюю ось 40%;

– нагрузка на переднюю ось 60%.

$$m_1 = 1513 \cdot 0,60 = 907,8 \text{ кг}$$

$$m_2 = 1513 \cdot 0,40 = 605,2 \text{ кг}$$

Подбор шин:

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H, \quad (3.2)$$

где d – посадочный диаметр шины;

λ_z – коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин.

$$\frac{H}{B} = 0,65 \text{ мм}$$

На дорогах с твердым покрытием $r_{см} \approx r_{\partial} \approx r_{к}$,

r_{∂} – динамический радиус колеса;

$r_{к}$ – радиус качения колеса;

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

Коэффициент обтекаемости:

$$k = \frac{c_x \cdot \rho}{2} \quad (3.3)$$

где ρ – плотность воздуха в нормальных условиях 760 мм.рт.ст.

$$\rho = 1,293$$

$$k = \frac{0,32 \cdot 1,293}{2} = 0,21$$

Лобовая площадь:

$$F = 0,8 \cdot B_r \cdot H_r, \quad (3.4)$$

где B_r – габаритная ширина автомобиля;

H_r – габаритная высота автомобиля.

$$F = 0,8 \cdot 1,680 \cdot 1,420 = 1,9 \text{ м}^2$$

КПД трансмиссии автомобиля примем $\eta_{тр} = 0,92$.

Коэффициент сопротивления качению:

$$f = f_0 \left(1 + \frac{V^2}{2000} \right) \quad (3.5)$$

где f_0 – коэффициент сопротивления качению автомобиля с малой скоростью;

V – скорость автомобиля в м/с.

$$V = \frac{180 \cdot 1000}{3600} = 50 \text{ м/с}$$

$$f = 0,012 \left(1 + \frac{50^2}{2000} \right) = 0,027$$

2. Определение передаточного числа главной передачи:

$$U_0 = \frac{r_k \cdot \omega_{max}}{U_k \cdot V_{max}} \quad (3.6)$$

где ω_{max} – максимальная угловая скорость коленчатого вала;

U_k – передаточное число высшей передачи, на которой достигается максимальная скорость автомобиля.

$$n_{max} = 5600 \text{ об/мин}$$

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

$$U_k = 0,78$$

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

3. Расчет внешней скоростной характеристики

Мощность двигателя при максимальной скорости:

$$N_v = \frac{1}{\eta_{тр}} \left(G_a \cdot \psi_v \cdot V_{max} + \frac{c_x \cdot \rho}{2} \cdot F \cdot V_{max}^3 \right) \quad (3.7)$$

где ψ_v – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля.

Полный вес автомобиля:

$$G_a = m_a \cdot g \quad (3.8)$$

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

$$\psi_v = f$$

$$N_v = \frac{1}{0,92} \left(14842,53 \cdot 0,027 \cdot 50 + \frac{0,32 \cdot 1,293}{2} \cdot 1,9 \cdot 50^3 \right) =$$

$$= 75145 \text{ Вт}$$

Максимальная мощность двигателя:

$$N_{max} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3} \quad (3.9)$$

где a, b, c – эмпирические коэффициенты

$$a = b = c = 1;$$

$\lambda = \frac{\omega_{max}}{\omega_N}$ - отношение частоты вращения коленчатого вала при максимальной скорости к частоте вращения коленчатого вала при максимальной мощности.

Принимаем $\lambda = 1,15$.

$$\omega_N = \frac{\omega_{max}}{\lambda} \quad (3.10)$$

$$\omega_N = \frac{586,43}{1,15} = 509,94 \text{ рад/сек}$$

$$N_{max} = \frac{75145}{1 \cdot 1,15 + 1 \cdot 1,15^2 - 1 \cdot 1,15^3} = 78965 \text{ Вт}$$

Рассчитываем внешнюю скоростную характеристику:

$$N_e = N_{max} \left(a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right) \quad (3.11)$$

где ω_e – текущее значение угловой скорости коленчатого вала (рад/сек);

N_e – текущее значение эффективной мощности двигателя (Вт).

Для построения кривой эффективного момента двигателя применим формулу:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (3.11)$$

Выбрав 7 значений в диапазоне $\omega_{min} \dots \omega_{max}$, рассчитаем зависимости $N_e(\omega_e)$ и $M_e(\omega_e)$. Результаты расчётов сводим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1

n, об/мин	800	1600	2400	3200	4000	4800	5600
w	83,78	167,55	251,33	335,1	418,88	502,66	586,43
Ne	14754,72	31669,19	48646,52	63582,11	74378,62	78932,97	75145,1
M	176,11	189,01	193,55	189,74	177,57	157,03	128,14

По данным таблицы 3.1 строим внешнюю скоростную характеристику двигателя, представленную в Приложении А на рисунке А.1.

4. Определение передаточных чисел коробки передач.

Определим передаточное число первой передачи:

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \geq G_a \cdot \psi_{\max}, \quad \text{или } U_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0} \quad (3.12)$$

где U_0 — передаточное число главной передачи;

U_1 — передаточное число коробки передач при включенной первой передаче.

Во избежание буксования ведущих колес тяговая сила на первой передаче должна быть меньше силы сцепления колес с дорогой:

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \leq G_{\text{сц}} \cdot \varphi, \quad \text{или } U_1 \leq \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0} \quad (3.13)$$

где $G_{\text{сц}}$ — сцепной вес автомобиля;

φ — коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой.

$$G_{\text{сц}} = m_1 \cdot G_1 = 907,8 \cdot 9,81 = 8905,52 \quad (3.14)$$

где G_1 — вес, приходящийся на переднюю ось автомобиля;

m_1 — коэффициент перераспределения нагрузки на передние колеса

$m_1 = 0,9$;

$\varphi = 0,7$ (сухое асфальтированное шоссе в состоянии).

$$G_{\text{сц}} = 8905,52 \cdot 0,9 = 8014,97 \text{ Н} \quad (3.15)$$

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

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

Примем $U_1 = 2,0$.

Передаточные числа для пятиступенчатой коробки передач:

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

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

$$U_4 = 1$$

$$U_5 = 0,78$$

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

Произведем расчет скорости автомобиля для каждой передачи:

$$V = \frac{r_k \cdot \omega_e}{U_0 \cdot U_n} \quad (3.16)$$

где U_n – передаточное число коробки передач;

ω_e – текущие значения угловой скорости вала.

Таблица 3.2

н, об/мин	I	II	III	IV	V
800	2,79	3,50	4,46	5,57	7,14
1600	5,57	7,01	8,91	11,14	14,29
2400	8,36	10,51	13,37	16,71	21,43
3200	11,14	14,02	17,83	22,29	28,57
4000	13,93	17,52	22,29	27,86	35,72
4800	16,71	21,03	26,74	33,43	42,86
5600	19,50	24,53	31,20	39,00	50,00

5. Тяговый баланс автомобиля

Уравнение тягового баланса:

$$P_T = P_d + P_B + P_{и} \quad (3.17)$$

где P_T – сила тяги;

P_d – сила дорожного сопротивления;

P_B – сила сопротивления воздуха;

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

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

$$P_{\tau} = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{\text{тр}}}{r_k} \quad (3.18)$$

где U_k – передаточное число коробки передач;

M_e – величина эффективного момента двигателя (Нм).

Сила сопротивления дороги:

$$P_d = G_a \cdot \psi \quad (3.19)$$

где ψ – коэффициент сопротивления дороги

$\psi = i + f$, т.е.

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

Сила сопротивления воздуха:

$$P_b = \frac{c_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2}{2} \quad (3.20)$$

Рассчитаем тяговую силу на ведущих колесах автомобиля. Результаты расчетов сводим в таблицу 3.3.

Таблица 3.3

п, об/мин	I	II	III	IV	V
800	4872	3874	3045	2436	1900
1600	5229	4157	3268	2615	2039
2400	5355	4257	3347	2677	2088
3200	5249	4173	3281	2625	2047
4000	4913	3906	3070	2456	1916
4800	4344	3454	2715	2172	1694
5600	3545	2818	2216	1773	1399

Рассчитываем силу сопротивления воздуха и силу дорожного сопротивления.

Таблица 3.4

п, об/мин	P_{ϵ}	P_{δ}	$P_{\text{сум}}$
800	20	178	198
1600	82	193	275
2400	183	223	406
3200	326	252	578
4000	509	297	806
4800	733	341	1074
5600	998	401	1399

Полученные значения силы тяги на ведущих колесах вносим в таблицу 3.4 и по ним строим график тягового баланса, приведенный на рисунке А.2 в Приложении А.

Рассчитаем сопротивление воздуха на каждой передаче и результаты расчетов сведем в таблицу 3.5.

Таблица 3.5

I		II		III		IV		V	
$v, \text{м/с}$	P_{ϵ}	$v, \text{м/с}$	P_{ϵ}	$v, \text{м/с}$	P_{ϵ}	$v, \text{м/с}$	P_{ϵ}	$v, \text{м/с}$	P_{ϵ}
2,79	3	3,50	5	4,46	8	5,57	12	7,14	20
5,57	12	7,01	20	8,91	32	11,14	50	14,29	82
8,36	28	10,51	44	13,37	71	16,71	111	21,43	183
11,14	50	14,02	78	17,83	127	22,29	198	28,57	326
13,93	77	17,52	122	22,29	198	27,86	310	35,72	509
16,71	111	21,03	176	26,74	285	33,43	446	42,86	733
19,50	152	24,53	240	31,20	388	39,00	607	50,00	998

6. Динамическая характеристика автомобиля.

Динамический фактор на соответствующей передаче:

$$D = \frac{P_T - P_{\epsilon}}{G_a} \quad (3.21)$$

где P_{ϵ} – сила сопротивления воздуха;

P_m – тяговая сила на ведущих колесах автомобиля;

G_a – полный вес автомобиля.

Рассчитаем динамический фактор на каждой передаче:

Таблица 3.6

n, об/мин	I	II	III	IV	V
800	0,328	0,261	0,205	0,163	0,127
1600	0,351	0,279	0,218	0,173	0,132
2400	0,359	0,284	0,221	0,173	0,128
3200	0,350	0,276	0,212	0,163	0,116
4000	0,326	0,255	0,194	0,145	0,095
4800	0,285	0,221	0,164	0,116	0,065
5600	0,229	0,174	0,123	0,079	0,026

Данные по расчётам заносим в таблицу 3.6. По данным силового баланса рассчитываем и строим динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора D от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данная характеристика представлена в Приложении А на рисунке А.3.

7. Разгон автомобиля

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

Ускорение находят из выражения:

$$J = \frac{(D - f) \cdot g}{\delta_{вр}} \quad (3.22)$$

где $\delta_{вр}$ – коэффициент учета вращающихся масс.

$$\delta_{вр} = 1 + \frac{(I_m \cdot \eta_{тр} \cdot U_{тр}^2 + I_k) \cdot g}{G_a \cdot r_k^2} \quad (3.23)$$

где I_M – момент инерции вращающихся частей двигателя;

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

I_k – суммарный момент инерции ведущих колес.

Определим коэффициент вращающихся масс по формуле:

$$\delta_{\text{вр}} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_k^2) \quad (3.24)$$

где δ_1 – коэффициент учета вращающихся масс колес;

δ_2 – коэффициент учета вращающихся масс двигателя.

Примем $\delta_1 = \delta_2 = 0,04$.

Рассчитаем коэффициент вращающихся масс на каждой передаче.

Таблица 3.7

I	II	III	IV	V
1,20	1,14	1,10	1,08	1,06

Коэффициент сопротивления качению на каждой передаче:

$$f = f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000} \right) \quad (3.25)$$

$$f_0 = 0,012$$

Таблица 3.8

n, об/мин	I	II	III	IV	V
800	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
1600	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013
2400	0,012	0,013	0,013	0,014	0,015
3200	0,013	0,013	0,014	0,015	0,017
4000	0,013	0,014	0,015	0,017	0,020
4800	0,014	0,015	0,016	0,019	0,023
5600	0,014	0,016	0,018	0,021	0,027

Рассчитаем ускорения автомобиля на каждой передаче, а результаты сведем в таблицу.

Таблица 3.9

п, об/мин	I	II	III	IV	V
800	2,58	2,14	1,71	1,37	1,05
1600	2,77	2,29	1,83	1,45	1,09
2400	2,83	2,33	1,85	1,45	1,05
3200	2,76	2,26	1,77	1,35	0,91
4000	2,56	2,07	1,59	1,16	0,69
4800	2,22	1,77	1,31	0,89	0,38
5600	1,75	1,36	0,94	0,52	0,16

Полученные значения ускорения вносим в таблицу 3.9 и по ним строим график тягового баланса, приведенный на рисунке А.4 в Приложении А.

Рассчитаем обратные ускорения.

Поскольку при скоростях близких к максимальной ускорение стремится к нулю, то для расчёта обратных ускорений ограничиваются скоростью:

$$V=(0,8\dots 0,9)V_{\max}.$$

Таблица 3.10

п, об/мин	I	II	III	IV	V
800	0,39	0,47	0,58	0,73	0,95
1600	0,36	0,44	0,55	0,69	0,91
2400	0,35	0,43	0,54	0,69	0,95
3200	0,36	0,44	0,57	0,74	1,10
4000	0,39	0,48	0,63	0,86	1,44
4800	0,45	0,56	0,76	1,13	2,60
5600	0,57	0,74	1,07	1,92	5,00

Полученные значения обратного ускорения вносим в таблицу 3.10 и по ним строим график тягового баланса, приведенный на рисунке А.5 в Приложении А.

8. Время и путь разгона автомобиля

Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом.

Интегрирование заменяем суммой конечных величин.

$$v_{\min} = 2,79 \text{ м/с}$$

$$v_{\max} = 50 \text{ м/с}$$

$$50 - 2,79 = 47,21$$

$$47,21/8 = 5,90$$

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

$$t = 0,35 \cdot 5,90 = 2,07 \text{ с}$$

$$t = (0,3 \cdot 5,90) + 2,07 = 3,84 \text{ с}$$

$$t = (0,45 \cdot 5,90) + 3,84 = 6,49 \text{ с}$$

$$t = (0,7 \cdot 5,90) + 6,49 = 10,62 \text{ с}$$

$$t = (1,1 \cdot 5,90) + 10,62 = 17,11 \text{ с}$$

$$t = (1,8 \cdot 5,90) + 17,11 = 27,74 \text{ с}$$

$$t = (2,95 \cdot 5,90) + 27,74 = 45,14 \text{ с}$$

$$t = (5 \cdot 5,90) + 45,14 = 74,65 \text{ с}$$

Таблица 3.11

Диапазон скоростей, м/с	Время, с	$1/J$
0 - 8,69	2,07	0,35
0 - 14,59	3,84	0,3
0 - 20,49	6,49	0,45
0 - 26,40	10,62	0,7
0 - 32,30	17,11	1,1
0 - 38,20	27,74	1,8
0 - 44,10	45,14	2,95
0 - 50,00	74,65	5

Путь разгона:

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

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

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

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

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

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

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

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

Строим график зависимости времени разгона от скорости автомобиля, представленный на рисунке А.5 Приложения А.

Значение t возьмем из таблицы.

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

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

$$S_2 = 11,64 \cdot (3,84 - 2,07) + 9 = 29,6 \text{ м}$$

$$S_3 = 17,54 \cdot (6,49 - 3,84) + 29,6 = 76,1 \text{ м}$$

$$S_4 = 23,44 \cdot (10,62 - 6,49) + 76,1 = 172,9 \text{ м}$$

$$S_5 = 29,35 \cdot (17,11 - 10,62) + 172,9 = 363,4 \text{ м}$$

$$S_6 = 35,25 \cdot (27,74 - 17,11) + 363,4 = 738,1 \text{ м}$$

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

$$S_8 = 47,05 \cdot (74,65 - 45,14) + 1454,1 = 2842,5 \text{ м}$$

Таблица 3.12

$v, \text{ м/с}$	$S, \text{ м}$	Время, с
0 - 8,69	9	2,07
0 - 14,59	29,6	3,84
0 - 20,49	76,1	6,49
0 - 26,40	172,9	10,62
0 - 32,30	363,4	17,11
0 - 38,20	738,1	27,74
0 - 44,10	1454,1	45,14
0 - 50,00	2842,5	74,65

На основании таблицы 3.12 строим графики зависимости пути разгона от скорости, представленный рисунком А6 Приложения А.

9. Мощностной баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса:

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{п} + N_{в} + N_{и} \quad (3.26)$$

где N_T – тяговая мощность, или мощность подводимая к ведущим колесам;
 $N_{тр}$ – мощность, теряемая в агрегатах трансмиссии;
 $N_f = P_f \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивлению качения колес;
 $N_{п} = P_{п} \cdot V$ – мощность, затрачиваемая на преодоление сил сопротивления подъему;
 $N_{в} = P_{в} \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление силы сопротивления воздуха;
 $N_{и} = P_{и} \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление силы сопротивления инерции;
 $N_{д} = P_{д} \cdot V = N_f + N_{п}$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления дороги.

Составим таблицу:

Таблица 3.13

$v, м/с$	7,14	14,29	21,43	28,57	35,72	42,86	50,00
$N_{ε}, кВт$	14754,72	31669,19	48646,52	63582,11	74378,62	78932,97	75145,1
$N_m, кВт$	13574,34	29135,65	44754,80	58495,54	68428,33	72618,33	69133,49
$N_{ε}, кВт$	142,87	1171,45	3921,59	9314,48	18179,16	31415,55	49901,44
$N_{δ}, кВт$	1272,32	2756,48	4771,05	7209,29	10602,13	14631,16	20038,08
$N_{ε} + N_{δ}$	1415,18	3927,94	8692,64	16523,77	28781,29	46046,71	69939,52
$(N_{ε} + N_{δ})/N_m$	0,10	0,13	0,19	0,28	0,42	0,63	1,01

По данным таблицы 3.13 строим график мощностного баланса, приведенный в Приложении А на рисунке А.7.

10. Топливо-экономическая характеристика

$$q_{п} = \frac{k_{ск} \cdot k_{и} \cdot (P_{д} + P_{и}) \cdot g_{εmin} \cdot 1,1}{36000 \cdot \rho_{т} \cdot \eta_{тр}} \quad (3.27)$$

где $k_{ск}$ – коэффициент учитывающий изменение эффективного расхода топлива в зависимости от ω ;

k_H – коэффициент учитывающий изменение эффективного расхода топлива в зависимости от N ;

g_{emin} – минимальный эффективный расход топлива. Принимаем равным 340 г/кВт ч;

ρ_T – плотность топлива. Принимаем равной 0,72 кг/л.

Коэффициенты k_{CK} и k_H определяем по графикам.

Таблица 3.14

$V, \text{ м/с}$	7,14	14,29	21,43	28,57	35,72	42,86	50,00
$\omega_\varepsilon/\omega_N$	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,15
k_{CK}	1,12	1,03	0,99	0,97	0,96	1,01	1,11
$(N_\varepsilon + N_\partial)/N_m$	0,10	0,13	0,19	0,28	0,42	0,63	1,01
k_u	2,50	2,45	2,00	1,55	1,25	0,95	1,00
q_H	8,70	10,88	12,60	13,64	15,17	16,17	24,35

Результаты расчётов сводят в таблицу 3.14. и представляем в виде графика зависимости путевого расхода топлива от скорости движения автомобиля, представленным рисунком А.8 в Приложении А.

3.2 Требования, предъявляемые к конструкции стенда

Требования, предъявляемые к стенду:

1. Балки, элементы подвески и площадка нагружения должны быть изготовлены из жёсткого и прочного материала.
2. При нагружении площадки конструкция стенда не должна деформироваться при допустимых максимальных нагрузках.
3. Все элементы стенда должны быть безопасны для работающих на нем.
4. Усилие при приведении стенда в движение не должно превышать допусаемых усилий при ручном труде.

3.3 Конструкция стенда

Стенд представляет собой тележку с площадкой для нагружения. Он состоит из элементов подвески, колес, балок, кронштейнов, рычагов, амортизаторов, тормозных механизмов. Для проведения исследований нагружается верхняя площадка стенда, также регулируется давление в шинах. В качестве измерительной аппаратуры применяется динамометр, весы.

Принят следующий вариант конструкции (рис. 3.1):

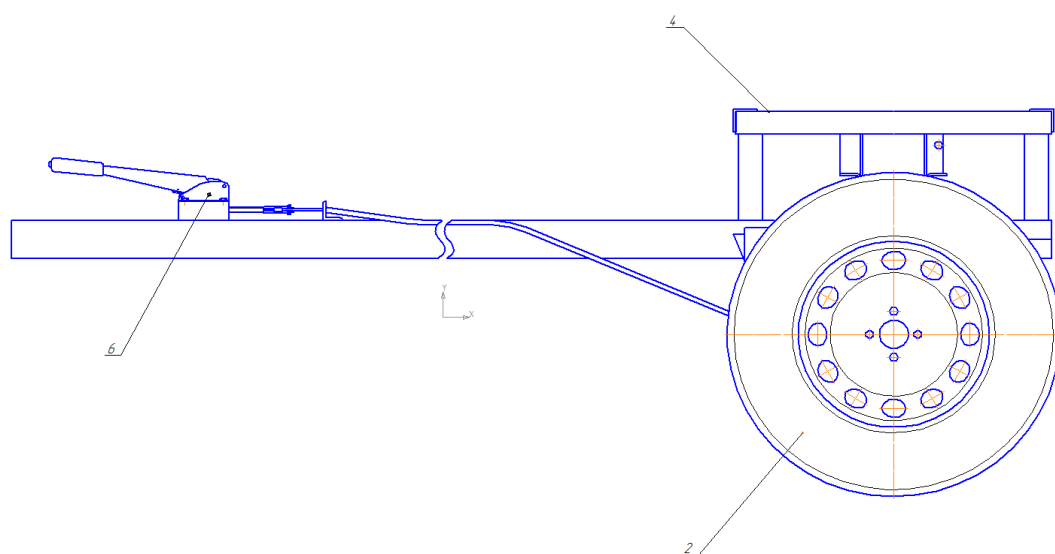


Рисунок 3.1 - Конструкция стенда

Основные элементы стенда для определения силы и коэффициента сцепления колес с дорогой (рис.3.1):

- 1) Амортизатор с пружиной;
- 2) Колесо;
- 3) Элементы подвески;
- 4) Площадка нагружения;
- 5) Тормозной механизм;
- 6) Привод тормозного механизма.

3.4 Выбор деталей, подлежащих расчету

Площадка нагружения изготовлена частично сварного типа из листов металла 65x25, сталь 10, толщина стенки 3мм. Материал элементов рамы выбраны с заведомо большим запасом прочности и в расчете не нуждаются, тем не менее конструкция содержит множество сварных соединений, от которых зависит прочность конструкции стенда в целом. Для этого необходимо произвести их расчет.

3.5. Расчёт сварного шва

Каркас стенда выполнен из уголков профильного сечения, который имеет стыковое сварное соединение с косым швом между собой.

Допускаемое усилие для соединения при растяжении: $P_1 = [\sigma_p'] * l * S / \sin \beta$.

Допускаемое усилие для соединения при сжатии: $P_1 = [\sigma_{сж}'] * l * S / \sin \beta$,

где: $[\sigma_p']$ и $[\sigma_{сж}']$ – допускаемые напряжения для сварного шва.

Сварка производилась полуавтоматической сваркой с катетом сварного шва 4 мм, $[\sigma_p'] = [\sigma_{сж}'] = 1900 \text{ кг/см}^2$.

$$P_1 = P_2 = 1900 * 4,5 * 2,5 = 21375 \text{ кг} = 21,4 \text{ кН}$$

Так, как нагрузку на каркас не превышает 20 кН даже при максимально допустимых нагружениях, запас прочности в местах сварочных соединений обеспечен.

4 Исследовательская часть

4.1 Виды динамометров

а) Механический динамометр:

Существуют два вида механических динамометров: пружинный и рычажный. В пружинном динамометре сила или момент силы передаётся пружине, которая в зависимости от направления силы сжимается или растягивается. Величина упругой деформации пружины пропорциональна силе воздействия и регистрируется. В рычажном динамометре действие силы деформирует рычаг, величина деформации которого после регистрируется.



Рисунок 4.1 - Механический динамометр

б) Гидравлический динамометр:

Действие гидравлического динамометра основано на вытеснении измеряемой силой жидкости из цилиндра. Под давлением жидкость поступает по трубке к записывающему аппарату и регистрируется.

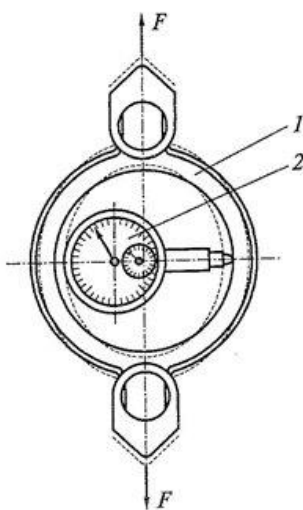
в) Электрический динамометр:

Электрический динамометр состоит из датчика, который преобразует деформацию от воздействия силы в электрический сигнал, и дополнительного датчика, который усиливает и записывает электрический сигнал первого датчика. Для преобразования силы или момента силы в деформацию используются индуктивные, пьезоэлектрические, тензорезисторные и

вибрационно-частотные датчики сопротивления. Под действием силы датчик деформируется и токи моста сопротивления изменяются. Сила электрического сигнала прямо пропорциональна деформации элемента и в итоге силе воздействия. Второй датчик усиливает сигнал и записывает его для последующей обработки.

4.2 Материал для изготовления динамометра

В качестве материалов для изготовления упругих элементов используют безгистерезисные металлы и неметаллы (например, кварцевое стекло, синтетические материалы).



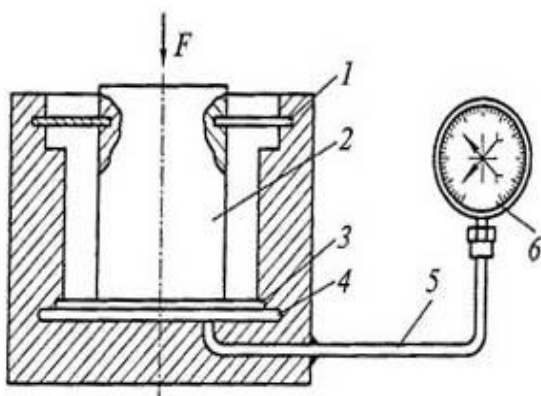
1- упругий элемент; 2- стрелочный указатель.

Рисунок 4.2 - Конструкция динамометра с упругим элементом

В качестве примера механических динамометров с упругим элементом (рис.4.2) рассмотрим конструкцию средства измерения силы тяги транспортных средств, усилий свинчивания резьбовых деталей и т. п. Здесь деформация упругого элемента 1 воспринимается стрелочным указателем 2. Малые значения деформаций упругого элемента под действием сил F преобразуются в значительные перемещения стрелки или пера самопишущего устройства.

Гидравлические динамометры представляют собой устройства, трансформирующие приложенное усилие в гидравлическое давление, измеряемое тем или иным способом.

На рис. 4.3 представлена конструкция гидравлического силоизмерителя (месдозы). Сила, воспринимаемая поршнем 2, через мембраны 1 и 3 трансформируется в давление, измеряемое манометром 6.



1 и 3 – мембрана; 2- поршень; 4- полость;
5- трубопровод; 6- манометр.

Рисунок 4.3 - Конструкция гидравлического силоизмерителя (месдозы)

Механические и гидравлические динамометры отличаются высокой надежностью и простотой конструкции. Они могут работать при отсутствии источников энергии, что делает их удобными для эксплуатации в полевых условиях.

К недостаткам относятся: отсутствие возможности использования дистанционной индикации и регистрации показаний, относительно невысокая точность измерения 0,5...2%, трудности измерения малых сил.

Наибольшее распространение получили электрические; динамометры. В них используют измерительные преобразователи различных типов.

4.3 Принцип работы стенда

Разработанный стенд позволяет определить силу сцепления колёс с дорогой, на различных дорожных покрытиях, при разных нагрузках и разном давлении колёс.

Динамометр определяют приложенное усилие к стенду, при заблокированных, ручным тормозом, колесах, по известному весу тележки рассчитывается коэффициент сцепления колес при разных условиях.

4.4 Методика проведения исследования

Перед началом испытания необходимо взвесить стенд. Затем устанавливается необходимое давления в колесах, после чего приводится в действие тормозные механизмы колес. Установив к дышлу стенда динамометр механического типа, начинается его передвижение, при этом записывается показание динамометра, при котором стенд сдвинется с места. Полученное значение необходимо из килограмм перевести в Ньютоны по формуле:

$$F=f \cdot g, \quad (4.1)$$

где f - сила, приложенная к стенду (кг);

$g - 9,8 \frac{m}{c^2}$ - ускорение свободного падения.

Из формулы:

$$F=Z \cdot \varphi = mg \cdot \varphi, \quad (4.2)$$

где Z - реакция опоры,

получаем формулу коэффициента сцепления: $\varphi = \frac{F}{mg}$.

Испытание проводилось на сухом, асфальтовом покрытии. Взвесив стенд, получено значение 98 килограмм. Устанавливается давление в колесах 2 атмосферы, далее включаются тормозные механизмы, тем самым блокируются колёса. Установив динамометр к дышлу, производится силовое воздействие на тележку, до начала скольжения, таким образом получается значение силы приложенной к тележке равное 78 килограмм. Переводим полученное число в Ньютоны и получаем тем самым силу, приложенную к стенду.

$$F = f \cdot g$$

$$F = 78 \cdot 9,8 = 764,4 \text{ Н}$$

Используя формулу 4.2, выводим формулу коэффициента сцепления колес:

$$\varphi = \frac{F}{mg} = \frac{764,4}{98 \cdot 9,8} = 0,8 \quad (4.3)$$

Таким образом, из испытаний видно, что коэффициент сцепления с дорогой на асфальтном покрытии равен 0,8.

5 Безопасность и экологичность проекта

5.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

Участок сборки станда

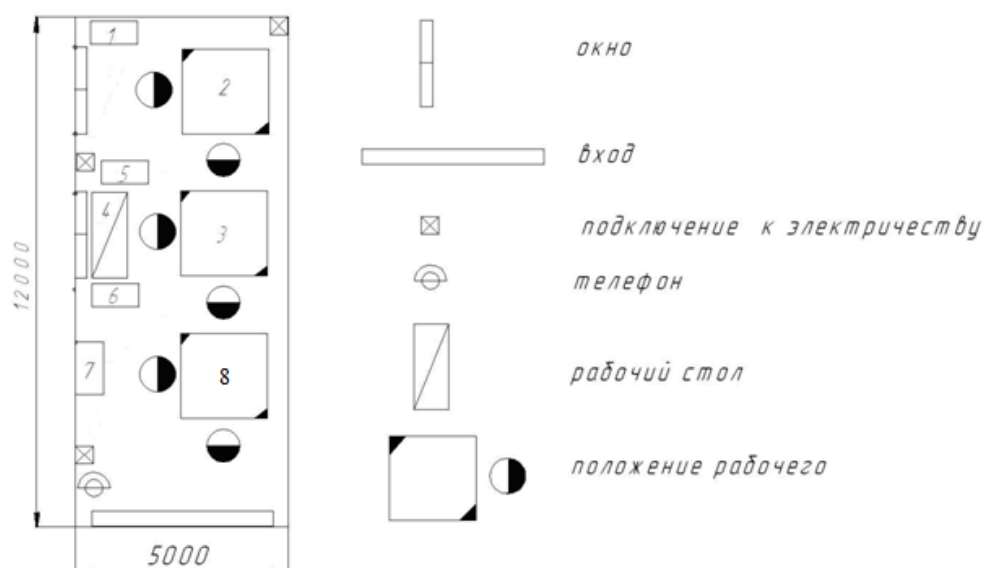


Рисунок 5.1 - Эскиз рабочего места

Таблица 5.1 - Описание технологического оборудования

№ позиции на эскизе	Наименование оборудования	Работы, выполняемые на данном оборудовании
1	Сварочный аппарат	Сварка элементов станда
2	Сварочная площадка	Сварка рамы станда
3	Сборочная площадка	Сборка станда
4	Слесарный стол	Изготовление деталей для станда
5	Дрель электрическая	Изготовление деталей
6	Электрическая угловая шлифовальная машина	Изготовление деталей
7	Шкаф для инструмента	Хранение инструмента
8	Покрасочная площадка	Покраска станда

5.2 Опасные и вредные производственные факторы, имеющие место при выполнении операции сборки стенда

5.2.1 Механические травмы

Источниками механических травм на описываемом рабочем месте являются:

а) травмы при работе с угловой шлифовальной машиной. Исключены при соблюдении техники безопасности, используя защитный кожух на рабочем диске машины и спец. очки.

в) травмы при падении деталей. Исключены при соблюдении техники безопасности. Для уменьшения вероятности такой травмы рекомендуется одновременно работать только с одним узлом; собранный узел укладывать в контейнер; детали и узлы, подлежащие сборке, должны находиться в отдельных контейнерах;

г) травмы при контакте глаз и рук с электрической сваркой. Исключены при соблюдении техники безопасности, используя средства индивидуальной защиты (спец. одежда, перчатки, маска).

5.2.2 Шум

Источники шума:

а) работающая дрель;

б) работающая угловая шлифовальная машина.

Защита от шума: беруши, наушники.

5.2.3 Климатические условия

Температура, относительная влажность и скорость ветра в помещении должны поддерживаться:

а) в теплый сезон (со среднесуточной температурой выше +10 °С): температура +20...22 °С, относительная влажность воздуха 40...60%, скорость движения воздуха не более 0,4 м/с;

б) в холодный сезон (со среднесуточной температурой ниже +10°C): температура +17...19 °С, относительная влажность воздуха 40...60%, скорость движения воздуха не более 0,3 м/с.

Рабочее производственное освещение в помещении совмещенное - естественное (через окна в стене) и искусственное: общее (лампы дневного света) и местное. Плафоны общего освещения расположены сдвоенными рядами - по две лампы в каждом; расстояние между плафонами одного ряда порядка 1,3 м, между рядами около 5м, высота подвеса плафона около 2 метров.

5.2.4 Поражение электрическим током

Получение электротравмы возможно при неисправности проводки освещения или механизмов и приспособлений. По степени опасности поражения электрическим током помещение относится ко 2 классу - помещение с повышенной опасностью, т.к. не исключена вероятность одновременного контакта с имеющими соединение с землей металлическими элементами технологического оборудования (металлоконструкциями здания) и металлическим корпусом электрооборудования. С целью предотвращения поражения электрическим током необходимо предусмотреть заземление электроустановок, находящихся под напряжением.

5.2.5 Токсичные вещества

В работе использовалась краска. Материал пожароопасен, токсичен. При проведении окрасочных работ в закрытых помещениях необходима вентиляция. Для защиты кожи рук необходимо применить резиновые перчатки.

5.2.6 Взрыво- и пожароопасность

Помещение участка относится к категории « В » по взрывопожарной и пожарной безопасности, т.к. в нем находятся сгораемые вещества (краска, растворитель).

Таблица 5.2 - Опасные и вредные факторы

Общие вредные производственные факторы	Оборудование, приспособление, инструменты	Воздействие на организм
--	---	-------------------------

1. Физические

1.Подвижные части производственного оборудования	Вращающиеся части инструмента	Шум, общая вибрация, повреждение частей тела
2.Повышенная запыленность и загрязненность воздуха, интенсивное тепловыделение	Электрическая угловая шлифовальная машина; сварочный аппарат	Воздействие на органы дыхания, перегрев организма
3.Повышенное напряжение электросети	Электросети и оборудование с электроприводом	Поражение электрическим током
4.Острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхности заготовки или инструмента	Заготовки, детали, инструменты, контейнеры	Повреждение частей тела
5.Отсутствие или недостаток естественного освещения	Производственные помещения, осветительное оборудование	Влияние на органы зрения, повышенная утомляемость, усталость

2. Химические

1.Раздражающие вещества	Смазка, краска, пыль	Раздражение кожи, воздействие на органы дыхания
-------------------------	----------------------	---

3.Психофизические

1.Физические перегрузки		Статические и динамически перегрузки, утомление, нагрузка на ноги
2.Нервно-психические		Общение в коллективе, утомление, усталость, эмоциональное напряжение

5.3 Воздействие производственных факторов на организм работающих

Источники механических травм вызывают у человека поражения кожи, мягких тканей, костей, внутренних органов, что приводит к потере работоспособности, инвалидности и даже смерти. Незначительные травмы и царапины без своевременной обработки могут вызвать заражение и тяжелые последствия.

Повышенный шум вызывает у человека головные боли, усталость, постепенную потерю слуха.

Недостаточная освещенность приводит к ухудшению зрения, падению качества выполняемых работ и повышенной утомляемости.

Воздействие электрического тока на организм человека оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие.

Термическое действие проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов, крови.

5.4 Мероприятия по созданию безопасных условий труда

5.4.1. 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. Был проведен вводный инструктаж, который обязаны пройти все вновь поступающие на предприятие, а также командированные и учащиеся, прибывшие на практику.

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

5.4.2. Планировочные мероприятия

К планировочным мероприятиям можно отнести рациональное размещение рабочих мест в помещении, обеспечивающее:

- а) нормальный доступ рабочего к рабочему месту, контейнерам с запчастями;
- б) возможность быстрой эвакуации рабочих в случае необходимости;
- в) удаленность источников шума, вибрации, токсичных веществ (при отсутствии в их использовании на этом рабочем месте).

5.4.3. Технические мероприятия

Должен быть произведен выбор систем освещения, приточной и вытяжной вентиляции, поддержания климатических условий. В частности, электрооборудование должно обеспечивать невозможность соприкосновения персонала с частями, находящимися под напряжением или движущимися частями. Сборочное помещение должно быть снабжено табличками и указателями, информирующими о местонахождении эвакуационного выхода, оборудовании под напряжением.

5.4.4 Разработка и подбор средств индивидуальной защиты

При изготовлении станда рекомендуется применять хлопчатобумажную специализированную одежду, вязанные перчатки, наушники (или беруши), специальную обувь.

При проведении исследований на станде, во избежание получения травм, необходимо соблюдение техники безопасности:

- 1) Избегать контакта с острыми углами;
- 2) Не засовывать пальцы в соприкасающиеся детали;
- 3) Не допускать опрокидывания станда;
- 4) Для демонстрации работы станда допускается 2 человека

5.5 Обеспечение электробезопасности на производственном участке, рабочем месте

По степени опасности поражения электрическим током помещение относится ко 2 классу(помещения с повышенной опасностью), так как на участке возможно прикосновение работающих к электрооборудованию и металлоконструкциям 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.

В качестве средств защиты от поражения электрическим током необходимо использовать:

Защитное заземление - преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Защитному заземлению подлежат металлические части электроустановок, доступные для соприкосновения с ними человека и не имеющие других видов защиты.

5.6 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке, рабочем месте

Помещение участка относится к категории « В » по взрывопожарной и пожарной безопасности, т.к. в нем находятся сгораемые вещества (краска, смазки).

При возгорании в таких помещениях необходимо использовать в зависимости от класса пожара огнетушащие средства: класс «Е» (электроустановки) –порошковые огнетушители вместимостью 2(2)л; хладоновые огнетушители вместимостью 2 (3) л; углекислотные огнетушители вместимостью 5 (8)л, класс «А» (твердые горючие материалы) и «В» (плавящееся при нагревании материалы) - пена, порошки, распылённая вода. При тушении пожара класса «В» могут быть использованы стационарные автоматические установки пожаротушения.

Для ликвидации начинающихся очагов пожара силами персонала, помещения должны быть обеспечены по действующим нормам первичными средствами пожаротушения, пожарным ручным инструментом и пожарным инвентарем.

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.

5.7 Экологическая экспертиза разрабатываемого объекта

Вредные выбросы в атмосферу отсутствуют, т. к. нет ни каких продуктов горения.

Утилизация отработанных веществ осуществляется с максимальным использованием отходов во вторсырье.

Тепловое и электромагнитное излучение является не значительным, а шум не распространяется за пределы производственного помещения.

5.8 Инженерные расчёты

Расчет искусственного освещения.

Освещение рабочего места – важнейший фактор создания нормальных условий труда. Практически в производственных помещениях возникает необходимость освещения как естественным, так и искусственным светом.

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

Количество светильников:

$$N = (E * S * k * z) / (\Phi * \eta * P_{л}), \quad (5.1)$$

где E – минимальная нормируемая освещённость, лк;

S – площадь помещения, м;

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

z – отношение средней освещённости к минимальной;

Φ – световой поток одной лампы, лм;

η – коэффициент использования светового потока;

$P_{\text{л}}$ – количество ламп в светильнике.

2. Определяем минимальную освещённость рабочего места.

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

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

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

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

6. Индекс помещения

$$i = b \cdot l / [h \cdot (b+l)] \quad (5.2)$$

где b - ширина помещения, (5м);

l - длина помещения, (12м);

h - высота помещения, (3м).

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

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

Так как помещение сухое нормальное, выбираем марку светильника ВЛЮ

8. Выбираем коэффициент использования светового потока.

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

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

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

10. После расчёта количества светильников для помещения делаем проектировочную схему расположения светильников и указываем расстояние от крайних светильников до стен (l); и расстояние между соседними светильниками (L) рис.5.2

Величину L – принимаем равной 3 метрам.

Величину l – принимаем равной 1 метру.

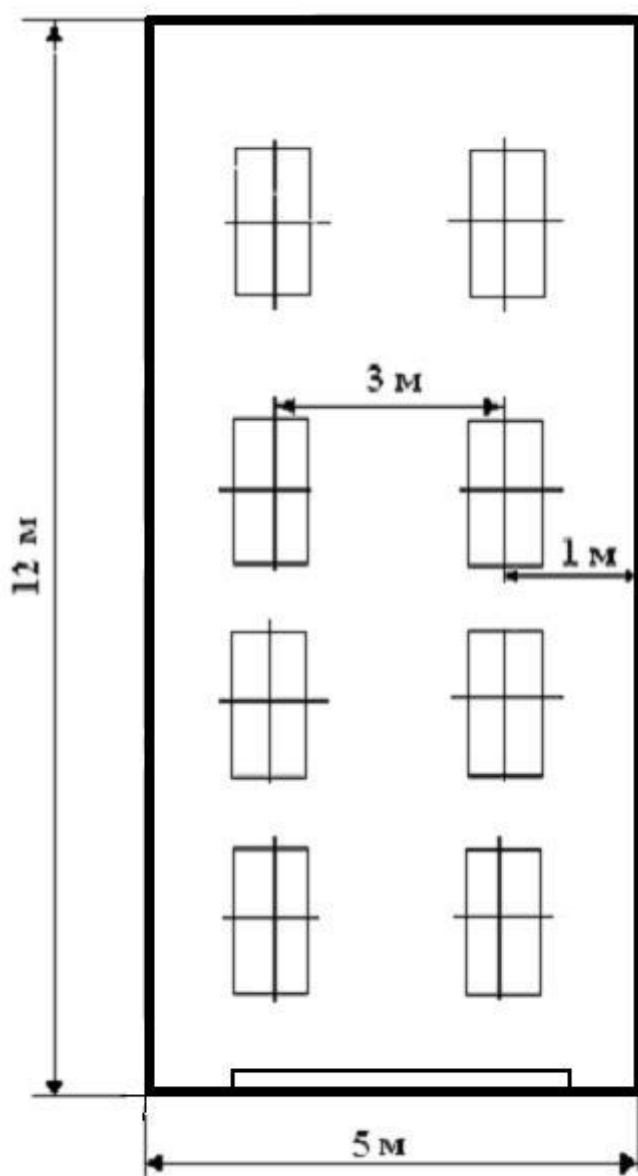


Рисунок 5.2 - Проектировочная схема расположения светильников

Расчёт системы вентиляции:

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

Условие задачи: В помещении работает 3 чел. (P). Работа лёгкая по степени физической тяжести. Пребывание постоянное.

Параметры, необходимые для решения задачи:

- а) X_1 – концентрация CO_2 в приточном воздухе г/кг, л/м³ : в городах 0.90; 0.60
- б) X_2 – допустимая концентрация CO_2 в воздухе помещений: постоянного пребывания людей 1.5; 1.0
- в) G_r – выдыхаемая концентрация; г/ч; л/ч : при легкой физической работе 45; 30

Решение.

$$W = G / (X_1 - X_2), \text{ м}^3/\text{ч} \quad (5.3)$$

1) $G = G_r P = 45 \cdot 3 = 135 \text{ г/ч} \quad (5.4)$

2) $W = 135 / (1.5 - 0.9) = 225 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (5.5)$

Вывод: в помещение необходимо обеспечить воздухообмен не менее рассчитанного потребного ($W=225 \text{ м}^3/\text{ч}$).

5.9 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 рабочем помещении используется два основных направления минимизации вероятности возникновения и последствия чрезвычайных ситуаций. Первое заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технологических систем. Для этого технологические системы снабжают защитными устройствами – средствами взрыво - и пожарозащиты.

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

С целью осуществления контроля, за соблюдением мер безопасности оценки эффективности мероприятий, по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Она включает в себя следующие разделы:

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

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

5.10 Влияние коэффициента сцепления шин на безопасное движение автомобиля

5.10.1 Нормативы

В данном вопросе не предусмотрены нормативные акты.

5.10.2 Типовые коэффициенты сцепления

Таблица 5.3 - Коэффициенты сцепления

Дорога	Поверхность	
	Сухая	Мокрая
С асфальтобетонным или цементобетонным покрытием	0,7 - 0,8	0,35 - 0,45
С щебеночным покрытием	0,6 - 0,7	0,3 - 0,4
Грунтовая	0,5 - 0,6	0,2 - 0,4
Обледенелая	0,1 - 0,2	
Покрытая снегом	0,2 - 0,3	

5.10.3 Безопасность автомобиля при низком коэффициенте сцепления

Уровень безопасности автомобиля, при низком коэффициенте сцепления, соответственно снижается. Что бы этого избежать, необходимо устанавливать резину, соответствующую покрытию.

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

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

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

Также были произведены инженерные расчеты:

- 1)Расчет искусственного освещения.
- 2)Расчет 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.

6 Анализ экономической эффективности объекта

Введение

В данной работе хочу предоставить стенд для определения силы и коэффициента сцепления колес с дорогой. Наиболее известные испытания с лучшими показателями проводятся на специально оборудованных автомобилях на полигонах в условиях, приближенным к эксплуатационным. Проведение таких испытаний занимает существенно много времени, материальных и трудовых ресурсов, постоянной зависимости от погодных условий.

Нестабильные измерение параметров зависящие от погодных условий в связи с габаритами автомобиля не позволяет проводить достаточное количество исследований для получения достаточного количества показаний. В данной работе будет представлен стенд, позволяющий проводить исследования в закрытых помещениях в одинаковых условиях.

Целесообразностью создание стенда для определения силы и коэффициента сцепления колес, будет снижение затрат на НИиОКР. Для определения величины затрат был составлен график длительности этапов НИиОКР, составлена смета затрат на проектирование выполнения НИиОКР.

Разработанный стенд может применяться в исследовательских лабораториях ВУЗов, а так же в качестве учебных стендов, для подготовки студентов по специальности «Наземные транспортно-технологические средства».

6.1 Составление сметы затрат на выполнение НИиОКР

Составление логически последовательного перечня работ, выполняемых в процессе исследования.

Перечень стадий и этапов выполнения НИиОКР сведен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Перечень стадий и этапов НИиОКР

№ п/ п	Наименования работ	Трудоемкость , дн		должность исполнителя	количество исполнителей , чел.	Применяемо е оборудовани е
		мин	макс			
1. Маркетинговые исследования						
1.1	Сбор информации и анализ рынка по методам исследования сопротивления качению	1	3	Инженер б/к	1	ПК
1.2	Разработка собственного прогноза конъюнктуры рынка	1	4	Инженер б/к	1	ПК
1.3	Оценка эффективности использования результатов прогноза	1	5	Инженер б/к	1	ПК
2. Конструкторская подготовка						
2.1	Выбор и составление эскиза варианта конструкции	1	3	Ведущий инженер, инженер б/к	2	ПК
2.2	Подбор и закупка материалов	3	5	Инженер б/к	1	
2.3	Подготовительные и обрабатываемые операции (резка, сварка, малярные работы)	3	6	Слесарь 4-го разряда, слесарь 5-го разряда, инженер б/к	3	УШМ, сварочное оборудовани е
2.4	Установка приборов	1	2	Инженер б/к	1	
2.5	Предварительные испытания	0,5	1	Ведущий инженер, инженер б/к	2	ПК, стенд
2.6	Доработка стенда	0,5	1	Ведущий инженер, инженер б/к	2	
2.7	Окончательные испытания	1	2	Ведущий инженер, инженер б/к	2	ПК, стенд
3. Оформление результатов НИиОКР						
3.1	Составление отчётной документации	3	4	Инженер б/к	1	ПК
3.2	Расчет затрат на проведение НИиОКР	2	3	Инженер б/к	1	ПК
3.3	Непредвиденные работы	1	2	Инженер б/к	1	
	итого	19	41			

6.2 Определение суммарной длительности НИиОКР. Нарастание технической готовности по этапам

На основании оптимистической и пессимистической трудоемкости определим ожидаемую трудоемкость выполнения каждой работы и каждого этапа:

$$t_{\text{ожі}} = \frac{3t_{\text{min}} + 2t_{\text{max}}}{5}, \quad (6.1)$$

где t_{min} – оптимистическая оценка трудоемкости выполнения работ в чел./дн.;

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

Зная ожидаемую трудоемкость по этапам и численность исполнителей, определим длительность каждого этапа, суммарную длительность НИиОКР, удельный вес каждого этапа и нарастание технической готовности по этапам. Длительность этапа или работы определим по формуле:

$$T_{\text{эті}} = \frac{t_{\text{ожі}}}{P_i}, \quad (6.2)$$

где P_i – численность исполнителей, чел.

Суммарная длительность НИиОКР:

$$T_{\Sigma} = \sum T_{\text{эті}} \quad (6.3)$$

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

$$УД_{\text{эті}} = \frac{T_{\text{эті}}}{T_{\Sigma}} \cdot 100\% \quad (6.4)$$

Результаты расчетов занесем в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 - Длительность выполнения этапов НИиОКР

№ этапа	Численность исполнителей				Всего, чел.	Ожида- емая трудоем- кость, чел/дн	Длитель- ность этапа, дн.	Удель- ный вес, %
	Ведущий инженер	Инженер б/к	Слесарь					
			4 разряд	5 разряд				
1.1	0	1	0	0	1	2	1,8	7,92
1.2	0	1	0	0	1	3	2,2	9,69
1.3	0	1	0	0	1	3	2,6	11,45
2.1	1	1	0	0	2	2	0,9	3,96
2.2	0	1	0	0	1	4	3,8	16,74
2.3	0	1	1	1	3	5	1,4	6,16
2.4	0	1	0	0	1	2	1,4	6,16
2.5	1	1	0	0	2	1	0,35	1,54
2.6	1	1	0	0	2	1	0,35	1,54
2.7	1	1	0	0	2	2	0,7	3,08
3.1	0	1	0	0	1	4	3,4	14,97
3.2	0	1	0	0	1	3	2,4	10,57
3.3	0	1	0	0	1	2	1,4	6,16
						сумма	22,7	

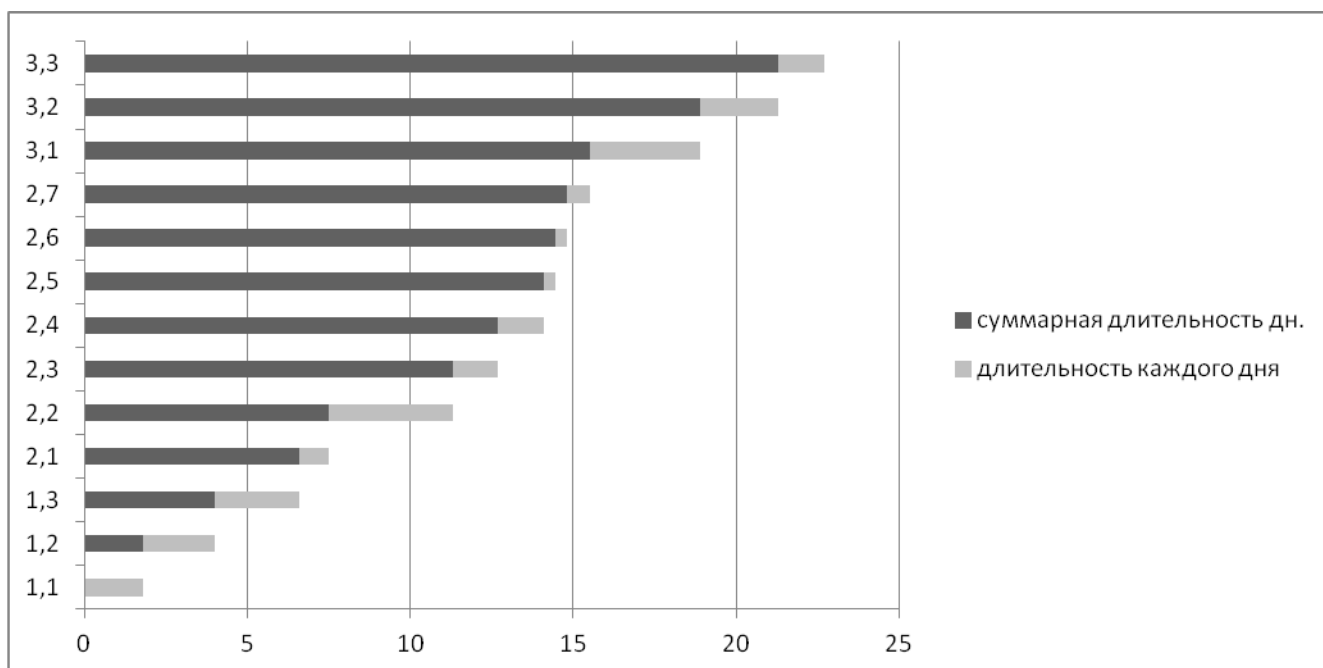


Рисунок 6.1 - График длительности выполнения НИиОКР

Расчет статей затрат и составление сметы на проведение НИиОКР:

1) Расчет текущих затрат.

Произведем расчет расходов на заработную плату научного и производственного персонала, принимающего участия в НИиОКР.

Определим эффективный годовой фонд времени:

$$F_{\text{эф}} = (365 - [\text{П} + \text{В}] - \text{H})q - \text{H}_{\text{пр}}, \quad (6.5)$$

где П- праздничные дни, 4д;

В – выходные дни, 3д;

Н - количество планируемых невыходов, 0д;

q - количество часов в смену, 8ч;

$\text{H}_{\text{пр}}$ - количество нерабочих часов в предпраздничные дни, 0ч.

$$F_{\text{эф}} = (365 - [4 + 30]) \cdot 8 - 0 = 2648 \text{ часов.}$$

Расчет среднего количества рабочих дней в месяце:

$$D = \frac{F_{\text{эф}}}{12q} \quad (6.6)$$

$$D = \frac{2648}{12 \cdot 8} = 28$$

Расчет времени работы i -го исполнителя, дн.:

$$K_{\text{исп}i} = \frac{F_i}{D}, \quad (6.7)$$

где F_i – количество отработанных дней i -м исполнителем, данные возьмем из таблицы 6.3.

Занесем в таблицу 6.3 данные по рабочему времени исполнителей НИиОКР.

Таблица 6.3 - Табель учета рабочего времени выполнения НИиОКР

№ работы	Исполнители			
	Ведущий инженер	Инженер б\к	Слесарь 4 разряда	Слесарь 5 разряда
1.1	-	1,8	-	-
1.2	-	2,2	-	-
1.3	-	2,6	-	-
2.1	0,9	0,9	-	-
2.2	-	3,8	-	-
2.3	-	1,4	1,4	1,4
2.4	-	1,4	-	-
2.5	0,35	0,35	-	-
2.6	0,35	0,35	-	-
2.7	0,7	0,7	-	-
3.1	-	3,4	-	-
3.2	-	2,4	-	-
3.3	-	1,4	-	-
итого	2,3	22,7	1,4	1,4

Тогда время работы i -го исполнителя, мес.:

$$K_{\text{вед.инж.}} = \frac{2,3}{28} = 0,082 \quad (6.8)$$

$$K_{\text{инж. без кат.}} = \frac{22,7}{28} = 0,81 \quad (6.9)$$

$$K_{\text{слесарь (4р)}} = K_{\text{слесарь (5р)}} = \frac{1,4}{28} = 0,05$$

2) Расчет заработной платы исполнителей с должностными окладами:

$$Z_{\text{итр}} = K_{\text{исп}i} \cdot O_{\text{кл}} \cdot N, \quad (6.10)$$

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

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

N – количество исполнителей, чел.

Расчет заработной платы исполнителей с должностными окладами сведем в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 - Заработная плата исполнителей с должностными окладами

Должность исполнителя	Количество исполнителей, чел.	Среднемесячный оклад, руб.	Время работы, мес.	Заработная плата, руб.
1. Ведущий инженер	1	18500	0,082	1517
2. Инженер без категории	1	16600	0,81	13446
Итого	2			14963

Расчет заработной платы производственных рабочих, руб.:

$$Z_{\text{пр.тар}} = \sum(S_{\text{СТ}i} \cdot q \cdot t_i), \quad (6.11)$$

где $S_{\text{СТ}i}$ – тарифная ставка i-го рабочего;

q – продолжительность рабочего дня, час;

t_i – время работы i-го рабочего, дн.

Расчет заработной платы производственных рабочих сведем в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 - Заработная плата производственных рабочих

Специальность	Тарифная ставка, руб.	Продолжительность рабочего дня, час	Время работы, дн.	Заработная плата, руб.
1. Слесарь 4 разряда	81,7	8	0,98	640,53
2. Слесарь 5 разряда	87,38	8	0,98	685,06
Итого				1325,6

Расчет основной заработной платы производственных рабочих, руб.:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{пр.тар}} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{пр}}}{100}\right), \quad (6.12)$$

где $K_{\text{пр}} = 0,23$ - коэффициент премии.

$$Z_{\text{осн}} = 1325,6 \cdot (1 + 0,23) = 1630,49 \text{ руб.}$$

Расчет дополнительной заработной платы дополнительных рабочих, руб.:

$$Z_{\text{доп}} = \frac{Z_{\text{осн}} \cdot K_{\text{доп}}}{100}, \quad (6.13)$$

где $K_{\text{доп}} = 1,12$ коэффициент дополнительной заработной платы.

$$Z_{\text{доп}} = 1630,49 \cdot 1,12 = 1826,15 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы всех исполнителей, руб.:

$$Z_{\text{исп}} = Z_{\text{итр}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (6.14)$$

$$Z_{\text{исп}} = 14963 + 1630,49 + 1826,15 = 18419,64 \text{ руб.}$$

Расчет отчислений в страховые взносы, руб.:

$$C_{\text{соц}} = \frac{Z_{\text{исп}} \cdot K_{\text{соц}}}{100}, \quad (6.15)$$

где $K_{\text{соц}} = 30\%$ - коэффициент отчислений в страховые взносы.

$$C_{\text{соц}} = \frac{18419,64 \cdot 30}{100} = 5525,89 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на электроэнергию, руб.:

$$C_{эл} = \frac{N_y \cdot K_{исп} \cdot T_{м.і} \cdot Ц_{эл} \cdot K_{заг}}{60}, \quad (6.16)$$

где N_y - мощность оборудования, кВт.;

$K_{исп}$ - коэффициент использования оборудования;

$T_{м.і}$ - машинное время работы i -го оборудования, мин;

$Ц_{эл}$ - стоимость кВт*ч, принимаем равным 2,73 руб.;

$K_{заг}$ - коэффициент загрузки оборудования.

Машинное время работы ПК найдем из таблицы 2 с учетом 8-ми часового рабочего дня:

$$T_{м.ПК} = 14,35 \text{ дн} \cdot 8 \text{ час} \cdot 60 \text{ мин} = 6888 \text{ мин}$$

Расчет затрат на электроэнергию сведем в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 - Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	N_y , кВт	$K_{заг}$	$K_{исп}$	T_m , мин.	$Ц_{эл}$, руб.	$C_{эл}$, руб.
ПК	0,46	0,9	0,8	6888	2,73	103,79
УШМ	0,78		0,9	336		9,65
Сварочное оборудование	4,95		0,9	336		61,29
					Итого	174,73

6.3 Расчет амортизационных отчислений

Величину амортизационных отчислений определим по формуле:

$$C_{ам} = \frac{C_{об} \cdot N_{ам} \cdot T_{м.і}}{F_{обор} \cdot 100}, \quad (6.17)$$

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

$H_{ам}$ – амортизационные отчисления;

$T_{м.і}$ – общее время работы оборудования;

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

Годовой эффективный фонд времени работы вычислим по формуле:

$$F_{обор} = F_{раб} \cdot q \cdot K_{загр}, \quad (6.18)$$

где $F_{раб}$ – число рабочих дней в году, на 2016 год составляет 247 дней;

q – продолжительность смены, час;

$K_{загр}$ – коэффициент загрузки.

$$F_{обор} = 247 \cdot 8 \cdot 0,95 = 1877,2 \text{ часа.}$$

Общее время работы оборудования найдем по формуле:

$$T_{м.і} = D_{обор} \cdot q \cdot K_{исп}, \quad (6.19)$$

где $D_{обор}$ – суммарное время работы оборудования, дни;

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

$$T_{мпк} = 14,35 \cdot 8 \cdot 0,8 = 91,84; \quad T_{мушм} = 4,48$$

$$T_{мСвар.оборуд} = 4,48$$

Расчет затрат на амортизацию сведем в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 - Величина амортизационных отчислений

Наименование оборудования	Соб, руб.	Кзагр	Кисп	Нам, %	тм, час	Фобор, час	Сам, руб.
ПК	13000	0,95	0,8	20	91,84	1877,2	127,20
УШМ	10000		0,9		4,48		4,77
Сварочное оборуд.	22000		0,9		4,48		10,50
Итого							142,47

Расчет накладных расходов:

$$C_{\text{накл}} = \frac{Z_{\text{исп}} \cdot K_{\text{накл}}}{100}, \quad (6.20)$$

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

$$C_{\text{накл}} = \frac{18419,64 \cdot 35}{100} = 6446,87 \text{руб.}$$

Расчет затрат на материалы, комплектующие и покупные изделия с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.:

$$M_i = C_{M_i} \cdot Q_{M_i} \cdot K_{\text{тзр}} - B_{\text{отх}} \cdot C_{\text{отх}i} + C_{\text{пиз}i} \cdot Q_{\text{пиз}i} \cdot K_{\text{тзр}}, \quad (6.21)$$

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

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

$K_{\text{тзр}}$ - коэффициент транспортно-заготовительных расходов, равен 1,45;

$B_{\text{отх}i}$ - вес реализуемых отходов материала данной марки (составляют около 8% от нормы расхода материала);

$C_{\text{отх}i}$ - цена единицы отходов материала данной марки, руб/кг;

$C_{\text{пиз}i}$ - отпускная цена покупных изделий и комплектующих, руб;

$Q_{\text{пиз}i}$ - необходимое количество комплектующих и покупных изделий, шт.

Расчет затрат на материалы, комплектующие и покупные изделия сведем в таблицу 6.8.

Таблица 6.8 - Затраты на материалы, комплектующие и покупные изделия

Наименование материала	Марка, размер	Вес или необходимое количество м кг шт	Средняя цена за единицу, руб.	Сумма, руб.	Вес или количество	Цена единицы веса отходов,	Сумма отходов, руб.	Стоимость материалов и комплектующих за вычетом отходов, руб.
					реализуемых отходов кг м	руб		
Уголки металлические		10	200,00	2900,00	-	-	-	2900,00
Круги отрезные		4	80,00	464,00	-	-	-	464,00
Штампованные диски	R 13	2	650,00	1885,00	-	-	-	1885,00
Шины легковые	БЛ	2	1000,00	2900,00	-	-	-	2900,00
Амортизаторы		2	700,00	2030,00	-	-	-	2030,00
Перчатки рабочие	Перчатки рабочие 10 кл ХБ с ПВХ	4	15,00	87,00	-	-	-	87,00
Металлические балки	5м	1	950,00	1377,50	-	-	-	1377,50
Металлические компоненты для сбора подвески		1	700,00	1015,00	-	-	-	1015,00
Труба мет.	Ø100мм	1	250,00	362,50	-	-	-	362,50
Оборудование для сварки		1	300,00	435,00	-	-	-	435,00
Краска красная/черная	Российская	3	100,00	435,00	-	-	-	435,00
Прочее (болты, гайки, шайбы)		1	150,00	217,50	-	-	-	217,50
Итого								14108,50

Капитальных вложений по данной НИиОКР не планируется.

На основании проведенных расчетов составим смету затрат на выполнение НИиОКР, результаты сведем в таблицу 6.9.

Таблица 6.9 - Смета затрат на выполнение НИиОКР

№ п/п	Статьи	Обозначение	Сумма, руб.
	Текущие затраты	$K_{тек}$	
1	Материальные затраты, в том числе:		
	- на материалы, комплектующие и покупные изделия	M_i	14108,50
	- на электроэнергию	$C_{эл}$	174,73
2	Фонд оплаты труда исполнителей	$Z_{исп}$	18419,64
3	Отчисления в единый социальный налог	$C_{соц}$	5525,89
4	Амортизационные отчисления	$C_{ам}$	142,47
5	Накладные расходы	$C_{накл}$	6446,87
	Всего затрат на НИиОКР		44818,1

6.4 Расчет показателей экономической эффективности НИиОКР

Текущий чистый доход:

$$\text{ЧД} = \text{Сдор.исп} - \text{Спредпр} = 95000,00 - 44818,1 = 50181,9 \text{руб.} \quad (6.22)$$

где Сдор.исп=95000,00 – затраты на дорожные испытания;

$J_0 = \text{Спредпр} = 44818,1 \text{руб.}$

Индекс доходности:

$$JD = \text{ЧД} / J_0 \quad (6.23)$$

$$JD = 50181,9 / 44818,1 = 1,12$$

Срок окупаемости проекта:

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{J_0}{\text{ЧД}} \quad (6.24)$$

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{44818,1}{50181,9} = 0,89$$

Расчет коммерческой эффективности проектируемого изделия сводится в таблицу 6.10

Таблица 6.10 - Показатель коммерческой эффективности

1.	Текущий чистый доход	ЧД	50181,9
2.	Капиталообразующие инвестиции	Jo	44818,1
3.	Индекс доходности	JD	1,12
4.	Срок окупаемости проекта	Токуп	0,89

6.5 Анализ полученных экономических показателей

При расчете коммерческой эффективности дорожные испытания по исследованию изменения силы и коэффициента сцепления колес с дорогой оказались дороже, чем лабораторные на стенде

Средпр < Сдор. исп :

Чистый доход положителен (ЧД=50181,9руб.), поэтому проект является эффективным и можно рассматривать вопрос о его принятии.

Высокий индекс доходности JD=1,12>1. Означает, что проект эффективен. JD>1 показывает какова отдача на каждый рубль, вложенный в инвестиционный проект. Малый срок окупаемости $T_{\text{окуп}}=0,89$ что свидетельствует о малой рискованности проекта.

Таким образом, разработанный стенд для исследования силы и коэффициента сцепления колес с дорогой в лабораторных условиях является экономически эффективным и может внедряться в производство для испытаний на автозаводы и в институты с кафедрой «Автомобиле и Тракторостроение».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана и создана конструкция стенда для определения силы и коэффициента сцепления колес с дорогой. Стенд создавался по подобранным оптимальным параметрам для проведения на нем исследований в закрытых помещениях с упрощенным использованием. При проведении технологического и экономического исследований было выявлено, что созданный стенд соответствует уровню вида техники.

В экономической части составлен план работы исследования и рассчитаны затраты на проведение НИиОКР, по которому построен график длительности этапов НИиОКР. В результате созданного стенда выявлено что создание данного стенда дешевле чем предыдущие разработанные стенды, которые используются на не благоприятных покрытиях и с использованием автомобиля для тяговой силы, что экономически не выгодно.

Созданный стенд будет использоваться в учебном процессе на кафедре “Проектирование и эксплуатация автомобилей” по дисциплине “Теория автомобиля”.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вахламов, В. К. Автомобили : конструкция и эксплуатационные свойства : учеб. пособие для вузов [Текст] / В. К. Вахламов. - М. : Академия, 2009. - 480 с. : ил. - (Высш. проф. образование. Транспорт). - Библиогр.: с. 475. - ISBN 978-5-7695-4202-2:
2. Иванов, А.М. Основы конструкции современного автомобиля. - М: ООО «Изд. «За рулем», 2012.-336с. ISBN 878-5-903813-06-03.
3. Вахламов, В. К. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей : учеб. пособие [Текст] / В. К. Вахламов. - Гриф УМО. - Москва: Академия, 2007. - 557 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 551. - ISBN 978-5-7695-3793-6: 323-00
4. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: Учебн. Пособие [Текст] /Сост. Черепанов Л.А. – Тольятти: ТГУ, 2001. – 40с..
5. Лукин П. П. Конструирование 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.
6. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33.
7. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник. – 10-е изд [Текст] / Б.А. Кузнецов. – М. : Транспорт, 1984. – 220 с.
8. Гришкевич, А.И. Конструкция, конструирование и расчет автомобиля: учеб. пособие [Текст] / А.И. Гришкевич, В.А.Вавуло, А.В. Карпов. – Мн. : Выш. шк., 1987. – 240 с.
9. Гаспарянц, Г. А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля [Текст] / Г.А. Гаспарянц. – М. :Машиностроение, 1978. – 351 с.

10. Вишняков, Н.Н. Автомобиль: Основы конструкции 2 изд-е [Текст] / Вишняков Н.Н, Вахламов В.К, Нарбут А.Н. – М. :Машиностроение, 1986. – 304 с.
11. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили [Текст] / В.Ф. Родионов, Б.А. Фиттерман. – М. : Машиностроение, 1973. – 490 с.
12. Раймпель, Й. Шасси автомобиля [Текст] / Й. Раймпель. – М. :Машиностроение, 1983. – 356 с.
13. Раймпель, Й. Шины, амортизаторы [Текст] / Й. Раймпель. – М. : Машиностроение, 1986. – 320 с.
14. Ротенберг, Р.В. Подвеска автомобиля [Текст] / Р.В.Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1972. – 392 с.
15. УДК 629.33 Скутнев, В.М. Основы конструирования и расчёта автомобиля: учеб. Пособие [Текст] /В.М. Скутнев. -Тольятти: Изд. ТГУ, 2012.- 295 с.
16. Соломатин, Н.С. Конструирование и расчёт автомобиля: учебно-методическое пособие [Текст] / Н.С. Соломатин; ТГУ каф. «Автомобилиа и тракторы».-ТГУ.-Тольятти: ТГУ, 2007.-18 с. М:Автополюс плюс, 2005 -557 с.
17. Капрова, В.Г. Учебно-методическое пособие к выполнению курсовой работы по дисциплине «Организация производства» для студентов специальности 190201 – «Автомобиле –и тракторостроение» всех форм обучения [Текст]. Тольятти: ТГУ, 2007. – 63 с.
18. Скутнев В.М., Методические указания к курсовому проектированию, [Текст] Тольятти, 1987.
19. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник [Текст] / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов– М.: Машиностроение, 2004.-704 с.
20. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Т3. [Текст] / Б.В. Кисуленко, Ю.В. Дементьев, И.А. Венгеров– М.: Автополис-плюс, 2005.- 560 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягово-динамического расчета

Внешняя скоростная характеристика двигателя

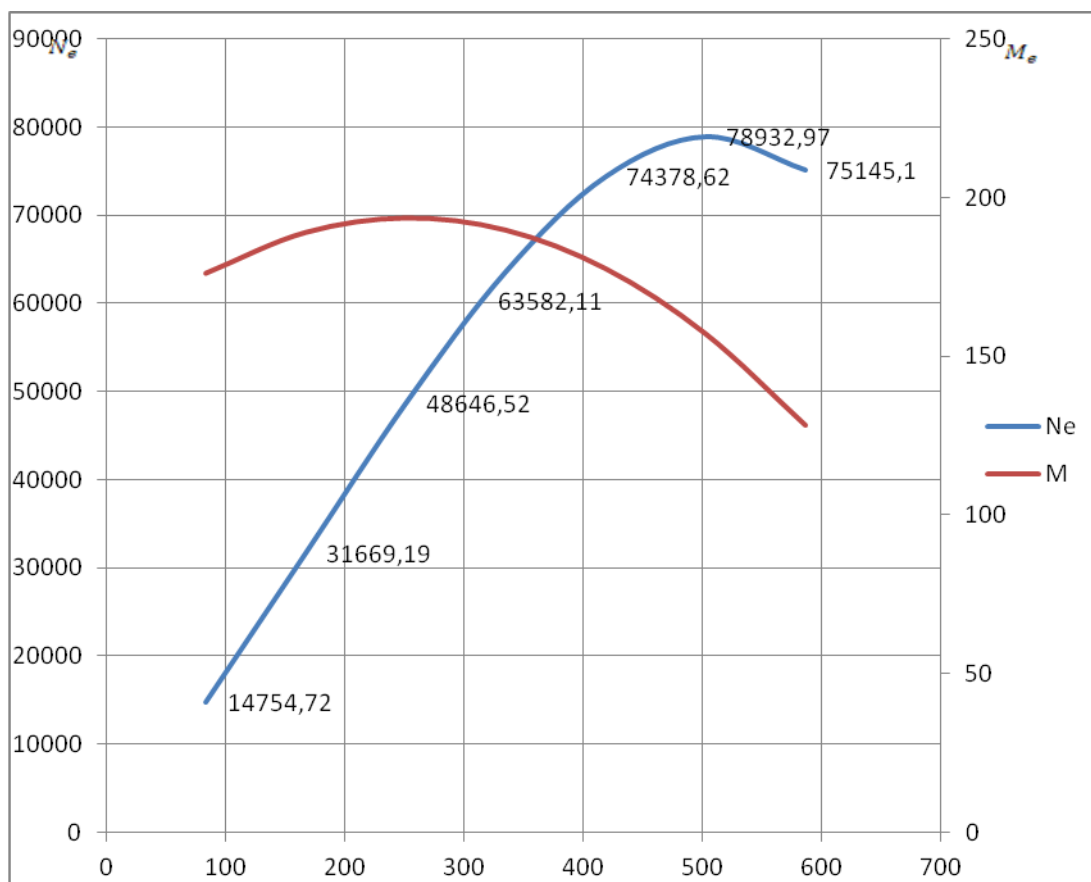


Рисунок А.1

Тяговый баланс автомобиля

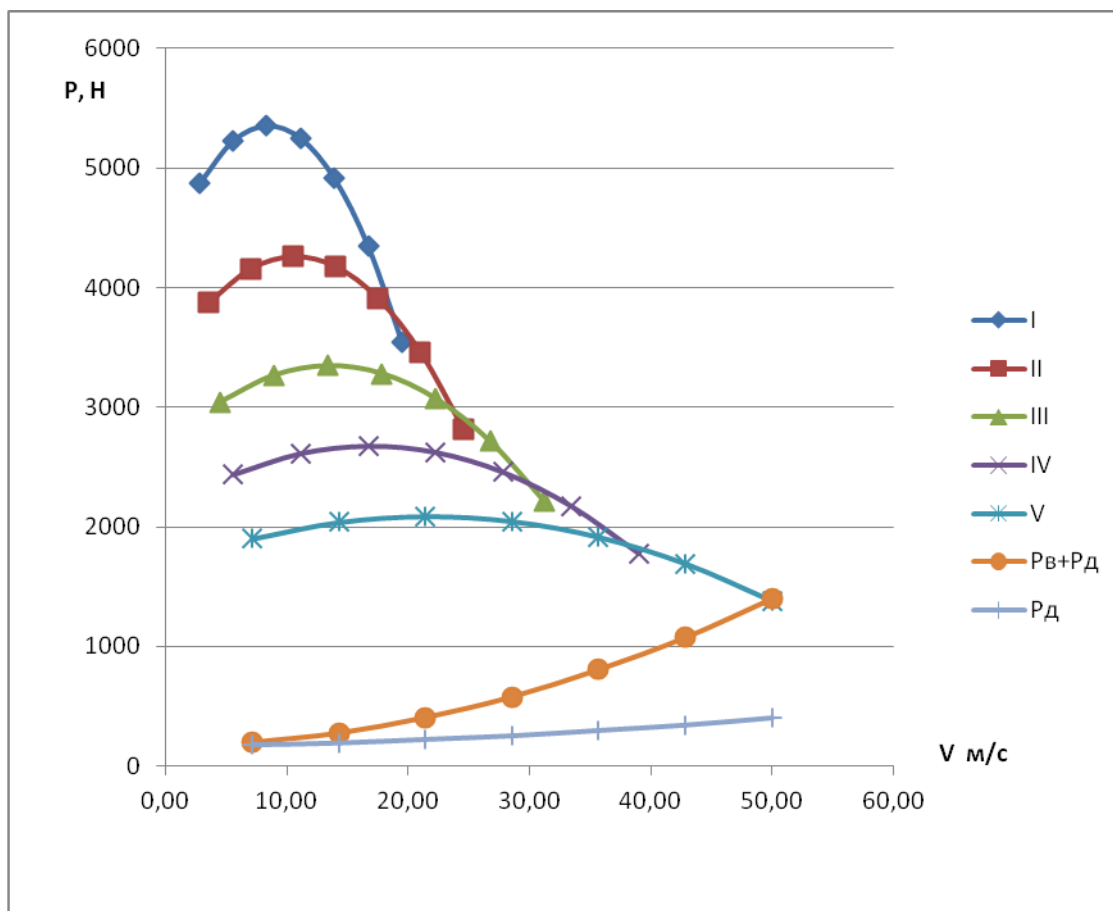


Рисунок А.2

Динамический баланс

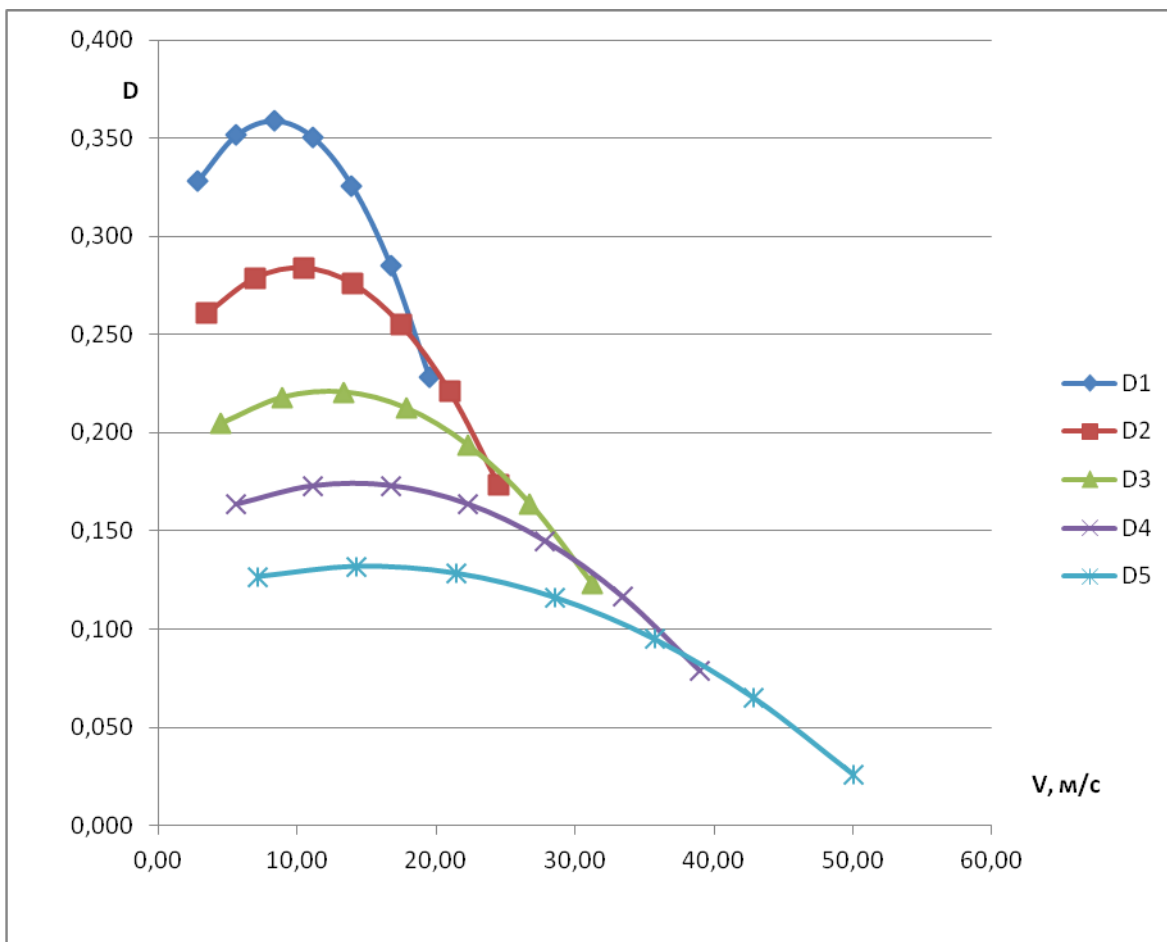


Рисунок А.3

Ускорения на передачах

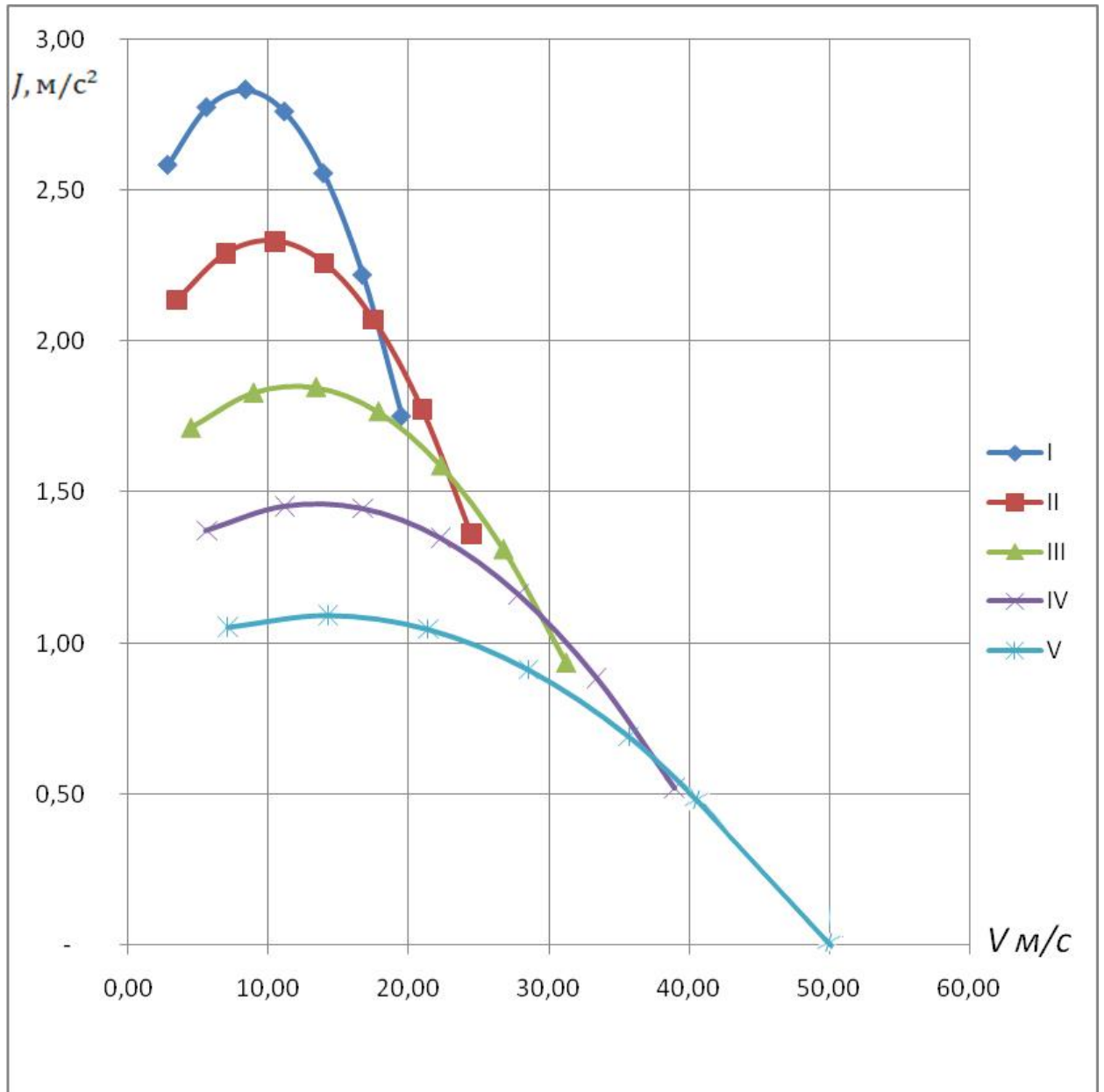


Рисунок А.4

Время разгона автомобиля

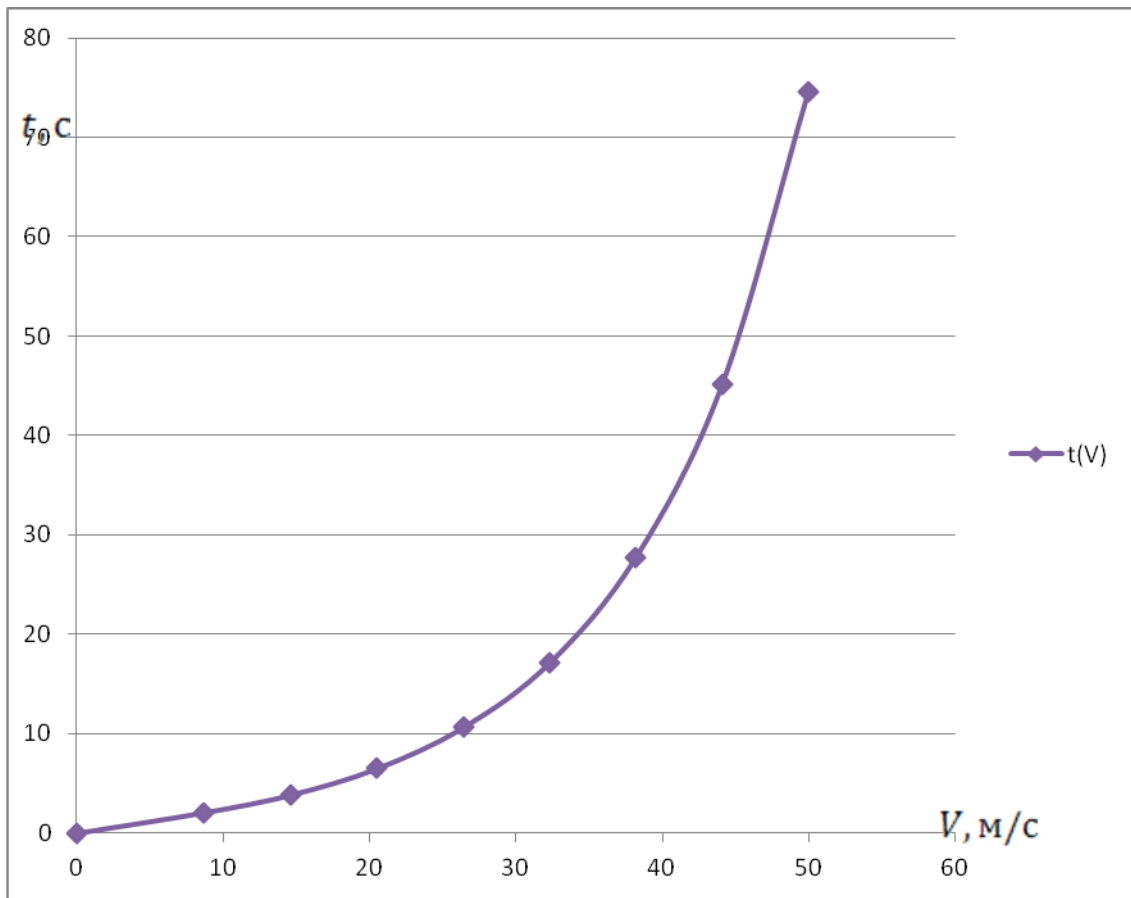


Рисунок А.5

Путь разгона автомобиля

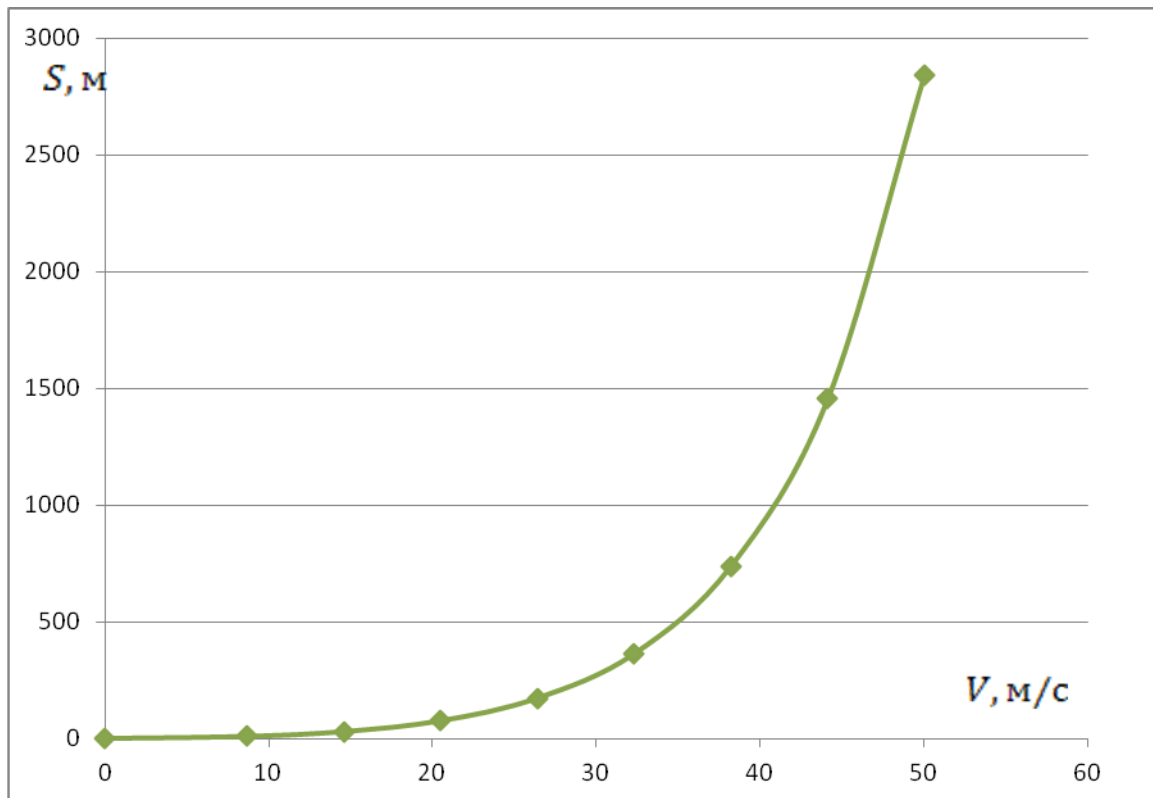


Рисунок А.6

Мощностной баланс автомобиля

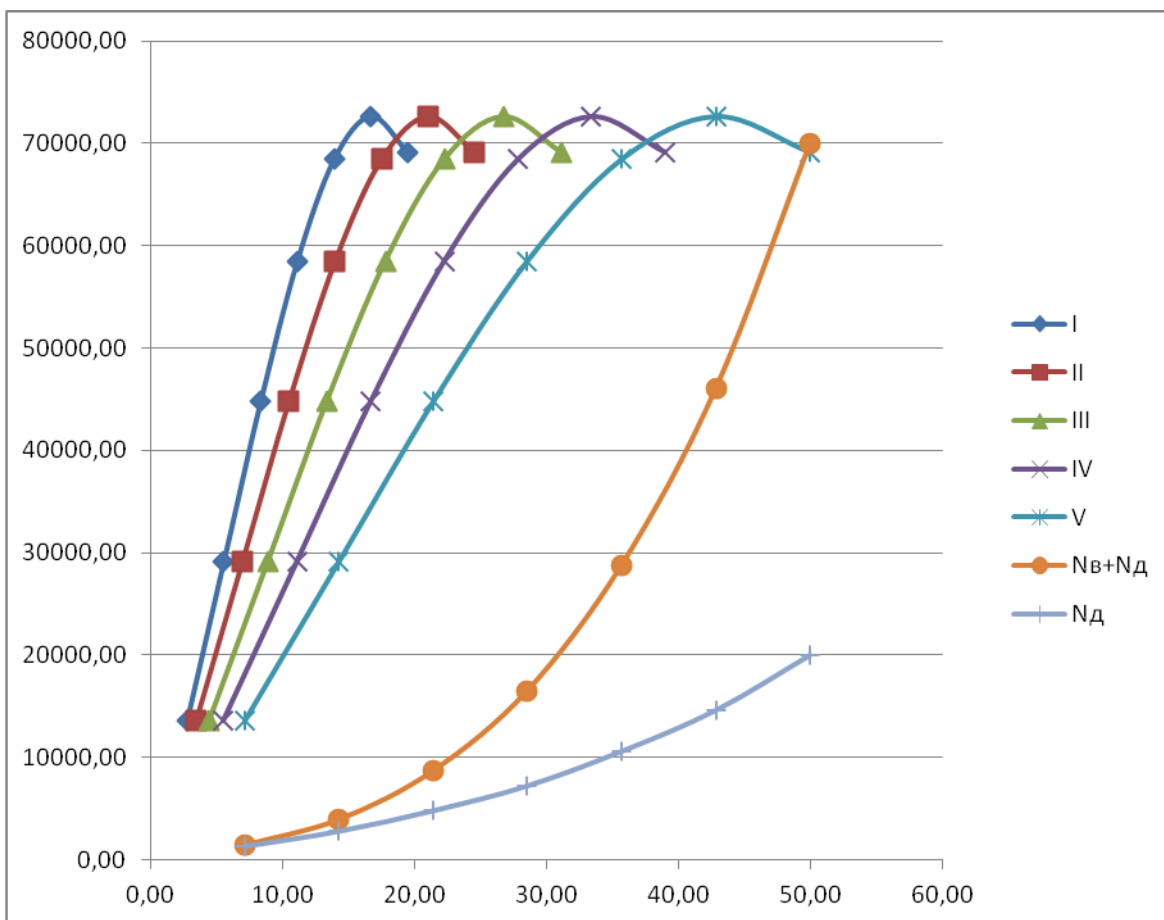


Рисунок А.7

Топливо-экономическая характеристика автомобиля

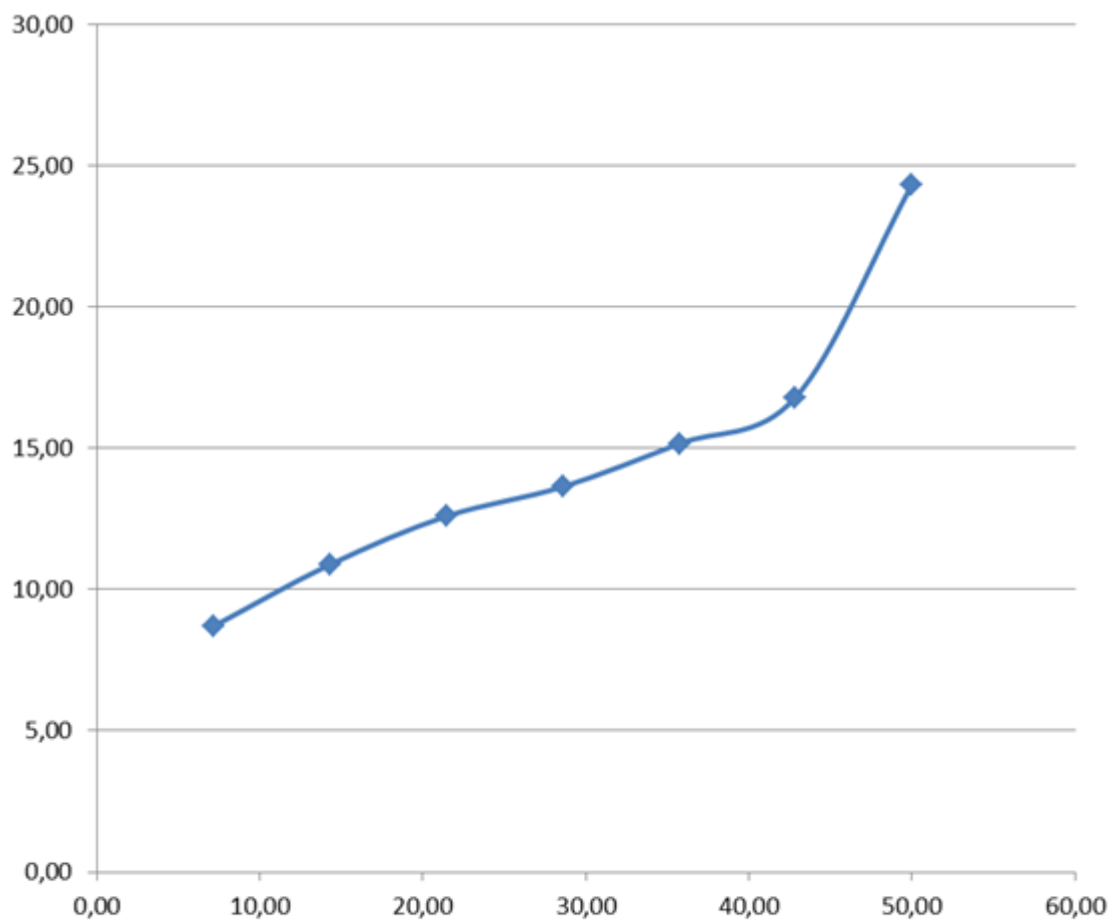


Рисунок А.8

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 - Спецификация

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A1			16.ДП.01.007.00.000СБ	Стенд в сборе	1	
Справ. №						<u>Сборочные единицы</u>		
			1		16.ДП.01.007.61.01.000	Колесо в сборе	2	
			2		16.ДП.01.007.61.02.000	Рама в сборе	1	
			3		16.ДП.01.007.61.03.000	Подвеска в сборе	2	
						<u>Детали</u>		
Подп. и дата			4		16.ДП.01.007.61.02.004	Рычаг привода тормозной системы	1	
			5		16.ДП.01.007-2902712	Пружина подвески тележки	2	
Инв. № дробл.			6		16.ДП.01.007-2904230	Буфер сжатия	2	
Взам. инв. №						<u>Стандартные изделия</u>		
Подп. и дата			7			Гайка крепления балки	4	
			8			Болт крепления	2	
					16.ДП.01.007.00.000 СБ			
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
		Разраб.		Зарин В.А.			Лит.	Лист
		Пров.		Черепанов Л.А.				Листов
		Руковод.		Черепанов Л.А.				1
		Н.контр.		Егоров А.Г.			ТГУ каф. ПиЭА	
		Утв.		Бабровский А.В.			гр. АТ-1101	
Стенд в сборе								

Копировал

Формат А4

