

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Модернизация стенда по определению коэффициентов сцепления и качения колес с дорогой

Студент

А.А. Сковородин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Л.А. Черепанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

В.Г. Капрова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

М.И. Фесина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н.В. Яценко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заместитель ректора-
директор института
машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 17 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте проведена модернизация стенда, предназначенного для определения коэффициента сопротивления качения и сцепления колес с дорогой.

Цель проекта: модернизация уже имеющегося стенда на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобиля». Суть модернизации заключается в изготовлении третьей опоры тележки, и внедрение тянущего механизма. Данная модернизация позволила применять в лабораторной работе электронный динамометр.

В разделе «Инженерные расчеты» проведен тягово-динамический расчет автомобиля LADA PRIORA, в котором определены расчеты основных параметров легкового автомобиля.

В «Исследовательской части» рассмотрена модернизированная конструкция стенда, описан принцип работы стенда и результаты проведения испытаний.

В разделе «Экономическая эффективность НИОКР» проведен расчет затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

В разделе «Безопасность и экологичность объекта» рассмотрены опасные и вредные факторы и их воздействие на организм человека и разработаны мероприятия по обеспечению безопасных условий труда при проведении лабораторной работы.

Объем пояснительной записки составляет 49 страниц. Графическая часть: 9 листов формата А1 и презентация, демонстрирующая выполнение лабораторной работы. В приложениях приведены результаты расчета тяговой динамики легкового автомобиля и методические указания по выполнению лабораторной работы. Модернизированный стенд планируется применять в исследовательской лаборатории кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» при выполнении лабораторной работы «Исследование коэффициента сцепления шин с дорожной поверхностью», в рамках дисциплины «Теория автомобиля».

ABSTRACT

In this diploma project, the stand, designed to determine the coefficient of rolling resistance and the grip of wheel, was upgraded.

The purpose of the project is the modernization of the stand available at the "Design and operation of the car" department. The essence of the modernization is in the manufacture of the trolley third support, and the introduction of a pulling mechanism. This modernization allowed to use an electronic dynamometer in the laboratory work.

The traction-dynamic calculation of the LADA PRIORA car, in which the calculations of the main parameters of the car are defined, is presented.

In the "Research Section" the modernized design of the stand is considered, the principle of the stand operation and the results of testing are described.

In the section "Economic efficiency of R & D", the calculation of research and development work costs was carried out.

In the section "Safety and environmental friendliness of the facility", hazardous and harmful factors and their effects on the human body are considered, and measures have been developed to ensure safe working conditions during laboratory work.

The graduation work consists of an explanatory note on 49 pages, graphic part on 9 A1 pages and a presentation, that demonstrate the performance of laboratory work. The appendices include the results of the traction-dynamics calculation of a car and the methodical instructions for the laboratory work.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Состояние вопроса	7
1.1 Свойства и назначения автомобильного двигателя. Классификация шин. Коэффициенты трения и сопротивления качению.	7
1.2 Требования которые предъявляются к колесам.....	12
1.3 Различие стендов для исследований	12
1.4 Обзор существующих стендов и тенденции их развития	13
1.5 Выбор принятого варианта конструкции модернизированного стенда и его обоснование.....	14
2. Патентные исследования.....	15
3 Инженерные расчеты.....	16
3.1 Расчет тяговой динамики автомобиля LADA PRIORA	16
4 Исследовательская часть	17
4.1 Виды динамометров.....	17
4.2 Описание стенда для определения коэффициентов сцепления и качения колес с дорожной поверхностью.	19
4.3 Принцип работы данного стенда.....	20
4.4 Методика определения коэффициента сопротивления качению на стенде.....	20
4.5 Методика определения коэффициента сцепления на стенде	21
5 Экономическая эффективность НИОКР.....	23
5.1 Смета затрат на НИОКР	23
5.2 Суммарная длительность НИОКР. Техническая готовность по стадиям.	25
5.3 Амортизационные отчисления на применяемое оборудование.....	31
5.4 Экономическая эффективность НИОКР	35
5.5 Анализ индексов экономической эффективности НИОКР	36
6 Безопасность проекта и его экологичность.....	37
6.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций при стендовых исследованиях коэффициентов сцепления и качения.	37

6.2	Выявление рисков при проведении лабораторных испытаний	38
6.3	Способы уменьшения рисков при проведении лабораторных испытаний	38
6.4	Пожарная безопасность объекта разработки	39
6.5	Экологическая безопасность объекта разработки	41
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	44
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	45
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	47
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	56

ВВЕДЕНИЕ

Прежде чем приступить к изучению сил, действующих на колеса автомобиля при его движении, необходимо рассмотреть, что же такое колесо. Колесо с пневматической шиной - это автомобильный движитель. Движитель – это рабочий механизм, который взаимодействует с опорной поверхностью дороги и обеспечивает передвижение автомобиля. Специфическая черта автомобиля в том, что движитель, есть система колеса с эластичной пневматической шиной. На колесо, которое взаимодействует с опорной поверхностью, действуют силы, удерживающие автомобиль на дороге, передвигающие и останавливающие его. Разберем несколько из них, такие как коэффициент сопротивления качению и коэффициент сцепления.

Для определения коэффициентов сцепления и сопротивления качения колес с дорогой создаются испытательные стенды. Это объединение различного оборудования, в основе которого используется автомобиль с допустимой для испытаний массой и специальная тележка, оборудованная датчиками, которые служат для сбора и анализа информации. Испытательные стенды предназначены для установления реакции объекта в нестандартных условиях при нагрузках, приближенных к максимальным. Наиболее распространенными процессами являются проверка силы, давления, ускорения, деформации, перемещения.

В данном курсовом проекте была поставлена задача, модернизировать стенд, использующийся для определения коэффициента сцепления и качения колеса с дорогой, который при этом будет компактным, обладать оптимальным весом для данной конструкции. Это даст нам возможность проведения испытаний в закрытом помещении без использования специального автомобиля.

1 Состояние вопроса

1.1 Свойства и назначения автомобильного двигателя. Классификация шин. Коэффициенты трения и сопротивления качению.

Автомобильное колесо состоит из шины и колёсного диска. Внутренняя полость шины герметизирована и заполнена сжатым воздухом. Автомобильная шина является одним единственным компонентом автомобиля, непосредственно взаимодействующим с дорогой и, за счет сцепления с дорожным покрытием, обеспечивающим движение автомобиля.

Шина принимает на себя неровности дорожного полотна и сглаживает их, обеспечивает разгон и торможение автомобиля. Безопасность движения, устойчивость и управляемость автомобиля, все эти параметры зависят от характеристики шины.

Шины обладают такими функциями, как:

1. Принятие на себя веса автомобиля, передача вертикальных реакций.
2. Передача тяговых, тормозных и боковых усилий.
3. Смягчение сотрясений от неровностей дорожного покрытия

Шины классифицируются по следующим признакам.

По назначению:

1. легковые;
2. грузовые;
3. летние;
4. зимние;

По давлению:

1. с постоянным давлением;
2. с регулируемым давлением;

По способу герметизации:

1. камерные;
2. бескамерные;

По конструкции – расположению нитей корда:

1. диагональные;
2. радиальные;

По габаритным размерам:

1. тороидные, обычные;
2. широкопрофильные;
3. низкопрофильные;
4. сверхнизкопрофильные;
5. арочные;
6. пневмокотки;

Колеса автомобиля (двигатели) предназначены: для осуществления связи автомобиля с дорожной поверхностью. Колеса должны обеспечивать движение автомобиля, изменение направления движения, его поддрессирование и передачу вертикальных нагрузок от автомобиля на дорогу. Так же колеса должны выполнять такие функции как: передача нагрузки от массы автомобиля на опорную поверхность, сглаживание воздействия неровностей поверхности на транспортное средство, обеспечение необходимой тяговой силой для движения и торможения, обеспечение соответствующей управляемости и курсовой устойчивости. Грузоподъемность, экономичность, управляемость, проходимость и др. это эксплуатационные показатели автомобиля, которые зависят от физико-механических свойств шины. В конечном итоге под действием внешних сил эти показатели определяют вид деформации шины и его значения. Еще нужно учитывать деформацию шин при нагрузке и радиус качения колеса. Колеса современных автомобилей снабжаются пневматическими шинами, обеспечивающие колесам лучшую эластичность во всех направлениях. Таких

как: радиальном, тангенсальном и боковом. В следствие этого радиус автомобильного колеса не является постоянной величиной, а изменяется под действием различных сил. Существует несколько понятий относительно радиуса автомобильного колеса: статический радиус, динамический радиус и радиус качения.

Статический радиус – это расстояние, замеренное у неподвижного колеса от его оси до опорной поверхности.

Динамический радиус – это расстояние между осью колеса и опорной поверхности при качении нагруженного колеса.

Радиус качения – это радиус выделенного в шине, условного недеформируемого кольца, длина окружности которого равна пути, проходимому центром колеса, катящегося по линейном движении. Если путь, пройденный колесом за один оборот в прямолинейном движении по плоскости, обозначить S , то радиус качения $r_k = S/2\pi$.

Соппротивление качению – сила, которую преодолевает автомобиль чтобы двигаться. В процессе взаимодействия колеса с дорогой шина деформируется в зависимости от опорной поверхности. Все усилия, позволяющие делать ускорения, тормозить или проходить повороты прилагаются в пятне контакта. Гистерезис материала шин определяет Соппротивление качению шин на твердой опорной поверхности, так как происходит прогиб каркаса покрышки при качении. Трение между шиной и дорогой, вызываемое скольжением, сопротивление вследствие циркуляции воздуха внутри шины и вентиляторный эффект вращающейся шины также создают сопротивление качению, но их влияние незначительно. Именно в случае качения колеса затрачивается большая энергии из всей необходимой для преодоления сопротивления качению. При нагружении колес вертикальной нагрузки происходит упругая деформация шин, сопровождаемая потерей энергии. Для

оценки упругих свойств шины нужно сравнить работу, затраченную на деформацию шин.

Коэффициент сцепления – это коэффициент продольной силы колеса, характеризующий тот крутящий момент, который может быть реализован колесом в данных дорожных условиях по условиям сцепления его с дорогой. Значение коэффициента сцепления зависит от многих факторов, основными из которых являются: тип и состояние покрытия, конструкция и состояние шины, скорость движения автомобиля, нагрузка на колесо. Чтобы определить, как состояние дороги влияет на силу сцепления, существует такое понятие как коэффициент сцепления, который определяют отношением значения силы сцепления ведущих колес автомобиля к весу автомобиля, который приходится на эти колеса.

Существует несколько коэффициентов сцепления. Коэффициент продольного (x) сцепления и поперечного (бокового) (y) сцепления. Коэффициент сцепления резко падает если происходит смачивание твердой (асфальтобетонной) поверхности т.к. происходит образование тонкой пленки из частиц грунта и воды, которые уменьшают трение между шиной и дорогой. Особенно сильно коэффициент сцепления снижается, если на покрытии имеется глиняная пленка. Зависимость коэффициент сцепления от дорожного покрытия: с твердым покрытием, зависит от трения скольжения между шиной и дорогой; на деформируемом зависит от сопротивления грунта срезу и от внутреннего трения в грунте.

Так же на коэффициент сцепления значительное влияние оказывает рисунок протектора шины и такие факторы как: тип и состояние покрытия, конструкция и состояние шины, скорость движения автомобиля, нагрузка на колесо. Сцепление шины с дорогой во время эксплуатации автомобиля ухудшается при истирании протектора шины. Шины с гладким протектором имеют минимальное сцепление при всех режимах движения: на асфальтовых мокрых, заснеженных и обледенелых дорогах. Шины с шашечным рисунком

протектора при движении по сухим твердым дорогам интенсивно изнашиваются, но в остальных условиях они обеспечивают максимальный коэффициент сцепления. При обеспечении высоких и средних коэффициентов сцепления и высокой износостойкости протектора наиболее целесообразно применять шины с продольными ребрами, расчлененный надрезами различной формы под углом 45° .

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 ($\varphi_x = \varphi_y$).

В таблице 1.1 приведена зависимость коэффициента сцепления от типа дорожного покрытия.

Таблица 1.1

Тип дорожного покрытия	Поверхность	
	Сухая	Мокрая
Асфальт и бетон	0,75 - 0,85	0,45 - 0,55
Гравийная дорога	0,55 - 0,75	0,35 - 0,55
Грунтовая дорога	0,4 - 0,65	0,25 - 0,45
Лед	0,08 - 0,21	
Уплотненный снег	0,15 - 0,25	

После проведения данных исследований было выбрано сухое и ровное покрытие для лучшего сцепления.

1.2 Требования которые предъявляются к колесам.

При проведении анализа и оценки автомобильного колеса, мы руководствуемся требованиями, предъявляемыми к ним:

- Колесо должно быть прочным чтобы выдерживать стандартные нагрузки при езде по обычной дороге;
- Должно обладать меньшим весом, тем самым подвеска вашего автомобиля будет работать лучше, так как снижается динамическая нагрузка на подвеску, и обеспечивает более лучший контакт колеса с дорогой, особенно при езде по неровной дороге;
- Так же должно иметь минимальную высоту протектора: 1,6 мм;

1.3 Различие стендов для исследований

На стендах для исследования коэффициента трения и сопротивления качению в зависимости от их назначения определяют:

1. Коэффициент трения и сопротивления качению;

А) В зависимости от нагрузок на колеса.

Б) От давления в колесах.

В) От поверхности покрытия.

Г) От параметров колеса.

2. Радиус качения;

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

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 для этого создаются различные стенды, диагностическое, и испытательное оборудование.

1.4 Обзор существующих стендов и тенденции их развития

Стенды можно разделить на несколько групп:

1. Для бензиновых и дизельных двигателей. Для испытания топливной аппаратуры: проводится диагностика электрической части форсунок (определяется рабочее напряжение, возможность короткого замыкания, наличие обрыва, диагностика инжекторов). Ресурсные испытания. Обкаточные.
2. Для испытания сцеплений. Испытание ведомого диска.: раскручивание ведомого диска сцепления за счет передачи момента от электродвигателя через редуктор. Испытания нажимного диска. Испытания фрикционных накладок проводятся на инерционном стенде НАМИ, который представляет собой две инерционные массы, одна из которых вращается постоянно (ведущая), другая периодически разгоняется (ведомая) в результате включения сцепления. Потом происходит выравнивания частот вращения масс (это свидетельствует об окончании буксования сцепления) сцепление выключается, и ведомая масса принудительно останавливается. Испытания на долговечность. Разомкнутыми и замкнутыми потоками мощности.
3. Для испытания коробок передач. Ресурсные испытания.
4. Для испытания приводных валов. Для испытания элементов подвески. Пружин, амортизаторов, балок, сайлентблоков, рулевых наконечников, шаровых опор, рычагов и. т. д.

1.5 Выбор принятого варианта конструкции модернизированного стенда и его обоснование.

В данной работе целью являлась модернизация стенда для определения коэффициента сцепления и качения колес с дорогой. У имеющегося стенда есть ряд недостатков. Он неустойчив, в ходе проведения испытаний нужно держать его на весу. Так же неудобно снимать показания с динамометра, так как он находится в руке, и измерения могут быть неточными. При модернизации стенда была изготовлена третья опора тележки, и две скобы для крепления к столбу. Между тележкой и столбом будет устанавливаться электрический динамометр, а с помощью лебедки будут осуществляться испытания. Тем самым мы получаем стенд по определению коэффициента сцепления и качения колес с дорогой, который требует минимум физических затрат.

2. Патентные исследования

Не предусмотрено в соответствии с заданием.

3 Инженерные расчеты

3.1 Расчет тяговой динамики 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	0,014
Коэффициент аэродинамического сопротивления	0,31
Коэффициент уклона i	0,29
Максимальная скорость	185 км/ч

В данной дипломной работе был произведен тягово-динамический расчет автомобиля LADA PRIORA. Графики расчета см. в ПРИЛОЖЕНИИ А.

4 Исследовательская часть

4.1 Виды динамометров

а) Механический динамометр:

различают несколько видов механических динамометров: пружинный и рычажный. В пружинном динамометре (Рисунок 4.1) есть пружина, которая в зависимости от направления или момента силы, передающегося ей, сжимается или растягивается. И регистрируется отношение упругой деформации пружины к силе воздействия на нее. В рычажном же динамометре регистрируется деформация рычага, к которому приложена сила.



Рисунок 4.1 - Механический динамометр

б) Гидравлический динамометр:

В гидравлическом динамометре жидкость под давлением поступает по трубке к записывающему аппарату и регистрируется сила вытеснения жидкости из цилиндра.

в) Электрический динамометр:

Электрический динамометр (Рисунок 4.2) состоит из двух датчиков, основного и дополнительного. Основной датчик, преобразует деформацию от

воздействия силы в электрический сигнал, а дополнительный датчик усиливает и записывает электрический сигнал основного датчика. Для преобразования силы или момента силы в деформацию используются индуктивные, пьезоэлектрические, тензорезисторные и вибрационно-частотные датчики сопротивления. В момент проведения испытаний к основному датчику прикладывается сила от которой происходит его деформация и токи моста сопротивления изменяются. Сила воздействие на датчик прямо пропорциональна электрическому сигналу. Дополнительный датчик усиливает сигнал и записывает его для последующей обработки.



Рисунок 4.2 – Электрический динамометр

4.2 Описание стенда для определения коэффициентов сцепления и качения колес с дорожной поверхностью.

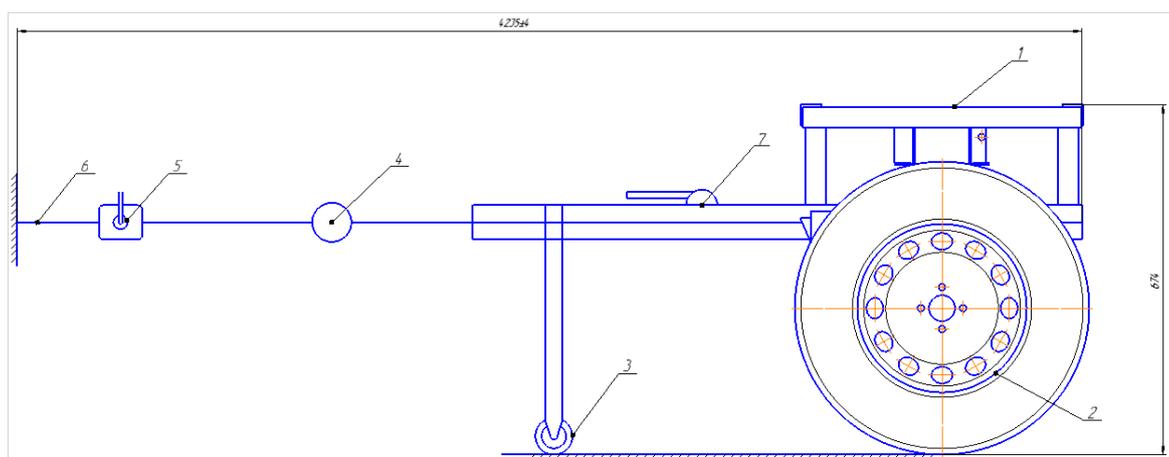


Рисунок 4.3 - Стенда для определения коэффициентов сцепления и качения колес

Стенд для определения коэффициента сцепления и качения состоит из следующих частей:

Площадки нагружения (1) для испытаний на нагрузку, закреплены к мосту подвески, колес (2), вспомогательного колеса (3), динамометра (4), лебедки (5), и крепления к столбу (6), ручного тормоза (7).

В данном стенде используется электрический динамометр, изображенный на рисунке 4.4:



Рисунок 4.4 – Электрический динамометр

4.3 Принцип работы данного стенда

Разработанный стенд позволяет определить коэффициент сопротивления качению и сцепления колес с дорогой.

Устанавливаем на стенд динамометр, закрепляя его к дышлу тележки, с другой стороны крепим трос. Начинаем приводить тележку в движение лебедкой, закрепленной к опоре. Лебедка представляет собой храповый механизм, соединенный с одной стороны с тросом, а с другой с опорой, позволяющий осуществлять равномерное движение испытываемой тележки.

Динамометр считывает приложенное усилие к стенду при изменении давления в колесах и нагрузки на стенд. Можно подсчитать коэффициент сопротивления качению и коэффициент сцепления при разных условиях.

4.4 Методика определения коэффициента сопротивления качению на стенде

Перед началом испытаний необходимо взвесить стенд и провести установку давления в колесах и нагрузки на стенд. Последующие действия описаны в пункте 4.3. Записываем значение тягового усилия (P_d, H) на динамометре. По результатам испытаний рассчитываем коэффициент сопротивления качению по формуле:

$$f_k = P_d / G_a \quad (4.1)$$

где

G_a – вес тележки, H

Опыт проводится, при разном давлении в шинах и разной загрузке тележки, по полученным данным строится график зависимости коэффициента сопротивления качению от давления воздуха в шинах и вертикальной нагрузки (Рисунок 4.5)

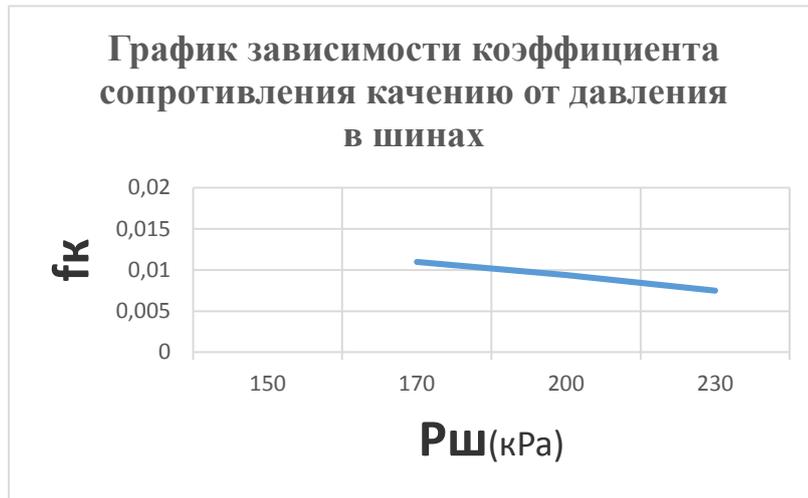


Рисунок 4.5 – График зависимости коэффициента сопротивления качению от давления в шинах

Строиться график (Рисунок 4.5) при одной нагрузке на стенд – 980Н, но при разных давлениях в колесах. Мы видим, что при увеличении давления в колесах на стенд, коэффициент сопротивления качению уменьшается.

4.5 Методика определения коэффициента сцепления на стенде

Перед началом испытаний необходимо взвесить стенд и провести установку давления в колесах и нагрузки на стенд. Затем ручным тормозом заблокировать колеса тележки. Последующие действия описаны в пункте 4.4. Фиксируем показания тягового усилия (Рд, Н) на динамометре. По результатам испытаний рассчитываем коэффициент сцепления по формуле:

$$\varphi = P_d / G_a, \tag{4.2}$$

где

G_a – вес тележки, Н

Опыт проводится, при разном давлении в шинах и разной загрузке тележки, по полученным данным строится график зависимости

коэффициента сцепления от давления воздуха в шинах и вертикальной нагрузки (Рисунок 4.6)

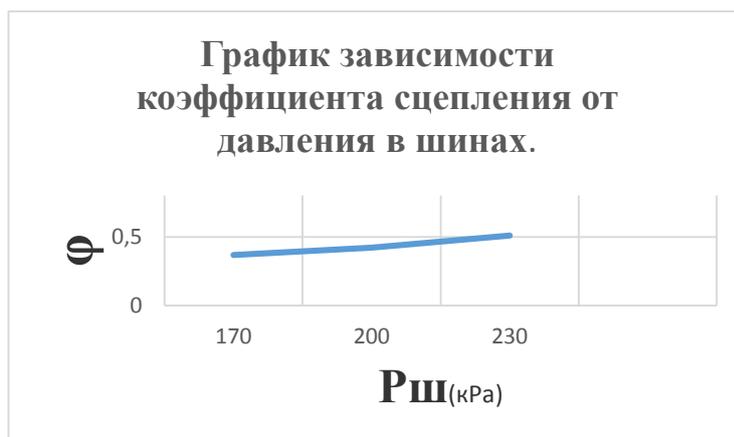


Рисунок 4.6 – График зависимости коэффициента сцепления от давления в шинах

Строиться график (Рисунок 4.6) при одной нагрузке на стенд – 980Н, но при разных давлениях в колесах. Мы видим, что при увеличении давления в колесах на стенд, коэффициент сцепления увеличивается.

5 Экономическая эффективность НИОКР

Введение

В дипломном проекте модернизирован стенд для определения коэффициентов трения и качения колес с дорогой. Наиболее распространенные испытания с максимально точными показателями, приближенным к эксплуатационным проводятся на специализированных автомобилях на полигонах. Данные испытания очень трудоемки т.к. затрачивают очень много временных, материальных и трудовых ресурсов, и существует постоянная зависимость от погодных условий.

В данной работе будет представлен модернизированный стенд, который даст возможность проведения лабораторных исследований в одинаковых условиях и в закрытых помещениях.

Рациональностью создание стенда по определению коэффициентов сцепления и сопротивления качению колес, снизит затраты на НИОКР. Чтобы определить величину затрат этапов НИОКР были составлены: график длительности, смета затрат на выполнение НИОКР.

Модernизированный стенд планируется применять в исследовательской лаборатории кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» при выполнении лабораторной работы «Исследование коэффициента сцепления шин с дорожной поверхностью», в рамках дисциплины «Теория автомобиля».

5.1 Смета затрат на НИОКР

В таблице 5.1 представлены стадии и этапы НИОКР

Таблица 5.1

Этапы работ в рамках НИОКР	Трудоемкость, дн		Исполнитель	Кол-во исполнителей, чел.	Используемое оборудование
	мин	макс			
1. Анализ рынка по стендам исследования сцепных свойств шин					
Анализ рынков стендов по исследованию сцепных свойств шин	1	4	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
Собственный прогноз развития рынка по стендам	1	4	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
Эффект от использования анализа развития рынка	1	3	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
2. Инжиниринг					
Разработка деталей для модернизации стенда	1	3	Ведущий инженер, инженер без категории	2	Персональный компьютер
Выбор и покупка материалов	1	4	Инженер без категории	1	
Изготовление деталей для стенда, их установка	3	7	Инженер без категории	1	УШМ, сварочное оборудование
Промежуточные испытания	0,5	1	Ведущий инженер, инженер без категории	2	Персональный компьютер, стенд
Доводка стенда	0,5	1	Инженер без категории	1	
Финальные испытания	1	2	Ведущий инженер, инженер без категории	2	Персональный компьютер, стенд
3. Результаты НИОКР					
Отчетная документация	3	4	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
Калькуляция затрат на НИОКР	2	3	Инженер без категории	1	Персональный компьютер
Незапланированные работы	1	2	Инженер без категории	1	
Итого	16	38			

5.2 Суммарная длительность НИОКР. Техническая готовность по стадиям.

Ожидаемая трудоемкость этапов НИОКР с учетом лучшего и худшего прогнозов по выполнению работ:

$$t_{оожи.} = \frac{3t \min + 2t \max}{5} \quad (5.1)$$

где

$t \min$ – лучшая оценка трудоемкости НИОКР, ч./дн.;

$t \max$ – худшая оценка трудоемкости НИОКР, ч./дн.

$$t_{оожи.} = \frac{3 + 8}{5} = 2,2$$

По условию известной трудоемкости этапов и численности исполнителей, определяем продолжительность отдельного этапа, общую длительность НИОКР, удельный вес отдельного этапа и нарастание готовности по каждому этапу. Продолжительность каждого этапа либо работы определяется по следующей формуле:

$$T_{этап.} = \frac{t_{оожи.}}{P_i} \quad (5.2)$$

где

P_i – количество исполнителей, ч.

$$T_{этап.} = \frac{2,2}{1} = 2,2$$

Общая продолжительность НИОКР:

$$T_{\text{сум.}} = \sum T_{\text{этап.}} \quad (5.3)$$

$$T_{\text{сум.}} = 23,05$$

Удельный вес отдельного этапа определим в процентах. В этом случае мы принимаем $T_{\text{сум.}}$ за 100%:

$$УД_{\text{этап.}} = \frac{T_{\text{этап.}}}{T_{\text{сум.}}} \cdot 100\% \quad (5.4)$$

$$УД_{\text{этап.}} = \frac{2,2}{23,05} \cdot 100\% = 9,54\%$$

В таблице 5.2 приведены результаты расчетов по каждому этапу

Таблица 5.2

Количество исполнителей			Планируемая трудоемкость, ч/дн	продолжительность этапа, дн.	Удельный вес, %	Δ , %
Ведущий инженер	Инженер без категории	Всего, чел.				
0	1	1	2	2,2	9,54	9,54
0	1	1	2	2,2	9,54	19,08
0	1	1	2	1,8	7,81	26,89
1	1	2	2	0,9	3,9	30,79
0	1	1	2	2,2	9,54	40,33
0	1	1	5	4,6	19,95	60,28
1	1	2	1	0,35	1,52	61,8
0	1	1	1	0,7	3,04	64,84
1	1	2	2	0,9	3,9	68,74
0	1	1	4	3,4	14,75	83,49
0	1	1	3	2,4	10,41	93,9
0	1	1	2	1,4	6,07	100
			Сумма	23,05		

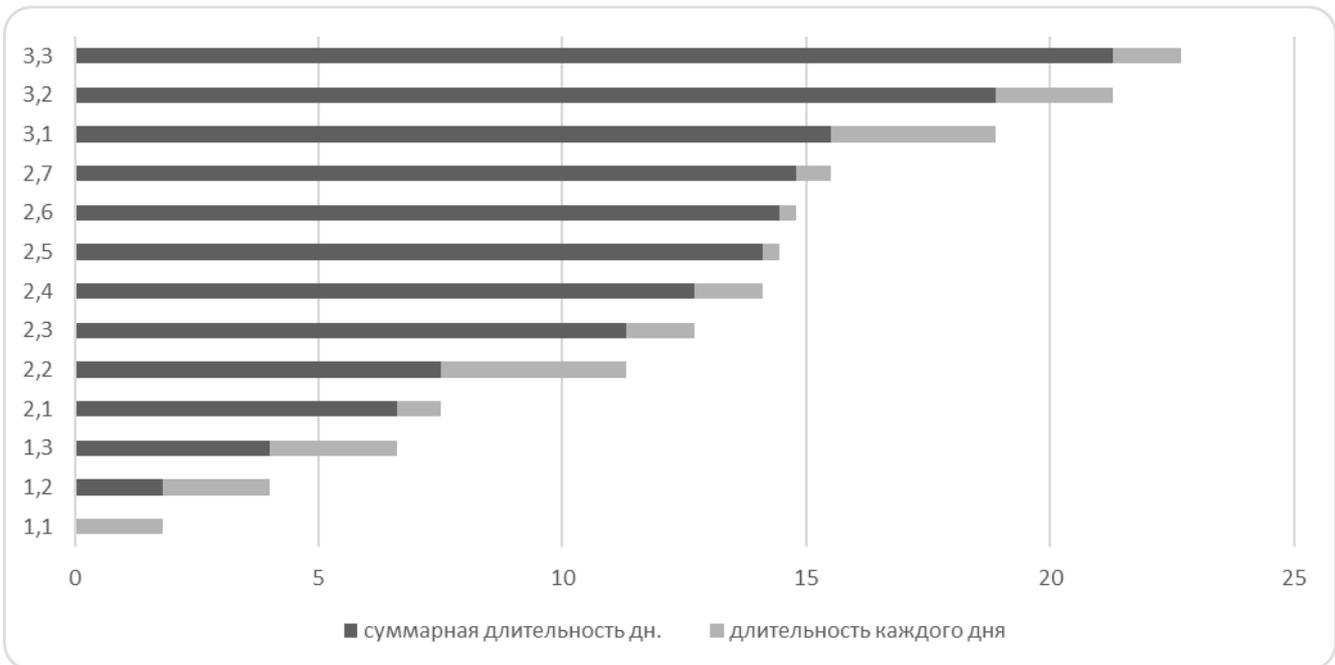


Рисунок 5.1 - Продолжительность выполнения НИОКР

Статьи затрат и смета на НИОКР:

1) Текущие затраты.

В данном пункте я рассчитал расходы на зарплату инженерного и вспомогательного персонала, которые принимают участие в НИОКР.

Фонд времени, годовой, эффективный:

$$F_{\text{эф.}} = (365 - [П + В] - Н)q - H_{\text{нераб.}} \quad (5.5)$$

где

$П$ - праздники, 4д;

$В$ - выходные, 3д;

$Н$ - планируемое количество невыходов, 0д;

q - кол-во часов в смену, 8ч;

$H_{\text{нераб.}}$ - кол-во нерабочих часов в предпраздничные дни, нерабочих, 0ч.

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

Расчет среднего количества рабочих дней в месяце:

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

27

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

Расчет времени работы *i*-го исполнителя, дн.:

$$K_{исп.} = \frac{Fi}{D} \quad (5.7)$$

где

Fi – количество отработанных дней *i*-м исполнителем, данные возьмем из таблицы 5.3.

В таблице 5.3 представлены данные по времени работы сотрудников, привлекаемых к НИОКР.

Таблица 5.3

Сотрудники		
	Ведущий инженер	Инженер без категории
	-	2,2
	-	2,2
	-	1,8
	0,9	0,9
	-	2,2
	-	4,6
	0,35	0,35
	-	0,7
	0,9	0,9
	-	3,4
	-	2,4
	-	1,4
Итого	2,15	23,05

Рассчитаем длительность работы *i*-го сотрудника, месяцев(м):

Инженер без/к:

$$K_{исп.} = \frac{23,05}{28} = 0,82$$

Вед. инженер:
$$K_{исп.} = \frac{2,15}{28} = 0,08$$

2) Заработная плата сотрудников с окладом в соответствии с занимаемыми должностями:

$$Z_{исп} = K_{исп} \cdot Окл. \cdot N \quad (5.8)$$

где

$K_{исп.}$ – длительность работы i -ого сотрудника, м.;

$Окл.$ – окладом в соответствии с должностью i -го сотрудника руб.;

N – кол-во сотрудников, чел.

Заработную плату сотрудников с окладом в соответствии с занимаемыми должностями сведем в таблицу 5.4.

Таблица 5.4

Должность сотрудника	Кол-во сотрудников, чел.	Оклад среднемесячный, руб.	Продолжительность, (м).	Заработная плата, руб.
1. Ведущий инженер	1	19500	0,08	1560
2. Инженер без/к	1	15700	0,82	12874
Итого	2			14434

Зарплата всех сотрудников:

$$Z_{исп.} = Z_{ит.} = 14434р. \quad (5.9)$$

Расчет отчислений в страховые взносы, руб.:

$$C_{с.в.} = \frac{Зисп \cdot Кс.в.}{100\%} \quad (5.10)$$

где

$Кс.в. = 30\%$ - коэффициент отчислений в страховые взносы.

$$C_{с.в.} = \frac{Зисп \cdot Кс.в.}{100\%} = \frac{14434 \cdot 30\%}{100\%} = 4330,2р.$$

Затраты на используемую электроэнергию, руб.:

$$C_{эл.} = \frac{N_y \cdot K_{исп} \cdot T_{маш.} \cdot Ц_{эл.} \cdot K_{загр.}}{60} \quad (5.11)$$

где

N_y - мощность техоборудования, кВт.;

$K_{исп.}$ - коэффициент использования техоборудования;

$T_{маш.}$ - машинное время работы каждого техоборудования, мин.;

$Ц_{эл.}$ - стоимость электроэнергии (2,73 руб.);

$K_{загр.}$ - коэффициент загрузки техоборудования.

Определим продолжительность использования персонального компьютера с учетом восьмичасового рабочего дня

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

В таблице 5.5 представлены результаты расчета затрат на электрическую энергию:

Таблица 5.5

Наименование оборудования	Ну	Кзаг	Кисп	Тм, мин.	Цэл, руб.	Сэл, руб.
Персональный компьютер	0,46	0,9	0,8	6888	2,73	103,79
Болгарка	0,78		0,9	336		9,65
Сварочное оборудование	4,95		0,9	336		61,29
					Итого	174,73

5.3 Амортизационные отчисления на применяемое оборудование

Амортизационные отчисления:

$$Саморт = \frac{Соб. \cdot Нам. \cdot Тм.и.}{Фообо. \cdot 100} \quad (5.12)$$

где

$С_{об}$ – стоимость оборудования, первоначальная;

$Нам.$ – амортизационные отчисления;

$Тм.и.$ – рабочее время оборудования;

$Фооб.$ – годовой эффективный фонд рабочего времени оборудования.

Годовой эффективный фонд рабочего времени оборудования:

$$Фообо. = Фраб. \cdot q \cdot Кзагр. \quad (5.13)$$

где

$Фраб.$ – в 2017 году 247 раб. /дн.;

q – длительность смены, час;

$Кзагр.$ – коэффициент загрузки.

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

Общая длительность работы оборудования:

$$T_{м.и.} = \text{Добор.} \cdot q \cdot K_{исп.} \quad (5.14)$$

где

Добор. – рабочее время оборудования, суммарное, дн.;

Kисп. – коэффициент рабочего времени оборудования.

$$T_{м.лк} = 14,35 \cdot 8 \cdot 0,8 = 91,84 \quad T_{м.ушм} = 4,48$$

В таблице 5.6 рассчитаны траты на амортизацию:

Таблица 5.6

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

Накладные затраты:

$$C_{накл.} = \frac{Z_{исп.} \cdot K_{накл.}}{100} \quad (5.15)$$

где

Kнакл. - коэффициент накладных затрат, 35%.

$$C_{накл.} = \frac{14434 \cdot 35}{100} = 5051,9$$

Затраты на материалы, комплектующие и покупные изделия, руб.:

$$M_i = C_{м.и.} \cdot Q_{т.и.} \cdot K_{т.ар.} - B_{отх.и.} \cdot C_{отх.и.} + C_{пик.и.} \cdot Q_{п.и.и.} \cdot K_{т.ар.} \quad (5.16)$$

где

$C_{м.и.}$ - оптовая цена единичного материала каждого вида, руб. /кг;

$Q_{т.и.}$ - величина расхода каждого материала, кг, м;

$K_{т.ар.}$ - коэффициент транспортно-заготовительных расходов, (1,45);

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

$C_{отх.и.}$ - стоимость единичной марки отходов каждого материала, руб/кг;

$C_{пик.и.}$ - отпускная цена покупных изделий и комплектующих, руб;

$Q_{п.и.и.}$ - нужное кол-во приобретенных изделий, шт.

В таблице 5.7. представлены затраты на материалы и приобретенные изделия для данной НИОКР.

Таблица 5.7

Название изделия	Нужное кол-во, м, кг, шт.	Средний ценник каждого изделия, руб.	Сумма, руб.	Цена материалов и изделий с учетом вычета отходов, руб.
Стальная планка	4	100	400	400
Доп. колесо	1	200	180	180
Метизы(болты, гайки и проч.)	20	5	100	100
Трос с трещеткой	1	250	250	250
			Итого	930

Капитальных вложения в данной НИОКР не запланировано.

В таблице 5.8 сведены результаты расчетов сметы затрат на НИОКР, на основании проведенных расчетов.

Так же при составлении сметы затрат на НИОКР мы должны учитывать стоимость самого стенда, которая составила: $C_{ст.} = 12130р.$

Таблица 5.8

Статьи	Символ	Сумма, руб.
Текущие затраты	<i>Ктек.</i>	
Материальные затраты, в том числе:		
- на материалы, комплектующие и покупные изделия	<i>Мi</i>	940
- на электрическую энергию	<i>Сэл.</i>	174,73
Оплата труда сотрудников	<i>Зисп.</i>	14434
Отчисления в страховые взносы	<i>Сс.в.</i>	4330,2
Амортизационные отчисления	<i>Саморт.</i>	142,47
Накладные затраты	<i>Снакл.</i>	5051,9
Общие затраты на НИОКР		25073,3
Стенд	<i>Сст.</i>	12130
Итого		37203,3

5.4 Экономическая эффективность НИОКР

Текущий чистый доход:

$$ЧД = Сд.исп. - Спред. \quad (5.17)$$

где

$Сд.исп. = 80000$ руб.– затраты на дорожные испытания;

$Jo = Спред. = 37203,3$ руб.

$$ЧД = 80000 - 37203,3 = 42796,7$$

Индекс доходности:

$$JD = \frac{ЧД}{Jo} = \frac{42796,7}{37203,3} = 1,15 \quad (5.18)$$

Период окупаемости проекта:

$$Токуп. = \frac{Jo}{ЧД} = \frac{37203,3}{42796,7} = 0,87 \quad (5.19)$$

В таблице 5.9 приведена коммерческая эффективность проектируемого изделия

Таблица 5.9

Текущий чистый доход	<i>ЧД</i>	42796,7
Капиталообразующие инвестиции	<i>Jo</i>	37203,3
Индекс доходности	<i>JD</i>	1,15
Период окупаемости проекта	<i>Токуп.</i>	0,87

5.5 Анализ индексов экономической эффективности НИОКР

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

$С_{предпр} < С_{дор.исп}$:

Чистый доход положителен ($ЧД = 42796,7$ руб.), следовательно проект эффективный и можно рассматривать решение о его принятии.

Достаточно значительный индекс доходности ($JD = 1,15 \geq 1$) свидетельствует о том, что проект является эффективным. *JD* показывает отдачу вложенных инвестиций в проект, на каждый рубль. Маленький срок окупаемости ($Токуп. = 0,87$) говорит нам о низкой рискованности проекта.

Это значит, модернизация стенда является экономически выгодной и может использоваться на производстве для испытаний и в институтах с исследовательской лабораторией кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей».

6 Безопасность проекта и его экологичность

6.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций при стендовых исследованиях коэффициентов сцепления и качения.

Эскиз рабочего места.



Описание технологического оборудования

Технологический паспорт модернизированного стенда приведен в таблице 6.1:

Таблица 6.1

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Испытательный стенд.	Проведение испытаний, снятие показаний датчика, составление графиков.	Инженер б/к	Тележка, динамометр, трос.	Металл

В данной дипломной работе была проведена модернизация стенда по определению коэффициента трения и качения колес с дорогой. Это

позволило сделать стенд еще более безопасным для окружающих и проводящих на нем испытания студентов.

6.2 Выявление рисков при проведении лабораторных испытаний

При выполнении испытаний на стендах студенты используют различные инструменты, механизмы, материалы. Применительно к рассматриваемому технологическому процессу подробно рассмотрим опасные или вредные факторы и источник их возникновения.

Идентификация рисков приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2

Вид выполняемых работ	Опасный вредный фактор при испытаниях	Источник опасного вредного фактора
Проведение испытаний на стенде по определению коэффициентов трения и качения колес с дорогой.	Острые кромки, заусенцы.	Стенд
	Повышенный уровень шума.	Компрессор для подкачки колес.
	Поражение электрическим током.	Пробой изоляции питания эл. динамометра.

6.3 Способы уменьшения рисков при проведении лабораторных испытаний

Мероприятия по обеспечению безопасности проведения испытаний подразделяют на два основных типа:

- Индивидуальные мероприятия, к которым относятся средства по обеспечению индивидуальной защиты;
- Коллективные, к которым относятся мероприятия по обучению студентов использованию устройств, применение мероприятий по пожаробезопасности, электробезопасности и т. д.

Непосредственно перед испытаниями проводится инструктаж. Всего различают: вводный; первичный (на рабочем месте); повторный; внеплановый.

Для обеспечения безопасного перемещения студентов и перевозки грузов в корпусе применены разделенные входы. Двери и технологические ворота открываются наружу, чтобы при случаях массовых перемещений работников и студентов из лабораторных помещений двери не были преградой для выхода.

Способы уменьшения профессиональных рисков приведены в таблице 6.3:

Таблица 6.3

Опасный вредный фактор при испытаниях	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения или полного устранения опасного вредного фактора при испытаниях	Средства индивидуальной защиты студента.
Острые кромки, заусенцы.	Нахождение преподавателя(Ведущего инженера)при испытаниях, контроль правильности их исполнения, и соблюдения техники безопасности.	Спецодежда.
Повышенный уровень шума.	Вкладыши, наушники.	
Поражение электрическим током.	Проверка целостности изоляции кабеля питания перед началом испытаний.	Прорезиненные перчатки. ГОСТ 20010-93

6.4 Пожарная безопасность объекта разработки

Согласно НПБ 105-95, предусматривается категорирование промышленных и складских помещений, зданий и сооружений по взрывопожарной опасности. Рассматриваемому участку присваивается категория «Д» - пожары, связанные с воспламенением и горением металлов. На объектах категории «Д» возникновение отдельных пожаров будет

зависеть от степени огнестойкости зданий, а образование сплошных пожаров – от плотности застройки.

Первичными средствами пожаротушения являются огнетушители, ведра, ящики с песком и т.д. Для данного технологического процесса используем два огнетушителя марки ОЖ-7, который заряжается водой с добавками поверхностно – активного вещества или растворами сульфанола, сульфоната, пенообразователя или смачивателя.

Все двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в сторону выхода из помещений. Запрещается загромождать проходы, коридоры, лестничные площадки мебелью, оборудованием, а также забивать двери эвакуационных выходов.

Все студенты должны обучаться по специальной программе для изучения инструкций и правил по пожарной безопасности.

Идентификация классов и опасных факторов пожара приведена в таблице 6.4.

Таблица 6.4

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Помещение для проведения испытаний.	Стенд	Д	Повышенная температура окружающей среды.	Замыкание электрического напряжения на токопроводящие части динамометра.

Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности приведены в таблице 6.5.

Таблица 6.5

Наименование технологического процесса	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Проведение испытаний на стенде.	Назначение должностных лиц, ответственных за пожарную безопасность в цехе.	Должны обеспечивать своевременное выполнение требований пожарной безопасности, создавать и содержать в установленном порядке норм, перечней на которых создается пожарная охрана.
	Установление противопожарного режима.	Порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара; Порядок и сроки противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму.
	Обучение студентов правилам пожарной безопасности.	Инструктаж должен проводиться со всеми студентами.

6.5 Экологическая безопасность объекта разработки

Организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду приведены в таблице 5.6

Таблица 6.6

Наименование технического объекта	Стенд по определению коэффициентов сцепления и качения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Данный стенд модернизируется с целью заменить дорожные испытания на лабораторные. Это позволит нам не применять автомобиль, который негативно влияет на атмосферу, гидросферу и литосферу выхлопными газами, возможными протечками масла и проч.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	

Выводы: В рамках раздела “Безопасность объекта и его экологичность“ я рассмотрел опасные и вредные факторы и их воздействие на организм человека при выполнении лабораторной работы, а также неблагоприятных антропогенных воздействий на гидросферу, литосферу, и атмосферу.

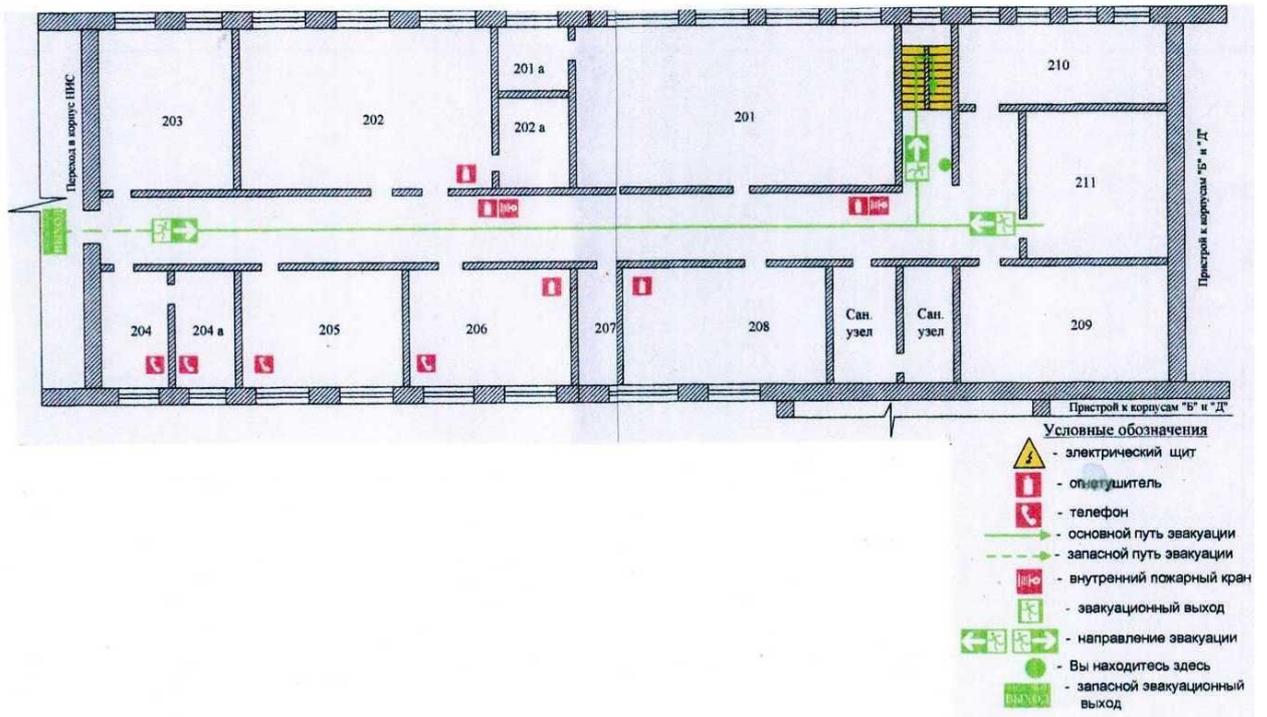
Во время дипломного проектирования я разработал мероприятия по обеспечению безопасных условий:

1. Мероприятия по обеспечению пожаробезопасности в исследовательской лаборатории.
2. Мероприятия по обеспечению электробезопасности в исследовательской лаборатории
3. План эвакуации.

А также:

1. Мероприятия по снижению неблагоприятного антропогенного воздействия на атмосферу
2. Мероприятия по снижению неблагоприятного антропогенного воздействия на гидросферу
3. Мероприятия по снижению неблагоприятного антропогенного воздействия на литосферу

План эвакуации



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте проведена модернизация стенда для определения коэффициентов сопротивления качению и сцепления колес с дорогой.

Так же выполнен анализ конструктивно – технологического функционирования стенда с точки зрения его безопасности, эксплуатации и экологии окружающей среды.

В экономической части рассчитаны затраты на проведение НИОКР. Составлен график длительности НИОКР. Определен безубыточный объем производства. Рассчитаны показатели коммерческой эффективности внедрения в производство результатов НИОКР.

Модернизированный стенд планируется применять в исследовательской лаборатории кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» при выполнении лабораторной работы «Исследование коэффициента сцепления шин с дорожной поверхностью», в рамках дисциплины «Теория автомобиля».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля [CD] / Л.А. Черепанов — ТГУ, 2016 —39 с.
2. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов— М.: Машиностроение, 2004. -704 с
3. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. ТЗ. / Б.В. Кисуленко, Ю.В. Дементьев, И.А. Венгеров— М.: Автополис-плюс, 2005. -560 с.
4. Волжское объединение по производству легковых автомобилей [Текст] / Руководство по ремонту автомобилей ВАЗ. Тольятти ,1984.
- 5.Кугель, Р.В. Испытание на надежность машин и их элементов /,1982 – 184с.
6. Jeff Daniel Modern car technology: Jeff Daniels looks under the skin of today's cars / Sparkford, UK : Haynes, 2001.
7. Calculation the torque moment of the clutch elastic and safety roller. Part 1. 2012. Volume XI (XXI). P. 36 – 38.
8. Исаев, Е.У. Проектирование автомобиля: учебное пособие / [Текст] / Е.У. Исаев, Н.С. Соломатин, Б.В.Кисуленко,В.М. Карпов[и др.] Тольятти: изд-во ТГУ,2003. – 260 с.:пер.
9. Котлобай А.Я., Котлобай А.А., Юнусов Ю.Ш., Тамело В.Ф. Развитие систем приводов рабочего оборудования инженерной техники. наука и техника. 2015;(5):18-26.
10. Карпиевич Ю.Д., Баханович А.Г., Бондаренко И.И. Бортовой мониторинг технического состояния силовых агрегатов колесных и гусеничных машин. наука и техника. 2016;15(5):427-434.
11. Кузнецов, Б.А Краткий автомобильный справочник. – 10-е изд [Текст] / Б.А. Кузнецов. – М. : Транспорт, 1984. – 220 с.
12. Гаспарян, Г. А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля [Текст] / Г.А. Гаспарян. – М. :Машиностроение, 1978. – 351 с.

13. Вишняков, Н.Н. Автомобиль: Основы конструкции 2 изд-е [Текст]/Вишняков Н.Н, Вахламов В.К, Нарбут А.Н. – М.:Машиностроение,1986. – 304 с.
14. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили [Текст] / В.Ф. Родионов, Б.А. Фиттерман. – М. : Машиностроение, 1973. – 490 с.
15. Раймпель, Й. Шасси автомобиля [Текст] / Й. Раймпель. – М. :Машиностроение, 1983. – 356 с.
16. Проjkшат, А. Шасси автомобиля: Типы приводов [Текст] / А. Проjkшат. – М. : Машиностроение, 1989. – 232 с.
17. Ротенберг, Р.В. Подвеска автомобиля [Текст] / Р.В.Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1972. – 392 с.
18. Гольд А.И. Прочность и долговечность автомобиля. [Текст] - М., “Машиностроение“, 1986.
19. Иванов А. М. Основы конструкции автомобиля / Солнцев А. Н., Гаевский В. В. и др. Учебник для ВУЗов 2005.
20. Калашников С.Н. Справочник. [Текст]- 1975.
21. Конструкция автомобилей. Трансмиссия : учебно-методическое пособие для студентов автотранспортных специальностей / О. С. Руктешель [и др.]. - Минск : БНТУ, 2008. - 115 с. : ил.
22. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» [Текст] : Уч.- методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33 с.
23. Чернин И.М. Расчеты деталей машин. Мн., “Высшая школа“, 1978.
24. Скутнев В.М. Автомобили. Основы конструирования и расчета автомобиля [Текст] Часть 3.-Тольятти: ТГУ,2006.- 48с.
25. Осепчугов, В. В. Автомобиль : Анализ конструкций, элементы расчета : учеб. для вузов [Текст]/ В. В. Осепчугов, А. К. Фрумкин. – Москва Машиностроение, 1989. - 304 с. : ил. - Библиогр.: с. 303. - Предм. указ.: с. 303- 304.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягово-динамического расчета автомобиля LADA PRIORA.

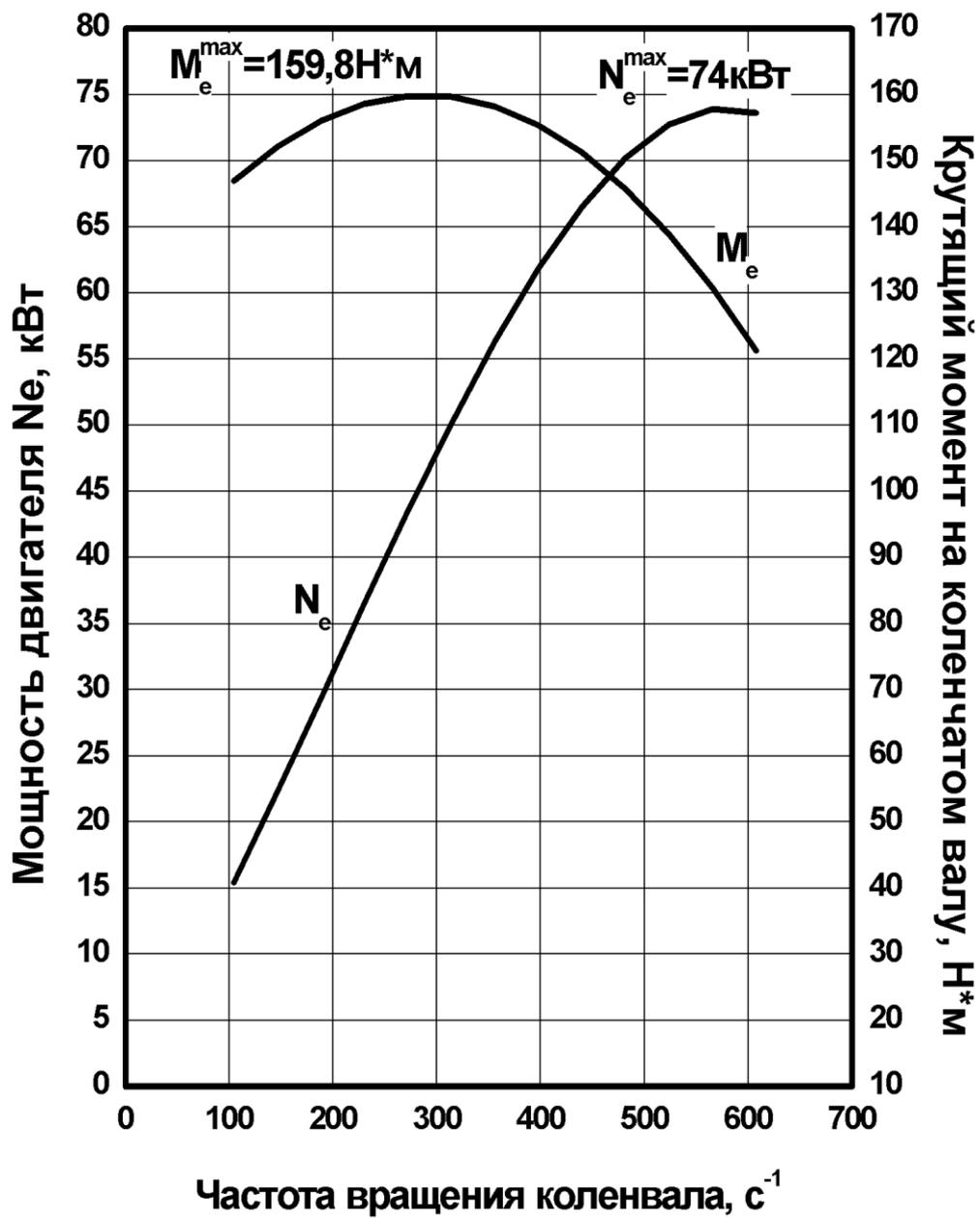


Рисунок А1 – Внешняя скоростная характеристика

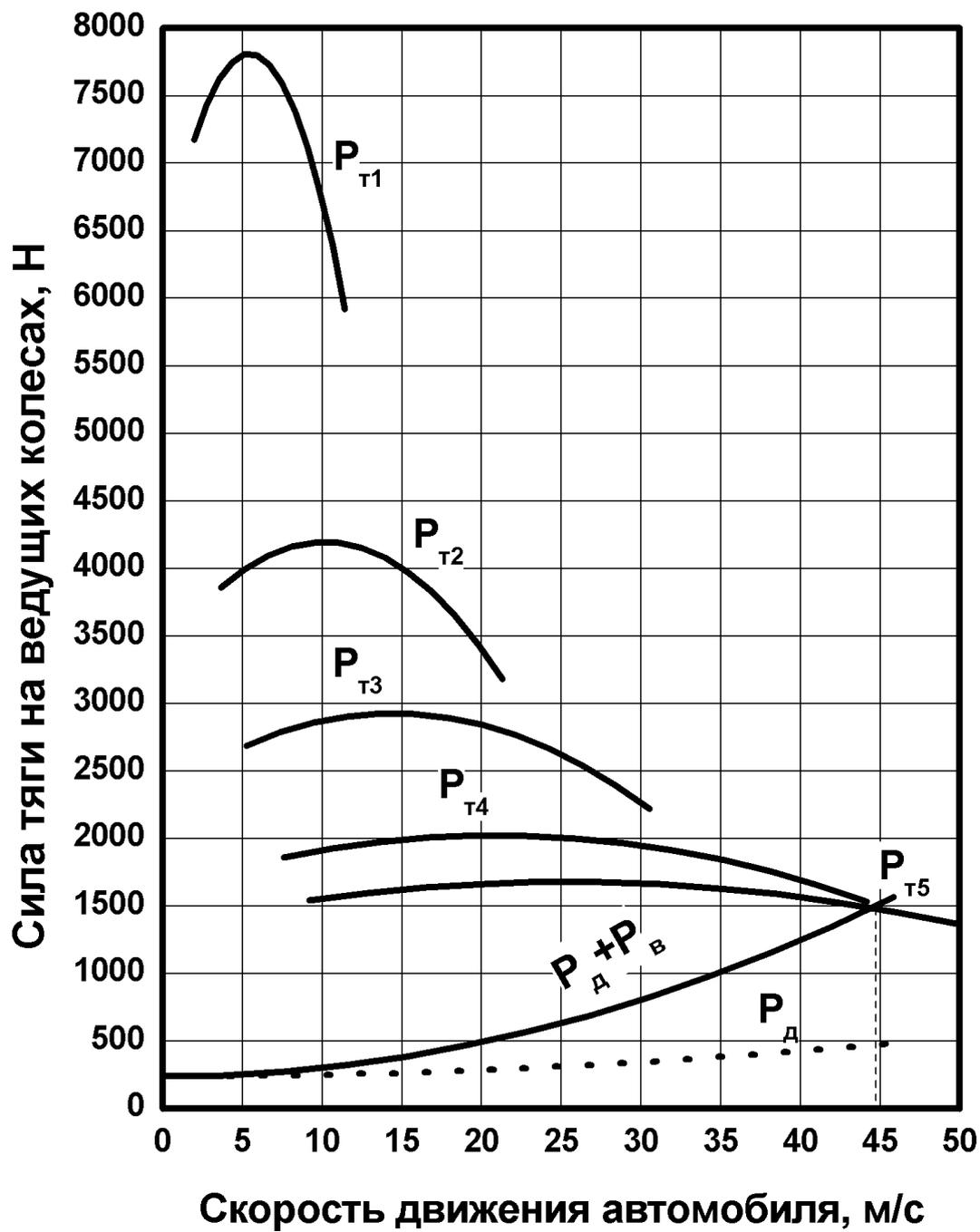


Рисунок А2 – Тяговый баланс

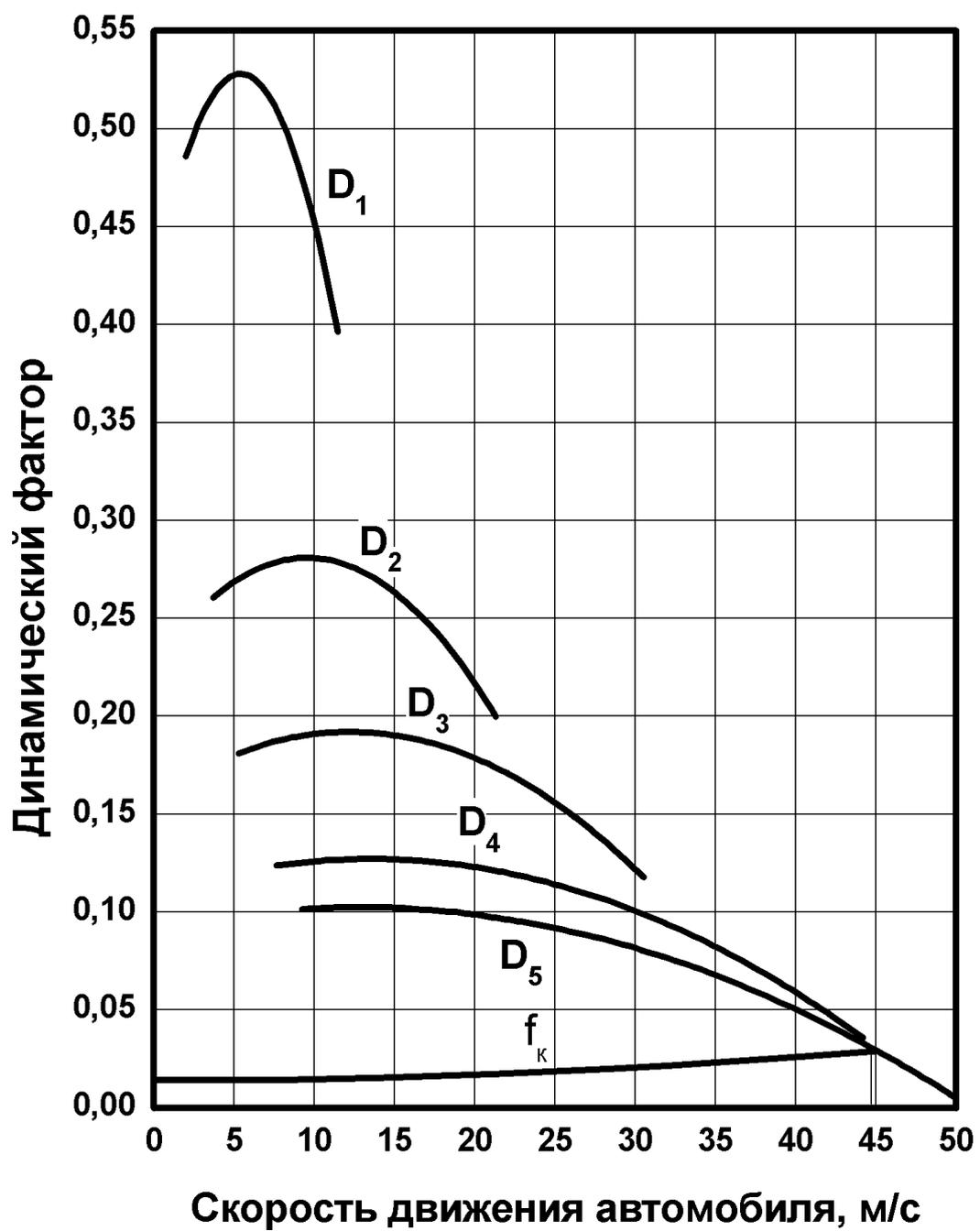


Рисунок А3 – Динамическая характеристика

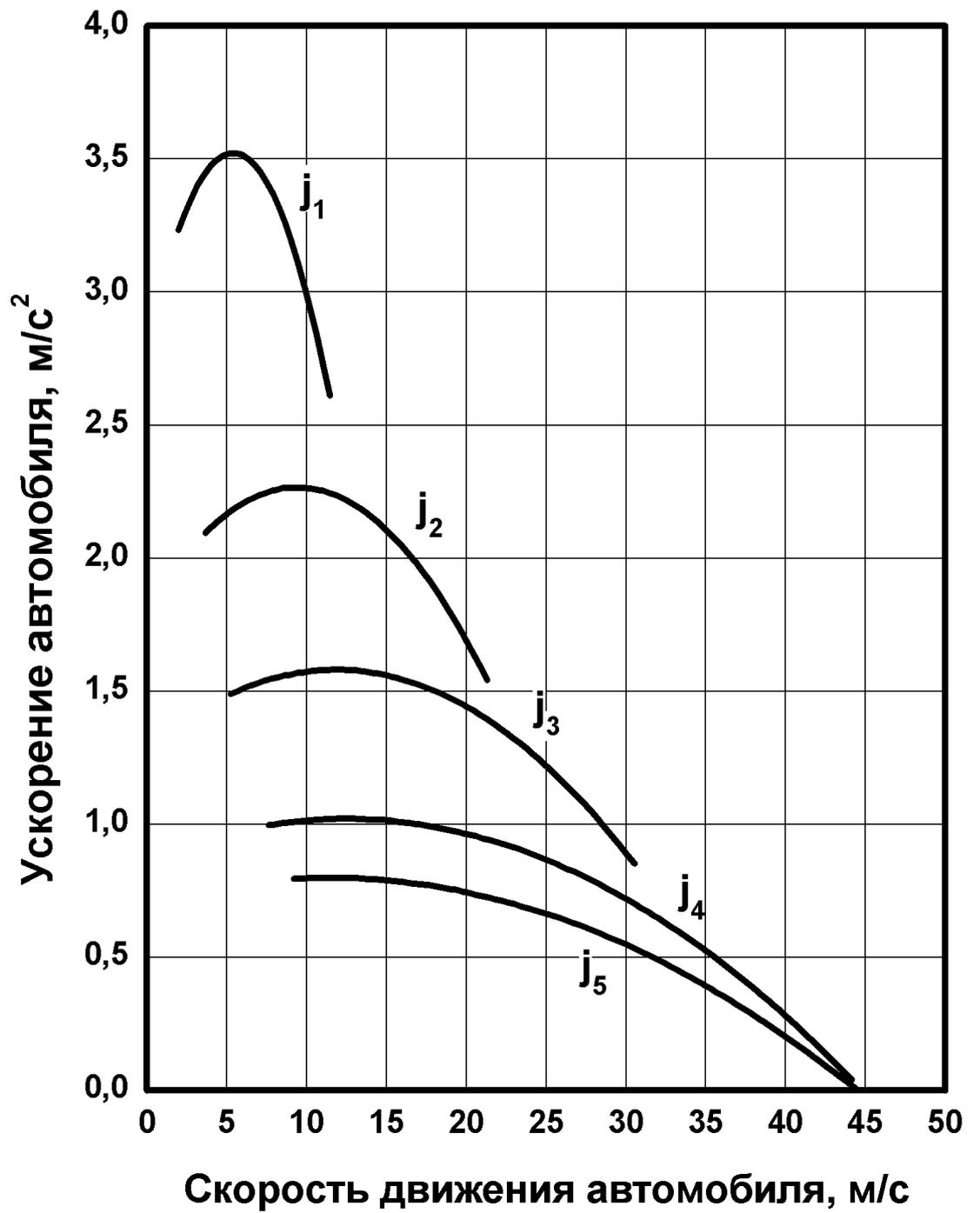


Рисунок А4 – Ускорения

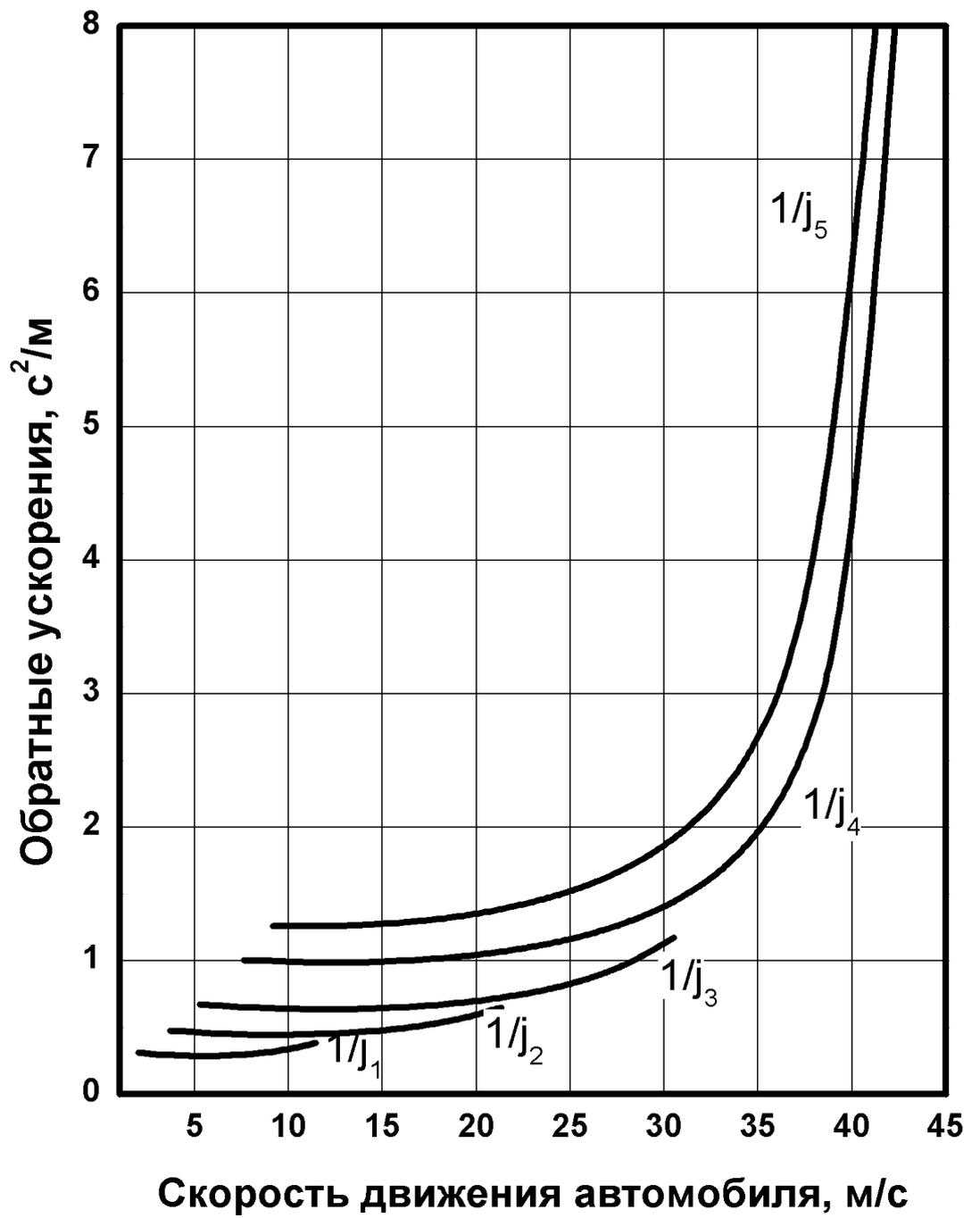


Рисунок А5 – Обратные ускорения

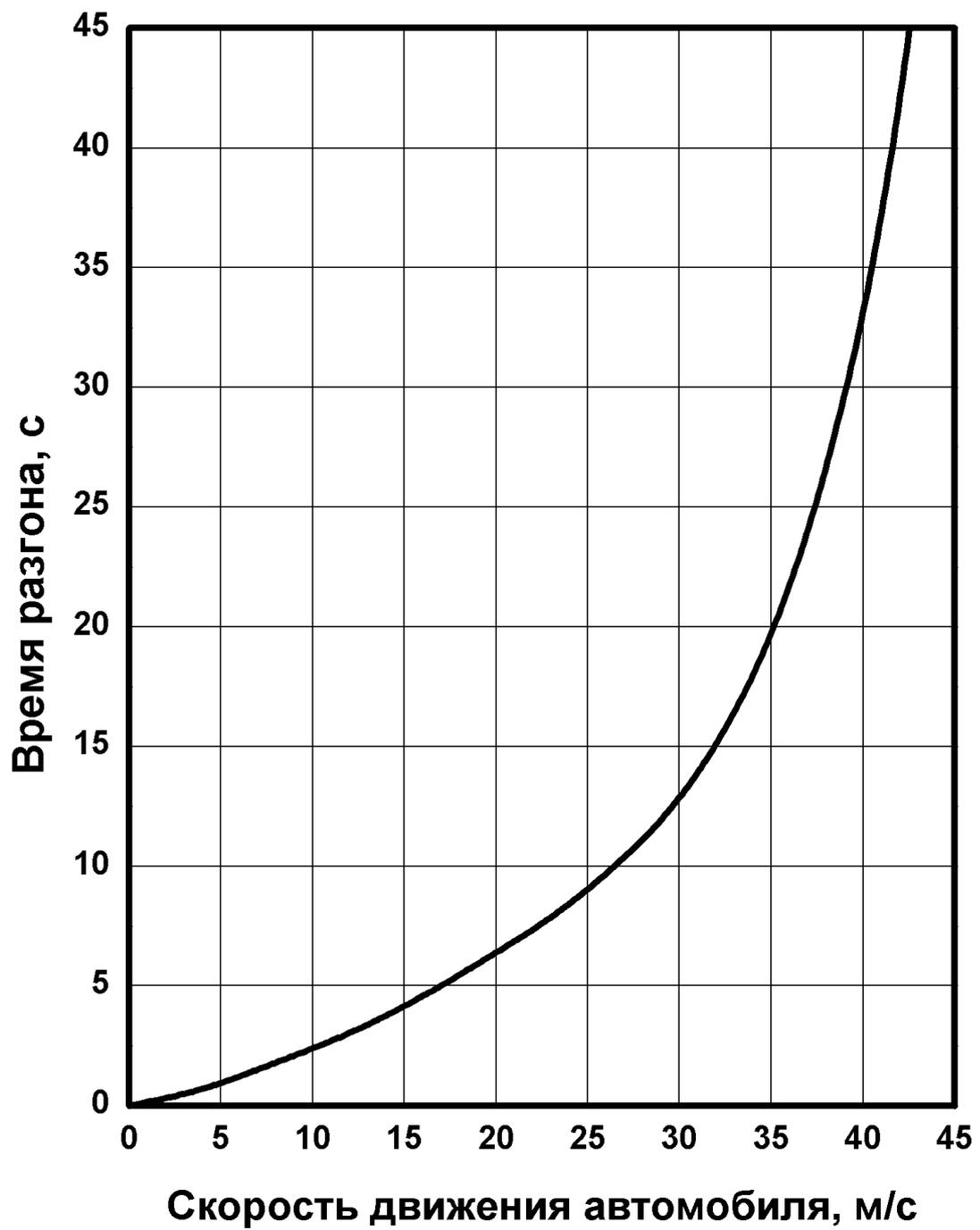


Рисунок А6 – Время разгона

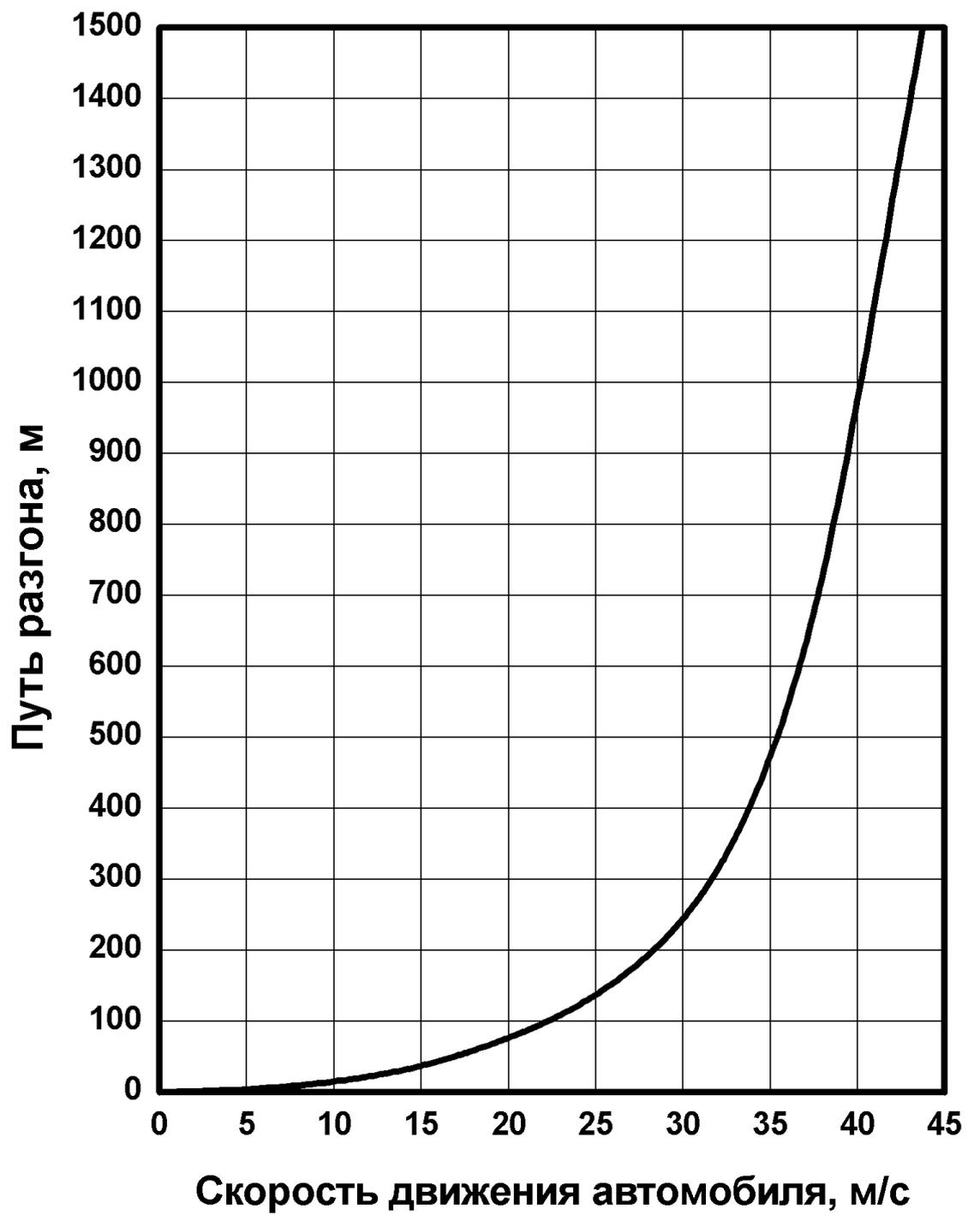


Рисунок А7 – Путь разгона

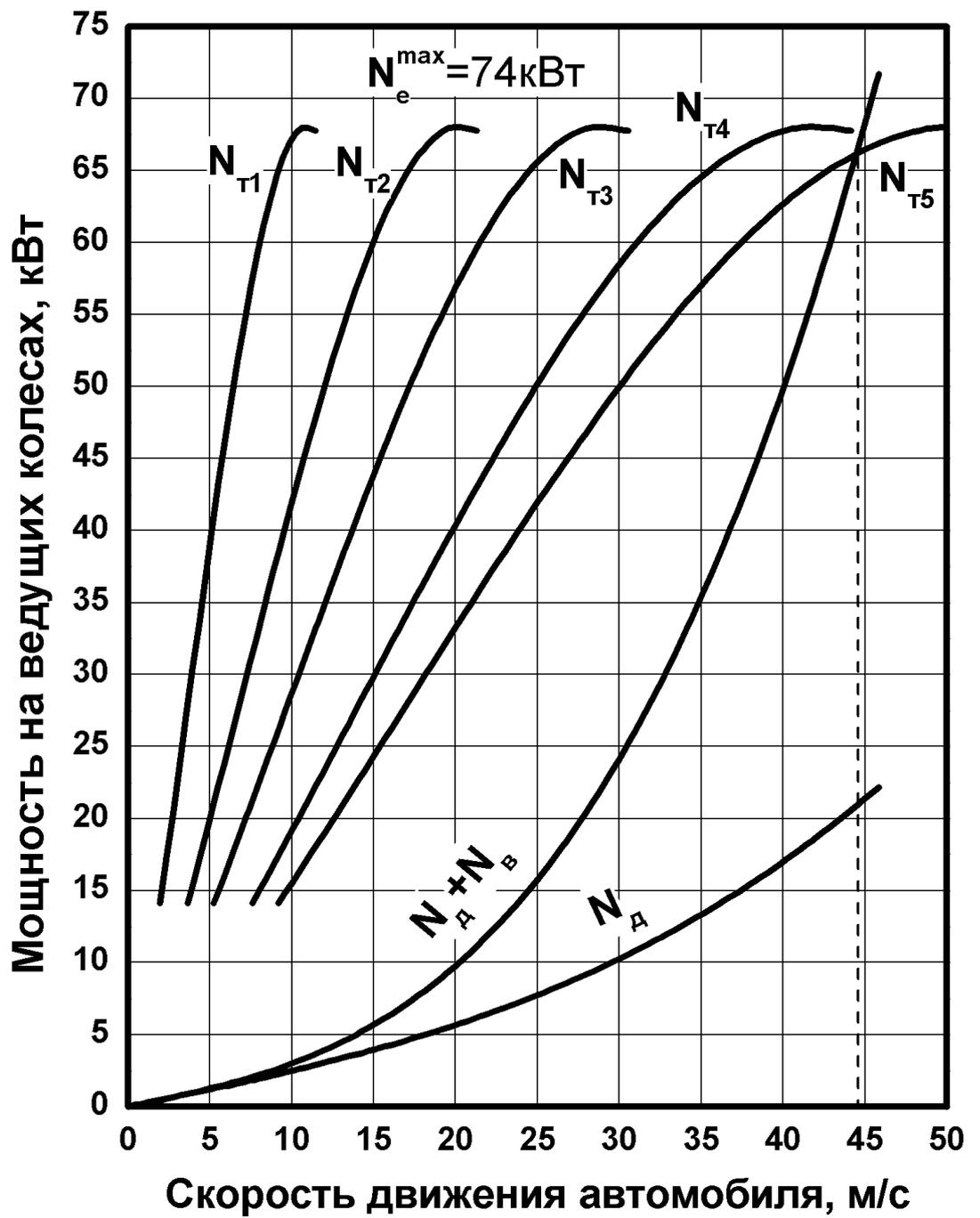


Рисунок А8 – Мощностной баланс

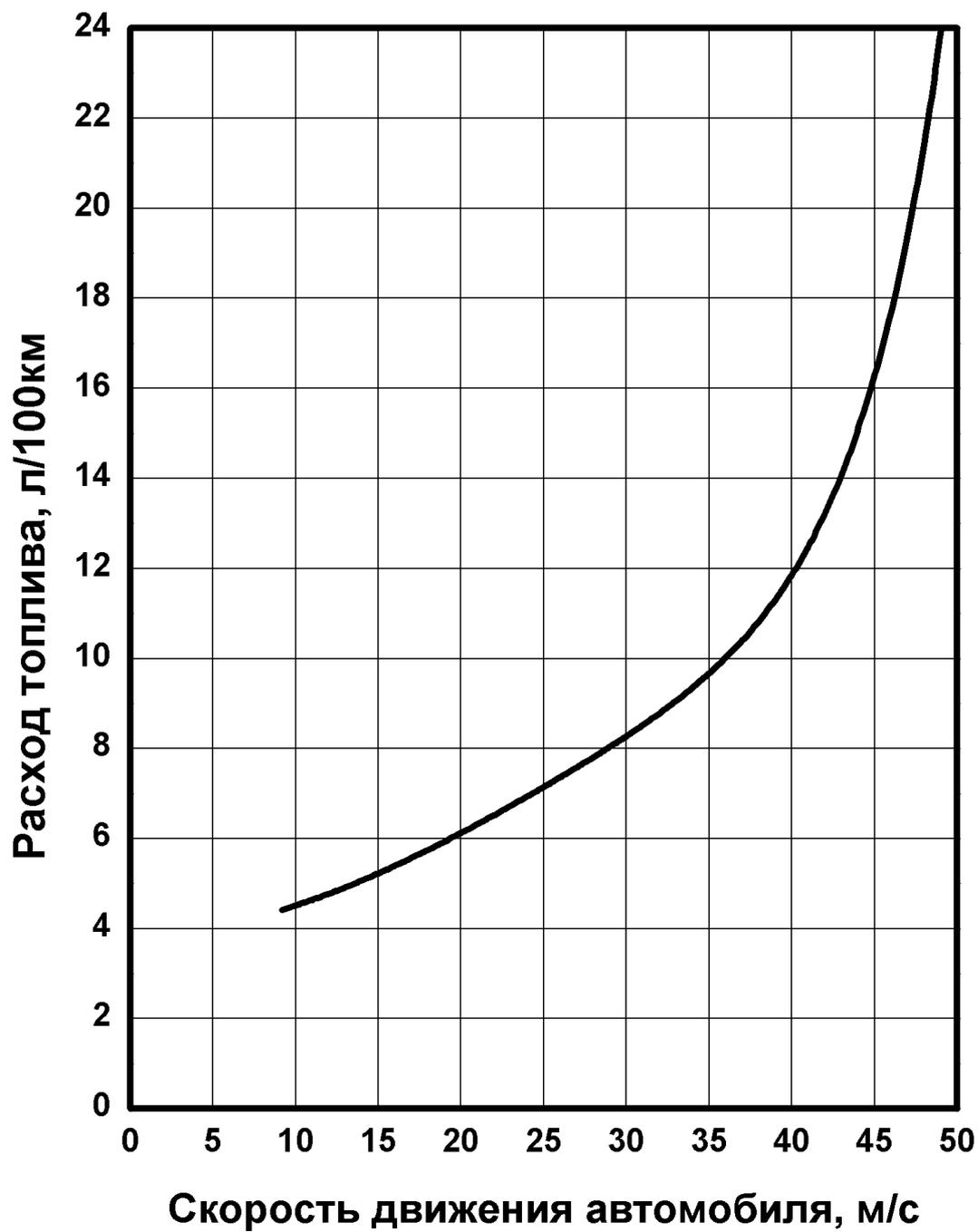


Рисунок А9 – Расход топлива

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Методические указания для выполнения лабораторной работы.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Тольяттинский государственный университет

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

Определение коэффициента сопротивления качения

Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «Теория автомобиля» для
студентов специализации «Автомобили и
тракторы»

Тольятти 2017

УДК 62-52/53

Изложены цель, задачи и порядок выполнения лабораторной работы.

Таб. 1. Библиогр. 3 назв.

Черепанов Леонид Ананьевич

Тольяттинский государственный университет

Обоснование (необходимость) проведения работы

Сопротивление качению – сила, которую преодолевает автомобиль чтобы двигаться. В процессе взаимодействия колеса с дорогой шина деформируется в зависимости от опорной поверхности. Все усилия, позволяющие делать ускорения, тормозить или проходить повороты прилагаются в пятне контакта. Гистерезис материала шин определяет Сопротивление качению шин на твердой опорной поверхности, так как происходит прогиб каркаса покрышки при качении. Трение между шиной и дорогой, вызываемое скольжением, сопротивление вследствие циркуляции воздуха внутри шины и вентиляторный эффект вращающейся шины также создают сопротивление качению, но их влияние незначительно. Именно в случае качения колеса затрачивается большая энергии из всей необходимой для преодоления сопротивления качению. При нагружении колес вертикальной нагрузки происходит упругая деформация шин, сопровождаемая потерей энергии. Для оценки упругих свойств шины нужно сравнить работу, затраченную на деформацию шин.

При исследовании движения автомобиля рассматривается радиус качения колес r_k , т.е. радиус выделенного в шине, условного недеформируемого кольца, длина окружности которого равна пути, проходимому центром колеса, катящегося по линейном движении. Если путь, который проходит колесо за один оборот в прямолинейном движении по плоскости, обозначить S , то радиус качения $r_k = S/2\pi$

Цель работы: Определения коэффициента сопротивления качению колес автомобиля.

Указания к самостоятельной работе: При качении автомобильного колеса передние элементы шины, вступающего в контакт с дорогой нагружаются и деформируются, а задние элементы, выходя из контакта разгружаются и восстанавливают свою форму (Рисунок 1).

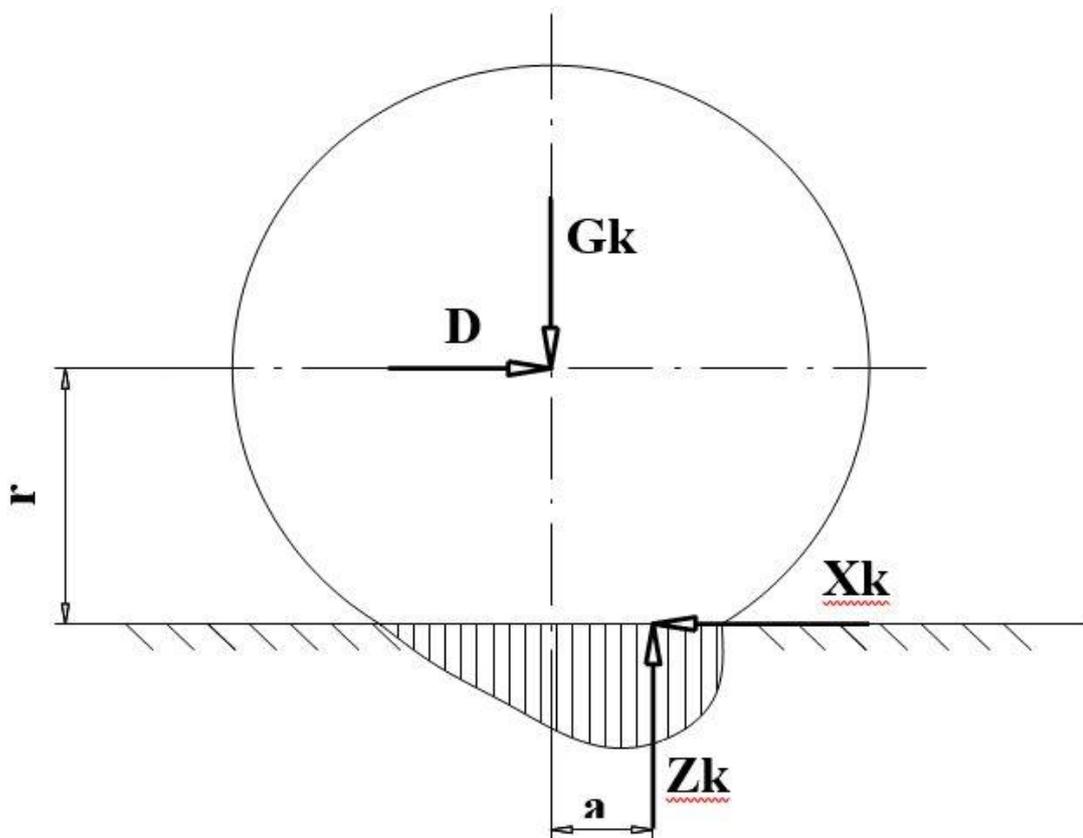


Рисунок 1 - Схема сил действующих на ведомое колесо, при движении его по недеформируемой поверхности.

Вследствие трения внутри шины и в площади контакта шины с опорной поверхностью, часть энергии затраченной на деформацию шины, переходит в тепло, которое рассеивается.

Равнодействующая нормальных реакций z_k смещена относительно вертикальной оси на величину a , в результате чего возникает момент сопротивления качению $M_f = z_k \cdot a$

Из уравнений равновесия колеса:

$$x_k \cdot r - z_k \cdot a = 0 \quad (1)$$

$$x_k = P; \quad z_k = G_k$$

Имеем: $x_k = z_k \cdot \frac{a}{r}$ или $P = G_k \cdot \frac{a}{r}$, или $P = f \cdot G_k$ (2)

То есть коэффициент сопротивления качению колеса может быть определен как:

$$f = \frac{P}{G_k} \quad (3)$$

Методы экспериментального определения коэффициента сопротивления качению колеса.

$P_{кр}$ – усилие на дышле тележки, Н;

При подготовке к лабораторной работе следует изучить тему: "Сила сопротивления качения" – из курса лекций по "Теории автомобиля",

Оборудование и приборы:

1. Испытываемая тележка.
2. Динамометр.
3. Лебедка

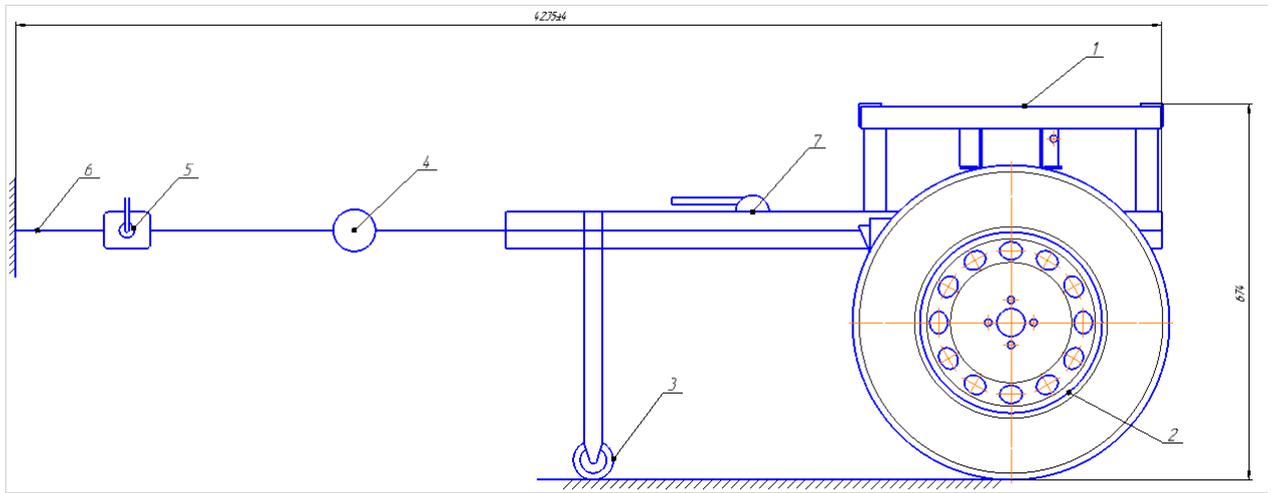


Рисунок 2 – Стенд для определения коэффициента сопротивления качению

Стенд для определения коэффициента сопротивления качению (Рисунок 2) состоит из следующих частей:

Площадки нагружения (1) для испытаний на нагрузку, закреплены к мосту подвески, колес (2), вспомогательного колеса (3), динамометра (4), лебедки (5), и крепления к столбу (6), ручного тормоза (7).

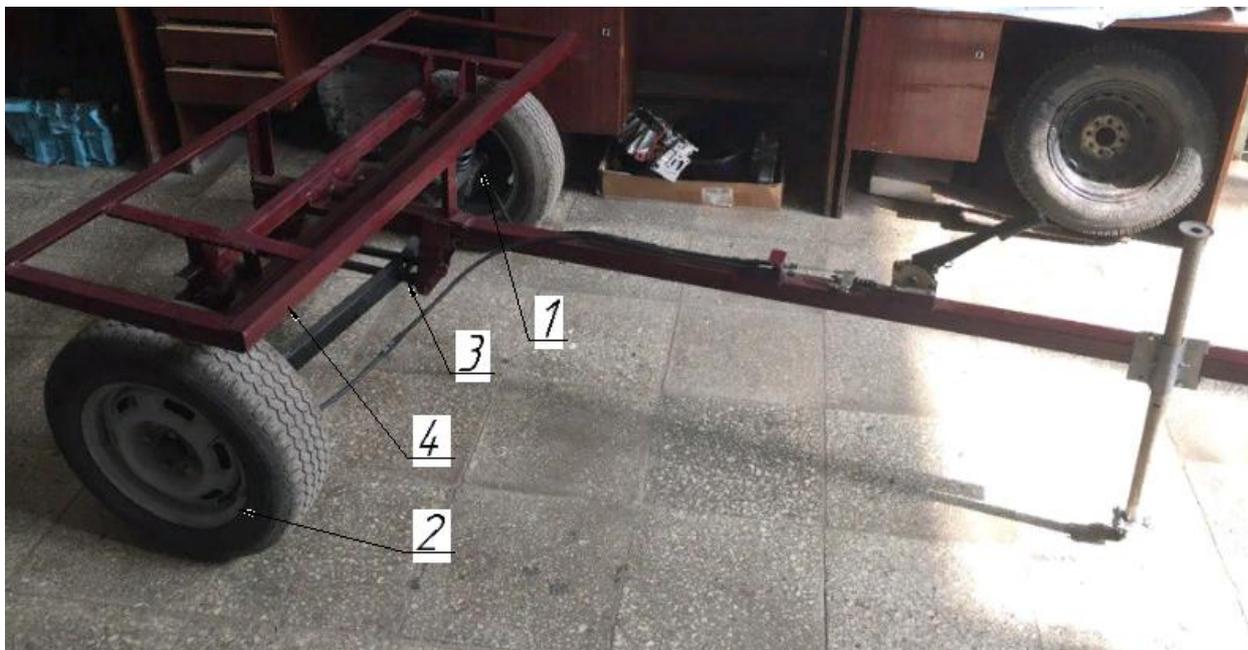


Рисунок 3 - Конструкция тележки

Тележка (Рисунок 3) состоит из элементов подвески (1,3), колес (2), балок (4).

Указание и пояснения по выполнению работы.

1. Студент с помощью лебедки буксирует испытываемую тележку.
2. С помощью динамометра измеряется тяговое усилие.
3. Опыт повторяется. Результаты заполняются в таблицу 1.

Давление воздуха в шинах: $P_{в} = \underline{\hspace{2cm}}$

Таблица 1

	Вес испытываемой	Сила тяги при	Коэффициент
--	------------------	---------------	-------------

	тележки G_a ,	буксировании $P_{кр}$, Н.	сопротивления качения f .

4. Определяется коэффициент сопротивления качению из выражения:

$$f = \frac{P_{кр}}{G_a} \quad (8)$$

Программа работы

а) Изучить устройство стенда для определения коэффициента сопротивления качения.

б) Произвести измерения коэффициента сопротивления качения при различной вертикальной нагрузке на тележку и различном давлении воздуха в шинах, построить графики соответствующих зависимостей.

Содержание отчета

Отчет должен содержать цель лабораторной работы, описание стенда, значение коэффициента сопротивления качения, зависимости f от давления воздуха в шинах, от вертикальной нагрузки на тележку, выводы по работе.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое сила сопротивления качения автомобиля?

2.Что такое коэффициент сопротивления качения?

3.Что собой представляет стенд для определения коэффициента сопротивления качения?

4. Как зависит коэффициент сопротивления качения от скорости автомобиля?

5. Как зависит коэффициент сопротивления качения от давления воздуха в шинах автомобиля, от температуры шины, от нагрузки действующей на автомобиль?

Список литературы

Гришкевич А.И. Автомобили: Теория: Учебник для вузов.-Мн.: Выш.шк., 1986.-208с.

Литвинов А.С., Фаробин Я.Е.Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств:-М.: машиностроение, 1989.-240с.

Тарасик В.П.Теория движения автомобиля: Учебник для вузов.-СПб.:БХВ-Петербург, 2006.-478с.

Черепанов Леонид Ананьевич

Тольяттинский государственный университет