

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

На тему: Стенд для исследования углов увода колеса автомобиля.
Разработка конструкции.

Студент:

П.В.Кузнецов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель:

канд.тех.наук, доцент Л.А. Черепанов

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

Консультанты:

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

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

канд. экон. наук О.М. Сярдова

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Аннотация

Цель представленного дипломного проекта – разработка лабораторной установки для определения углов увода колеса автомобиля, и создание конструкции стенда.

Главным вопросам усовершенствования управляемости автомобилей предается большое значение, поэтому работа, проведенная в этом проекте актуальна на сегодняшний день.

В дипломном проекте, проведены исследования существующих конструкций стендов с целью тестирования автомобиля на управляемость. Произведен анализ, который показал наличие некоторых проблем, что делает целесообразной своевременность данной работы. На основании анализа сконструирован и разработан стенд для определения углов увода колеса. По техническим характеристикам конструкция вполне подходит для использования в процессе обучения студентами. Проведение лабораторных работ на стенде особо важно при изучении таких дисциплин как «Теория автомобиля».

Разработаны вопросы: «Обеспечение мер безопасности на участке изготовления лабораторной установки экспериментального производства», что обеспечивает безопасное изготовление и запуск лабораторной установки. В экономическом разделе произведены расчеты расходов на разработку и производство этой лабораторной установки. А так же затрат на ее эксплуатацию и обслуживание.

Дипломный проект содержит 8 листов формата А1, 24 таблицы, 77 страниц пояснительной записки, которые включают в себя 6 разделов, введение, заключение, а также список источников и приложения.

Abstract

The purpose of the presented thesis project is the development of a laboratory installation for determining the angles of car wheel slip, and the creation of a stand structure.

Great importance is attached to the main issues of improving the controllability of cars, therefore the work carried out in this project is relevant today.

In the diploma project, studies of existing stand structures were carried out in order to test the car for handling. An analysis was carried out, which showed the presence of some problems, which makes the timeliness of this work expedient. Based on the analysis, a stand was designed and developed to determine the wheel slip angles. According to its technical characteristics, the design is quite suitable for use in the learning process by students. Carrying out laboratory work at the stand is especially important in the study of disciplines such as "Theory of the car".

Issues were developed: "Ensuring safety measures at the site of the laboratory installation of experimental production", which ensures the safe manufacture and launch of the laboratory installation. In the economic section, calculations were made of the costs of the development and production of this laboratory facility. As well as the cost of its operation and maintenance. The diploma project contains 8 sheets of A1 format, 24 tables, 77 pages of an explanatory note, which include 6 sections, an introduction, a conclusion, as well as a list of sources and applications.

Содержание

Введение.....	6
1 История создания шин.....	7
1.1 Боковая нагрузка действующая на колесо.....	9
1.2 Угол увода автомобильного колеса.....	14
1.3 Расчет коэффициента сопротивления боковому уводу.....	20
2 Обзор лабораторных установок.....	22
2.1 Лабораторная установка для определения свойств увода шин.....	22
2.2 Стенд для определения коэффициентов сопротивления уводу шин.....	24
2.3 Стенд для исследования углов увода автомобиля.....	26
3. Лабораторная установка по определению углов увода колеса.....	30
3.1 Проведение испытания на лабораторной установке	33
4 Тяговый расчет.....	36
4.1 Подготовка исходных данных для тягового расчета.....	38
4.2 Определение передаточного числа главной передачи.....	39
4.3 Расчет внешней скоростной характеристики.....	39
4.4 Определение передаточных чисел коробки передач.....	42
4.5 Тяговый баланс автомобиля.....	44
4.6 Динамическая характеристика автомобиля.....	46
4.7 Разгон автомобиля.....	47
4.8 Время и путь разгона автомобиля.....	51
4.9 Мощностной баланс автомобиля.....	54
4.10 Топливно-экономическая характеристика.....	55
5 Техника безопасности при изготовлении экспериментальной лабораторной установки на производственном участке	58
5.1 Техника безопасности при изготовлении экспериментальной лабораторной установки на производственном участке	58
5.2 Техника безопасности при проведения работ на производственном участке.....	59

6. Экономический раздел.....	63
6.1 Расчёт затрат на проведение НИР.....	63
6.2 Расчёт стоимости сырья, материалов.....	64
6.3 Расчёт основной заработной платы разработчиков.....	65
6.4 Расчёт дополнительной заработной платы разработчиков.....	68
6.5 Расчёт страховых взносов в фонды.....	68
6.6 Расчёт прочих прямых расходов.....	69
6.7 Расчёт накладных расходов.....	69
6.8 Расчёт затрат на проведение НИР.....	70
6.9 Расчёт капитальных вложений.....	70
6.10 Расчёт общих экономических показателей.....	72
Заключение.....	76
Список используемых источников.....	77
Приложение А Тяговая сила	79
Приложение Б Мощностной баланс	80
Приложение В Графики тягового расчета.....	81
Приложение Г Мощностной баланс Спецификация	89

Введение

В современном обществе постоянно возрастают требования к усовершенствованию эксплуатации характеристик легкового автомобиля. Таких, как: тягово-скоростные характеристики, позволяющие определять диапазоны изменения скоростей, максимальное ускорения разгона в различных дорожных условиях при работе в тяговом режиме, а также тормозные свойства, определяющие максимальные замедления во время торможении в различных дорожных условиях, которые позволяют удерживать автомобиль в неподвижном состоянии относительно поверхности дороги. Важными свойствами которыми должен обладать автомобиль - это поворачиваемость, маневренность, устойчивость и управляемость.

Поворачиваемость - представляет собой свойство автомобиля отклоняться вследствие увода колес от заданного направления движения рулевым колесом.

Маневренность - это свойство автомобиля осуществлять поворот на наименьшей площади и вписываться в дорожные габариты.

Устойчивость - характеристика легкового автомобиля сохранять траекторию движения и противостоять силам, устремляющимся начать занос или опрокидывание автомобиля.

Управляемость - параметры автомобиля изменять, сохранять характеристики движения при воздействии водителем на рулевое управление.

На движение автомобиля значительное влияние оказывает увод эластичной шины под воздействием боковых сил. Угол увода колес определяется экспериментальным путем, результаты опыта используются при аналитическом исследовании влияния углов увода на динамику легкового автомобиля. В настоящем дипломном проекте путем анализа существующих конструкций стендов для изучения углов увода колес разработана лабораторная установка, позволяющая определить угол увода колеса автомобиля при различных вертикальных и горизонтальных нагрузках.

1 История создания шин

Регулярные опросы водителей на тему шин дают похожие результаты: высоко ценится безопасность движения. Желательны предельно короткий путь торможения, защита от аквапланирования, а зимой наибольшая эффективность на скользкой поверхности.

В одной группе потребителей основное внимание уделяется спокойному стилю езды, другая охотно имела бы спортивные свойства движения. С учетом возрастающей стоимости на топливо увеличивается понимание того, что уменьшение сопротивления качению колес позволяет значительно снизить расход бензина. Эти, а также другие качества в большей или меньшей степени выявлены в изготовлении современных марок шин в зависимости от философии разработки изготовителя.

Противоположные требования: безопасность, комфорт.

Как и раньше, имеются различия в эксплуатационных свойствах шин абсолютно всех категорий, размеров, а также классов скоростей. Потребитель имеющий информацию, способен лучше оценить предлагаемую продукцию. Только лишь большая степень качества гарантирует реализацию желаний водителя и требований безопасности при любых условиях, не дорогие изделия сделать это не способны.

В настоящее время шины являются не вспомогательными принадлежностями, а интегрированным конструктивным элементом. Это означает, что неподходящие шины могут проявить высокое негативное влияние на удовлетворительные ходовые характеристики автомобиля. Так, рулевое управление становится вязким и неточным, страдает постоянство движения, на поворотах возникает интенсивный сдвиг передних колес или произвольное смещение задней части автомобиля, нарушается прямолинейное движение, возрастают шумы от шин, кажется, что движение автомобиля замедлено и нужно больше топлива (большое сопротивление шин), в том числе значительно ухудшается комфорт движения. Для того чтобы сохранить заданный

конструктивно уровень ходовых свойств автомобиля, необходимо при замене шин сосредотачивать внимание на качество (а также на разрешение изготовителя автомобиля на использование шин). Общеизвестно, что в шинах стоимость и качество изделия находятся в относительно прямой взаимосвязи. Диски из легких металлов на автомобиле смотрятся привлекательно, совмещать их с менее дорогими шинами было бы не разумно. Силы и моменты действующие в зоне контакта шины с поверхностью дороги относятся к сфере прикладной физики. При движении автомобиля шины воспринимают вертикальные нагрузки передают горизонтальные и боковые силы.

Таким образом, основные функции шин это - несущая способность, передача тормозных и тяговых сил, а также боковых нагрузок, возникающих на повороте при движении автомобиля по дороге с поперечным уклоном.

Требования к шинам: прочность при больших скоростях, активная безопасность, усталостная прочность, пассивная безопасность, надежность при движении по мокрой и сухой дороге, не чувствительность к повреждениям, на снегу и по льду, экономичность, сопротивление качению, возможность восстановления (наложения нового протектора), стоимость, ресурс пробега, благо приятное отношение к окружающей среде, вес, материал, низкий шум, вторичная переработка, комфорт, амортизация неровностей дороги, тихий ход, вращение без радиального биения, простое обращение.

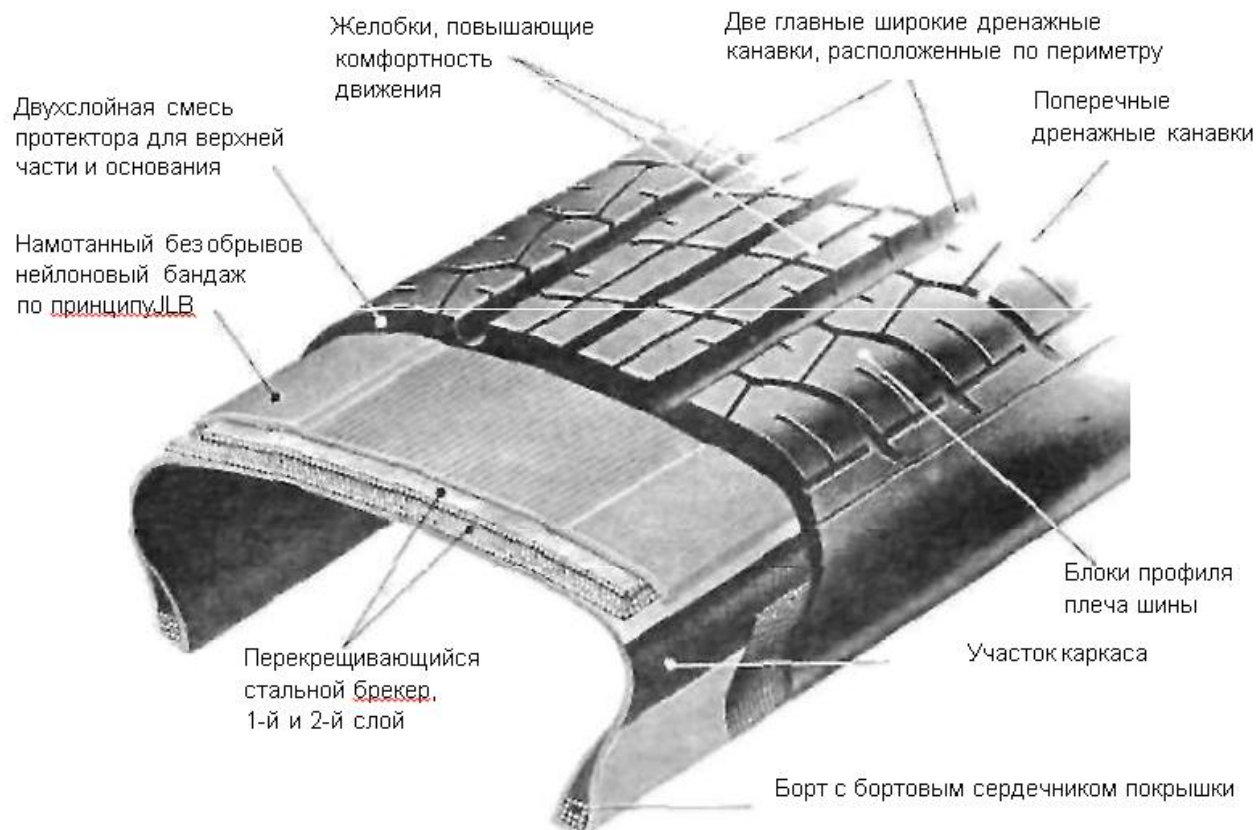


Рисунок – 1 Шина в разрезе

Высокая технология: Шины являются сложными конструктивными элементами с многочисленными компонентами, точно взаимодействующими друг с другом как изображено на рисунке 1.

1.1 Боковая нагрузка действующая на колесо автомобиля

«Боковая сила, возникающая в шине, порождает силу упругости. Эта сила, называемая боковой силой увода или боковой силой, перпендикулярна направлению движения и возникает в центре пятна контакта. Боковая сила и угол увода взаимосвязаны: боковую силу, можно представить, как результат угла увода, и угол увода, как результат боковой силы (если боковая сила увеличилась, центробежная сила тоже увеличивается, вызывая большее отклонение шины, и, следовательно, больший угол увода). Боковую силу

увода можно представить, как способность шины сопротивляться боковому скольжению шины во время поворота.

Боковая сила будет увеличиваться с углом увода, и оба будут расти за счет уменьшения радиуса поворота или увеличения линейной скорости транспортного средства (оба эти условия представляют собой рост бокового ускорения). По мере того как угол увода увеличивается, начинает происходить скольжение протектора покрышки. Если угол скольжения еще больше увеличится, в конечном итоге шина "сорвется" и скольжение произойдет во всем пятне контакта» [21].

«При повороте покрышка работает в трёх диапазонах, а именно, при отсутствии скольжения, при некотором скольжении и при полном скольжении, которые называются: упругий диапазон, переходной диапазон и диапазон трения. При скольжении между шиной и дорогой трение возникает из-за боковой реактивной силы (боковая реакция колёс). На рисунке 2, взятого из книги Миликина [8], показана связь между боковым усилием и углом увода на графике, где можно увидеть три рабочих диапазона. Наклон кривой на линейном (упругом) диапазоне называется поворотной жесткостью шины, и это является важным параметром для анализа поведения транспортного средства при осуществлении поворота.

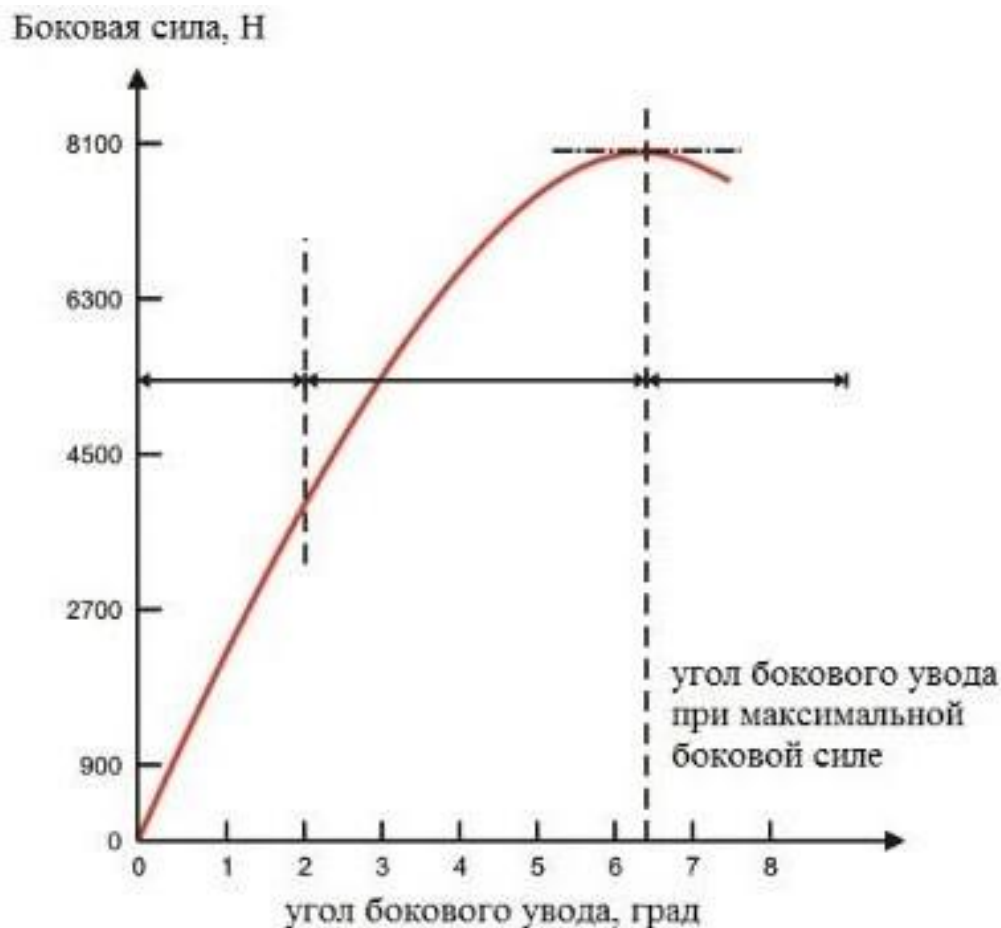


Рисунок 2 – Боковая сила и угол увода при нормальной нагрузке 8000 Н

Уравнение ниже показывает математическую зависимость между боковой силой F_y , углом увода α и поворотной жёсткостью C шины.

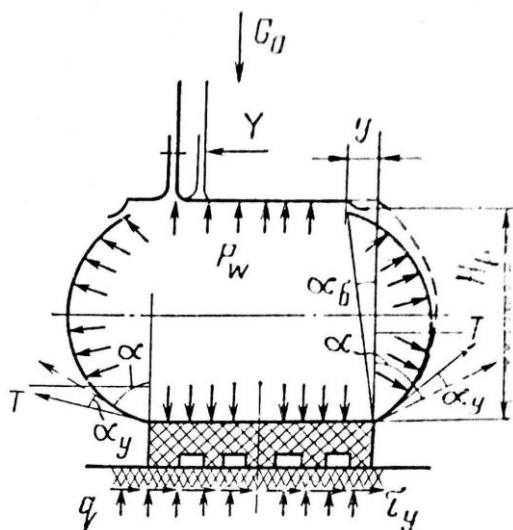
$$F_y = C \cdot \alpha \quad (1)$$

Вершина кривой определяет, какую по величине боковую силу может принять на себя шина. Эта сила называется пределом сцепления. После достижения этого предела боковая сила уменьшится, это передастся водителю в виде лёгкого ощущения на рулевом колесе, указывающий на то, что предел сцепления был превышен. Форма кривой определяет. Как автомобиль будет вести себя в условиях высокого ускорения и превышения силы сцепления

колеса с дорогой. Если кривая имеет острую вершину, это указывает на изменение коэффициента сцепления шины с дорогой» [18].

«При переходе в занос, что может оказаться внезапно для водителя. Кривые с почти плоской верхней частью характеризуют более плавный переход, давая возможность водителю предвидеть момент, когда автомобиль может занести. К сожалению, шины с большей восприимчивостью к боковым нагрузкам (то есть гоночные шины) – это те, у которых более резкий переход от сцепления к заносу, и поэтому гонщик должен научиться чувствовать этот момент и контролировать управление автомобилем» [22].

«На работу шины, управляемость и устойчивость автомобиля большое влияние оказывает податливость шины в боковом направлении. Боковое деформирование шины представляет собой довольно сложный процесс, представленный на рисунке 3.



T – сила натяжения нити корда; α_0 – угол смещения обода; y – боковое смещение обода

Рисунок 3 – Поперечное сечение шины при наличии нормальной и боковой силы

При воздействии боковой силы F_y поперечный профиль шины перекашивается и становится несимметричным относительно вертикальной плоскости, проходящей через центр пятна контакта и перпендикулярной оси колеса. Проекция натяжения в нитях левой и правой стенок шины на горизонтальную плоскость в результате такого перекаса становятся неравными друг другу. Поэтому, боковая сила уравнивается разностью проекций натяжений T на горизонтальную ось, то есть» [23].

$$F_y = T \sin(\alpha + \alpha_y) - T \sin(\alpha - \alpha_y) \quad (2)$$

учитывая, что

$$\alpha_y = y/H \quad (3)$$

где H – высота профиля, а

$$T = p_w r \quad (4)$$

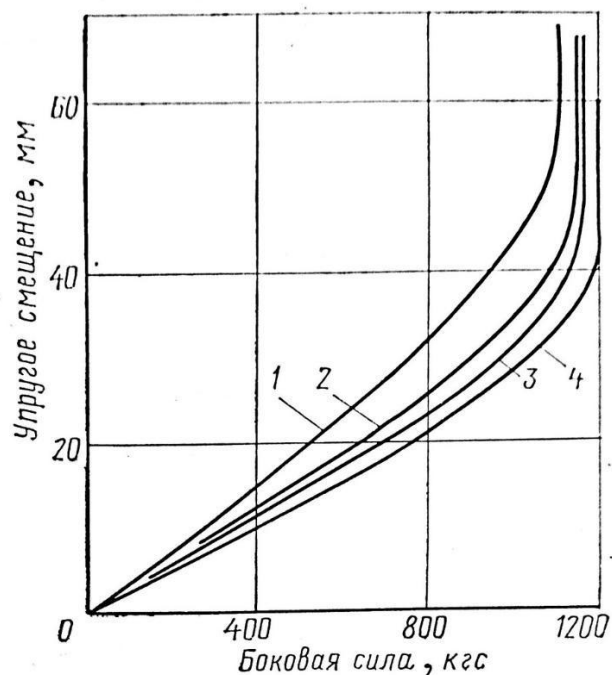
«где p_w – давление воздуха в шине,

r – радиус колеса.

получаем» [24],

$$F_y = 2 p_w \frac{y}{H} r \cos \alpha \quad (5)$$

В книге В.И. Кнороза: «Хотя в данное выражение давления воздуха p_w входит в явном виде, однако, его влияние на боковую жёсткость шины сказывается в меньшей степени, чем на нормальную жёсткость. Это связано с тем, что при увеличении p_w уменьшается длина контакта шины, а следовательно, и пределы интегрирования при расчёте суммарной величины боковой нагрузки, действующей на колесо, рисунок 4» [24].



1 - $p_w = 3,5 \text{ кгс/см}^2$; 2 - $p_w = 4,5 \text{ кгс/см}^2$;
 3 - $p_w = 5,0 \text{ кгс/см}^2$; 4 - $p_w = 6,0 \text{ кгс/см}^2$;

Рисунок 4 – Зависимость бокового смещения колеса автомобиля от боковой силы при нагрузке 2300 кгс и различных значениях давления воздуха

1.2 Угол увода автомобильного колеса

На движение автомобиля большое влияние оказывает податливость шины в боковом направлении

Боковая жёсткость шины определяется зависимостью бокового смещения колеса от боковой силы, в соответствии с рисунком 3.

Боковая жёсткость шины представляет собой тангенс угла наклона кривой, то есть производную зависимости боковой нагрузки от бокового смещения. Эта зависимость линейна до момента проскальзывания. Таким образом боковая жёсткость колеса является постоянной величиной, практически независимая от бокового смещения.

Опыты показали, что с ростом давления воздуха шины, боковая жёсткость может даже уменьшиться, то есть уменьшение длины контакта сказывается в большей степени, чем натяжение нитей каркаса.

На рисунке 5 показано, как выглядит шина после деформации в боковом направлении. С левой стороны показана покрышка в условиях прямолинейного движения при нулевом скольжении, а с правой стороны шина, вследствие деформирования бокового отклонения, вызванного инерционными силами.

Боковое отклонение происходит по двум причинам: во-первых, покрышка эластична в повороте, т.е. та часть покрышки, которая находится в контакте с дорогой (пятно контакта), не будет вращаться так же сильно, как остальная часть шины (под вращением подразумевается поворот колес, вокруг вертикальной оси). В следствии того, что шина эластична, точки в пятне контакта также будут иметь боковое отклонение.

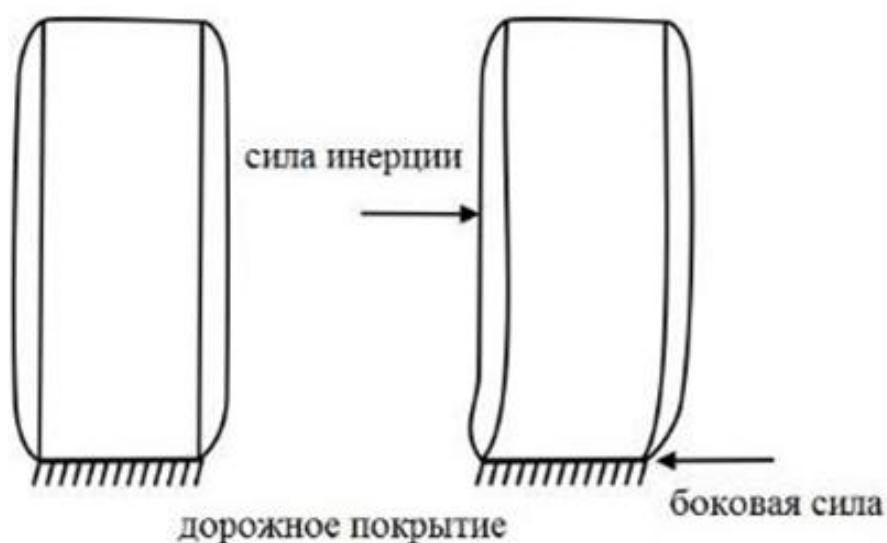


Рисунок 5 – Деформация шины при повороте

Как только шина скручивается, частицы, которые находятся в пятне контакта, постоянно будут пытаться возвратиться в свою изначальную форму,

они будут испытывать боковое отклонение, проходя через передний край пятна контакта, центр, а также задний край пятна контакта. С другой стороны, частицы скреплены одна с другой, поэтому деформация начинается прежде чем частица достигает переднего края пятна контакта, и заканчивается после того как шина выходит из пятна контакта. На рисунке 6 изображена деформация, происходящая до, во время, а также после прикосновения частиц к дороге, взятого из книги Кларка.

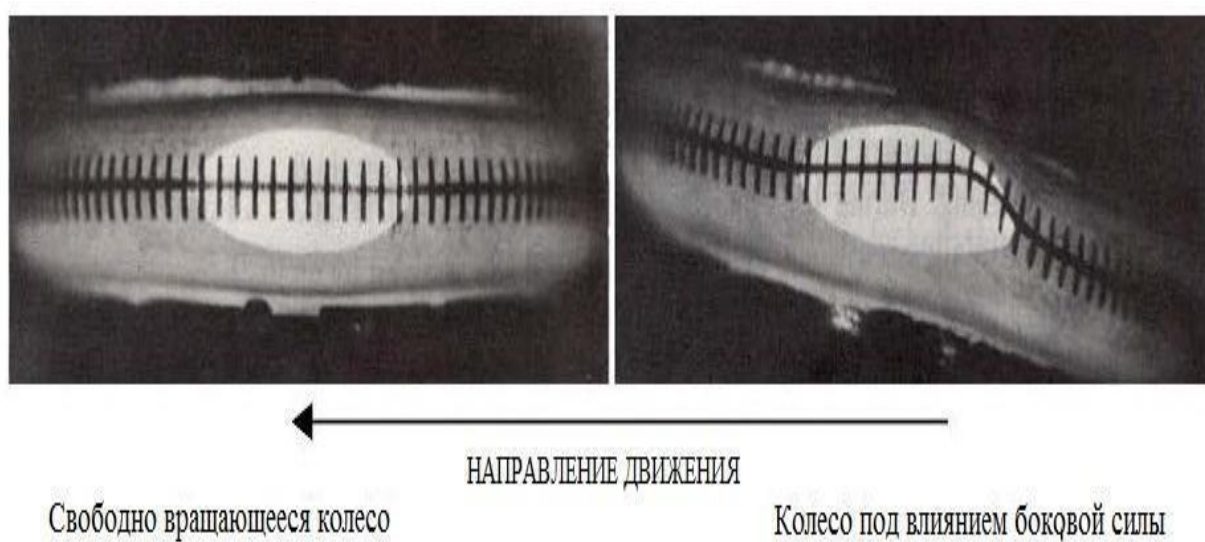


Рисунок 6 – Боковая деформация в пятне контакта

2-ая причина, согласно которой происходит боковая деформация, заключается в том, что сцепление между дорогой и шиной препятствует боковому скольжению покрышки, при воздействии инерционной силы, выталкивающей покрышку наружу поворота. Данное сочетание эффектов заставляет покрышку двигаться в другом направлении, противоположном тому, куда они направлены. К примеру, если вы идете прямо, но с каждым шагом вы перемещаете ноги на несколько сантиметров в сторону, путь, который совершают ваши ноги, будет под углом к направлению, в котором вы движетесь. То же самое происходит с частицами в пятне контакта покрышки.

Когда боковая сила действует на жёсткое в боковом отношении колесо, то траектория движения колеса проходит в его продольной плоскости до тех

пор, пока боковая сила не будет превышать силу сцепления с дорогой. После появляется скольжение колеса, которое называется боковым заносом. Если боковая сила действует при качении эластичного колеса, то совершается иной процесс. Деформация покрышки вынуждает колесо катиться под углом к продольному вектору скорости, и такое явление называют боковым уводом, а угол, под которым катится колесо, называют углом бокового увода, а также это имеет фундаментальную значимость для знания того, как ведёт себя автомобиль при совершении поворота. Важно отметить, что между дорогой и покрышкой не происходит эффект скольжения.

Если нет боковой силы при качении колеса, то точки, которые лежат на средней линии колеса, будут ложиться на дорогу в плоскости вращения и бокового увода не будет, как изображено на рисунке 7.

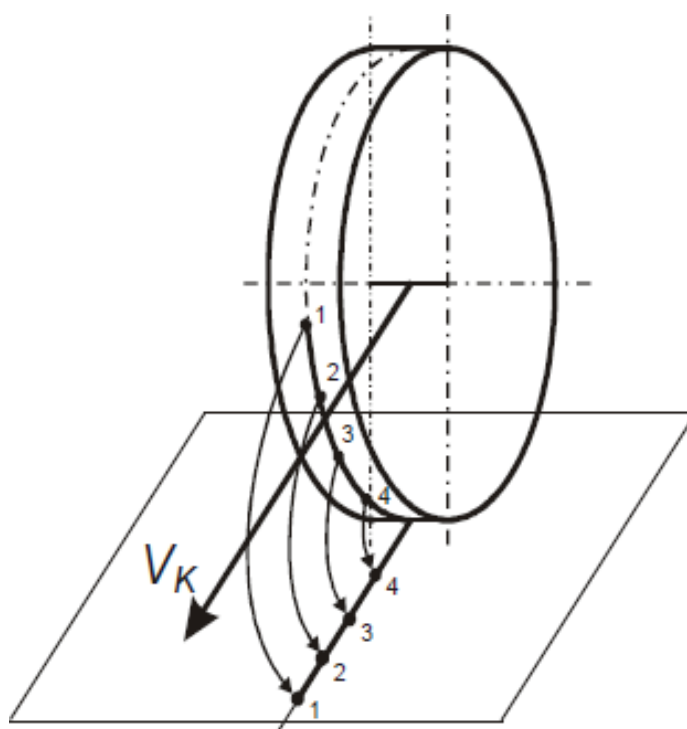


Рисунок 7 – Схема качения колеса при отсутствии боковой силы

При действии боковой силы средняя линия деформируется, в следствии этого центр колеса отклоняется в сторону действия поперечной силы. Под малыми углами увода, скольжение в пятне контакта практически отсутствует, следственно пятно контакта, не меняя формы, разворачивается на величину угла увода. Угол увода зависит от боковой жёсткости колеса и пути пр .

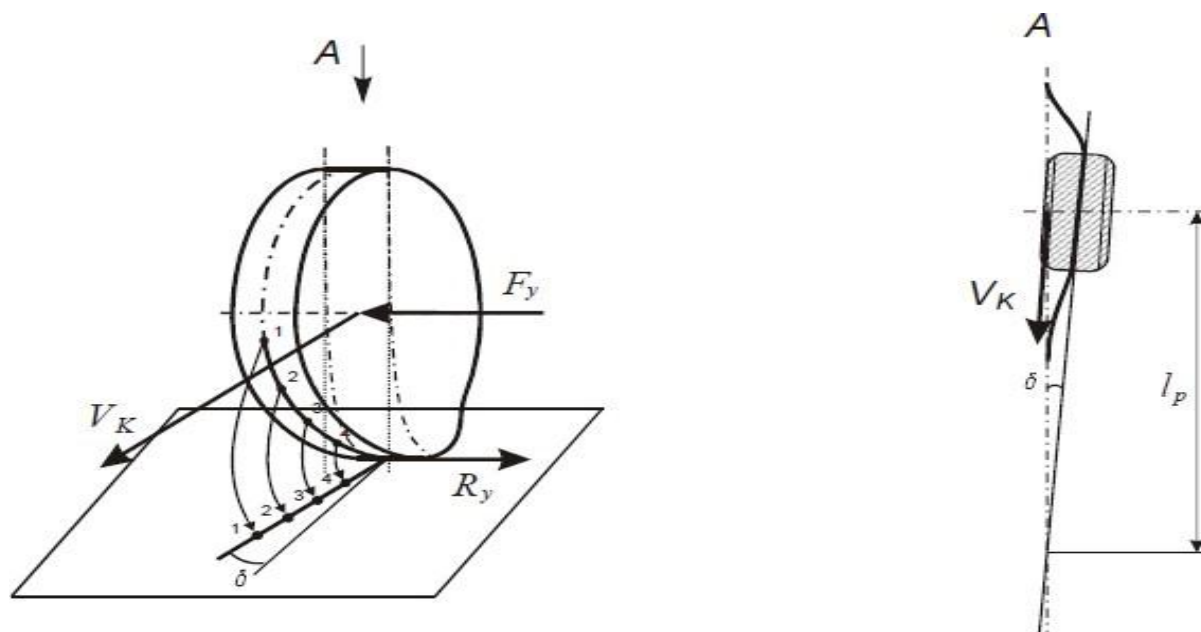


Рисунок 8 – Схема качения при действии боковой силы на колесо

Когда деформация шины в передней части пятна контакта значительно больше, чем в задней части, то равнодействующая боковой реакции колеса смещена назад, на величину плеча сноса l_{δ} , как показано на рисунке 9.

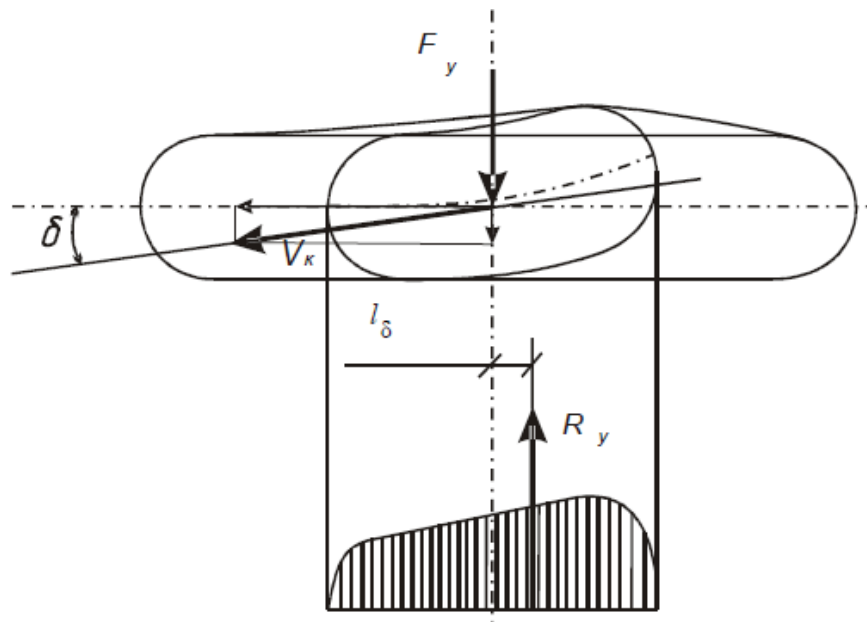


Рисунок 9 – Схема качения колеса с уводом (вид сверху)

Угол увода зависит от боковой силы и имеет нелинейный характер, изображенный на рисунке 10. На участке 0 – 1 увод происходит из-за упругой деформации покрышки. Деформация пятна контакта происходит больше в задней части, поэтому начинается проскальзывание, а пятно контакта приобретает «вид чечевицы». Интенсивность увеличения угла увода при возрастании боковой силы снижается, что приводит к нарушению линейной зависимости, так как изменяется линия контакта, участок 1 – 2. Плечо сноса боковой силы на этом участке становится меньше, в следствии чего и уменьшается стабилизирующий момент покрышки.

На участке 2 – 3 происходит полное скольжение, боковая сила пропорциональна вертикальной, и зависит от коэффициента сцепления в поперечной плоскости. В точке 2 боковая сила достигает наиболее возможное сцепление значения. Боковая сила на участке 2 – 3 определяется, как

$$F_y = K_{cy} \cdot \alpha \quad (6)$$

K_{cy} – коэффициент сопротивления угла увода;

α – угол бокового увода.

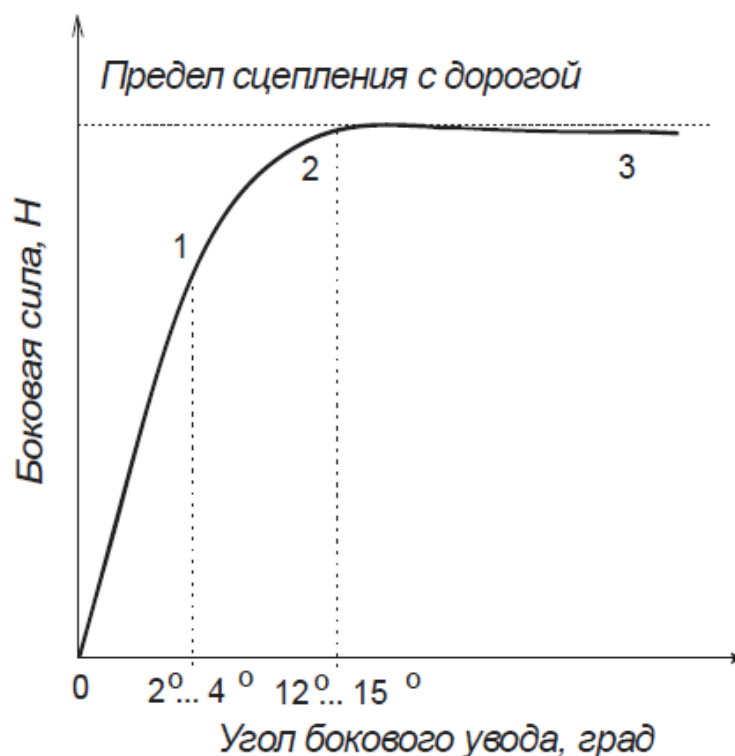


Рисунок 10 – Изменение угла увода от боковой силы

Боковое скольжение на сухом твердом покрытии происходит при углах увода равным 12...20 градусов.

При последующем увеличении угла увода, до 90 градусов, боковая сила, которая действует на колесо, может слегка увеличиться либо уменьшиться, это зависит от значения коэффициентов сцепления в продольном и поперечном направлениях, при скольжении близком к 100 процентам.

Когда угол бокового увода колеса сильно возрастет, коэффициент сцепления с дорогой быстро падает, тем не менее, в это же время, при значении этого угла большего чем 0, достигается максимальное сцепление с дорогой.

1.3 Расчет коэффициента сопротивления боковому уводу

Для того что бы оценить шину необходимо рассчитать коэффициент сопротивления боковому уводу K_{δ} . Который равен боковой силе вызывающий угол увода в 1 радиан. Он находится как производная боковой силы от угла увода. При минимальных углах увода коэффициент сопротивления боковому уводу рассчитывается по формуле:

$$F_y = \frac{K_{\delta}}{\delta}, \left(\frac{Н}{рад} \right) \quad (7)$$

на участке 0 – 1 (рис.10) Угол увода зависит от боковой силы и имеет вид:

$$F_y = K_{\delta} \cdot \delta \quad (8)$$

Значение зависит от давления воздуха в шине, конструкции и размеров шины, нагрузки на колесо продольной силой, состояния и типа опорной поверхности и других факторов.

Выводы: С уменьшением коэффициента сцепления в поперечной плоскости уменьшается угол увода и коэффициент сопротивления боковому уводу; Угол увода зависит от боковой жесткости колеса;

2 Обзор лабораторных установок

«В данной работе рассмотрены следующие виды лабораторных установок для измерения углов увода колеса:

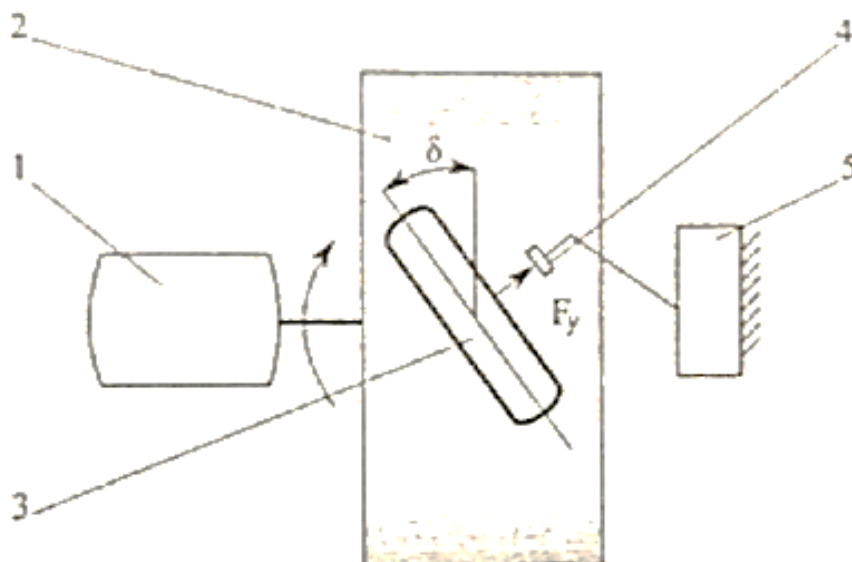
- 1) Лабораторная установка для определения свойств увода шин;
- 2) Лабораторная установка для определения коэффициентов сопротивления уводу шин;
- 3) Стенд для исследования углов увода автомобиля.

2.1 Лабораторная установка для определения свойств увода шин

«Во время движения автомобиля по криволинейной, на колеса автомобиля действуют боковые силы в направлении от центра поворота. При действии боковой силы на катящееся колесо происходит деформация покрышки за счет ее боковой эластичности, поэтому колесо будет перемещаться под некоторым углом к его плоскости вращения. Данный угол называется углом бокового увода. Боковой увод колеса характеризуется углом бокового увода δ при воздействии боковой силы F , и коэффициентом сопротивления боковому уводу K . Коэффициент сопротивления боковому уводу представляет собой отношение боковой силы к вызываемому ей углу бокового увода. Коэффициент сопротивления боковому уводу колеса можно узнать в дорожных условиях либо на лабораторной установке с беговым барабаном. Схема лабораторной установки с беговым барабаном для определения свойств увода покрышки представлена на рисунке 11 (вид сверху). Во время проведения испытаний привод стенда 1, вращает беговой барабан 2, с заданной угловой скоростью, устройство для крепления колеса прижимает колесо 3 к барабану с определенным усилием, диаметральной плоскостью колеса повернута относительно диаметральной плоскости бегового барабана на угол α , который в дальнейшем случае и будет являться углом бокового увода» [5]. «При этом вдоль оси вращения колеса будет появляться боковая сила, замеряемая датчиком силы 4. по измеряемой боковой силе и

известному углу увода рассчитывается коэффициент сопротивления уводу. Коэффициент сопротивления уводу на стенде рисунок 11 можно определить в зависимости сопротивления уводу.

-от ширины профиля шины $B_{ш}$ рисунок 12



1-привод стенда, 2- беговой барабан, 3- колесо с испытуемой шиной, 4-датчик силы, 5-устройство крепления колеса.

Рисунок 11 – Схема стенда с беговым барабаном для определения свойств увода шин

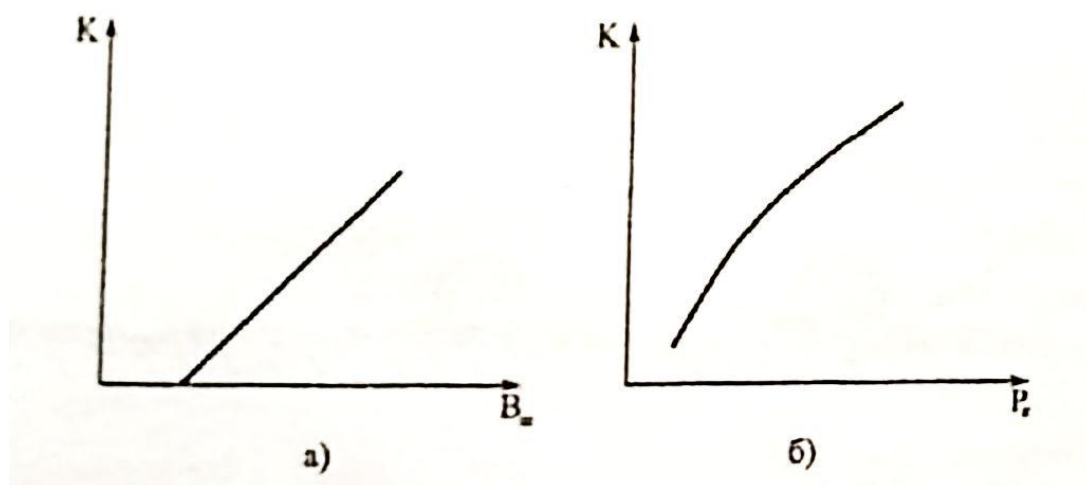
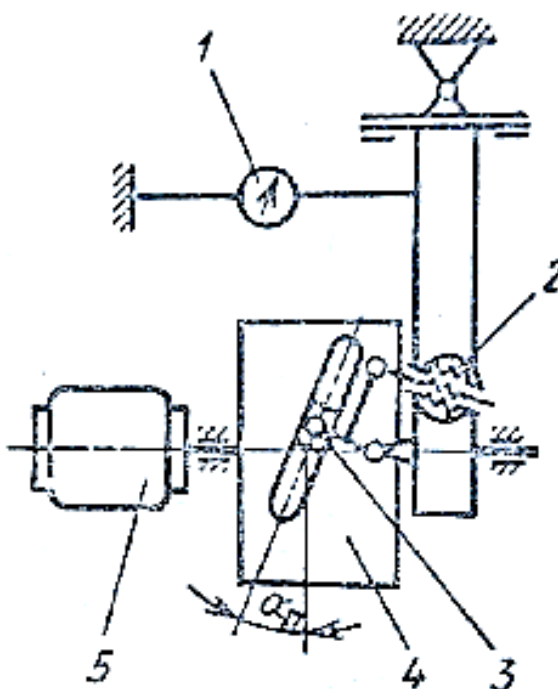


Рисунок 12 – Зависимости коэффициента сопротивления уводу шин от ширины профиля шины (а) и давления в ней (б)» [6].

2.2 Лабораторная установка для определения коэффициентов сопротивления уводу шин



1 - экран, 2 - Винтовой механизм, 3- колесо, 4 - барабан, 5- электродвигатель.

Рисунок 13 – Схема лабораторной установки для определения коэффициентов сопротивления уводу шин

«Перед началом проведения испытаний крон штейн при помощи стопорного устройства фиксируется на раме таким образом, чтобы плоскости вращения колес были параллельны направлению движения буксирующего автомобиля. При достижении заданной скорости движения подъемное устройство опускает защелку вниз и она, взаимодействуя с шипом, жестко соединяет рычаг с подъемным механизмом. Затем подъемное устройство поднимает рычаг с испытываемой шиной на необходимую высоту вверх, после чего включается устройство для освобождения колеса, которое выводит защелку из зацепления с шипом. Колесо ударяется об опорную поверхность

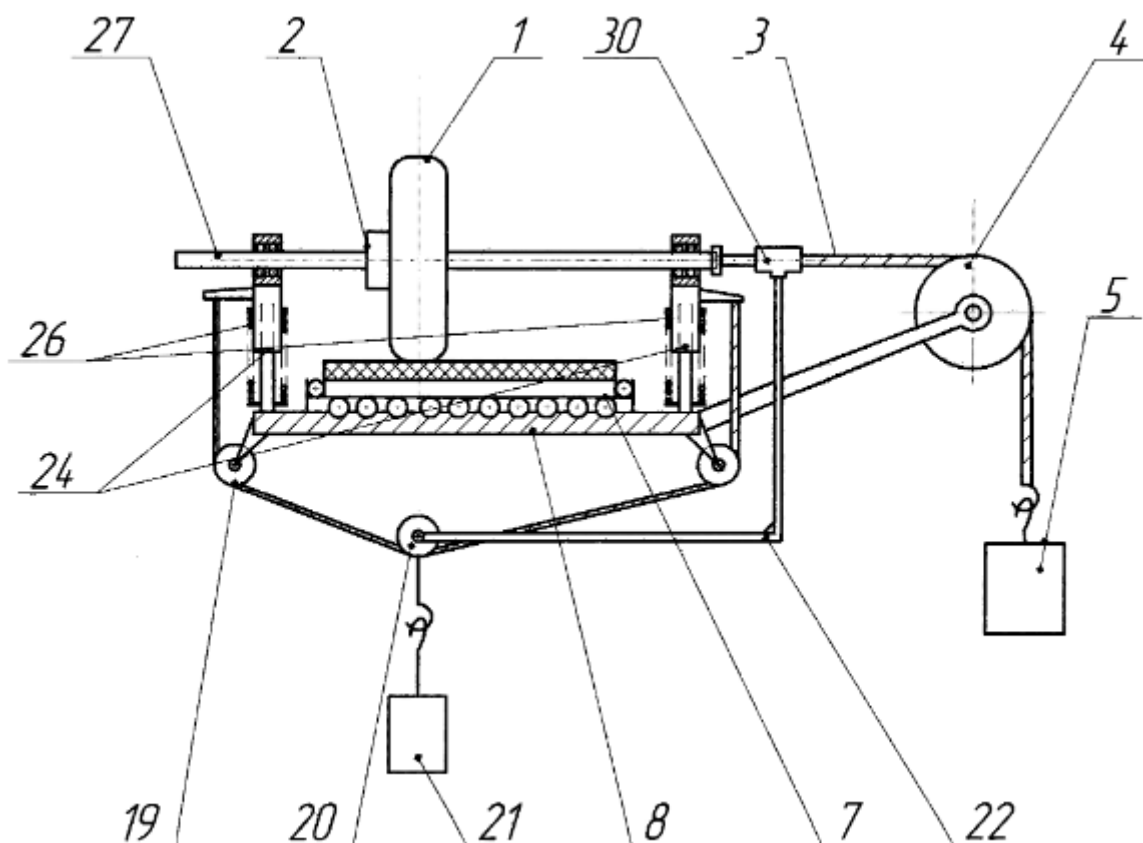
дороги, отскакивает от нее и, вращаясь, совершает свободные вертикальные затухающие колебания, которые фиксируются датчиком перемещений» [3].

«Боковой увод шин и коэффициент сопротивления боковому, уводу определяют при испытаниях колеса в лабораторных и дорожных условиях и автомобиля в дорожных условиях. На стендах увод шин вызывают действием боковой силы, приложенной к колесу, при его наклоне и повороте. На стенде, схема которого показана на рисунке 13, переменные углы увода получают изменением угла поворота плоскости вращения колеса относительно плоскости вращения барабана. Угол поворота $\alpha_{п.}$ изменяют винтовым механизмом 2. Боковую силу, приложенную к колесу 3, измеряют динамометром 7. Барабан 4 приводится во вращение электродвигателем 5. На некоторых стендах колесо с испытываемой шиной устанавливают под различными углами к поверхности бегового барабана и плоскости его вращения, что соответствует установке колеса на автомобиле с углами развала и схождения. Силы и моменты, действующие на колесо, записывают с помощью трехкомпонентных измерительных головок, устанавливаемых в ступице колеса» [1].

«В дорожных условиях увод шин определяют на одноколесных и многоколесных динамометрических прицепных тележках или непосредственно на автомобиле. На раме тележки устанавливают подрамник вместе с колесом под разными углами. В двухколесных тележках явление увода создается изменением схождения колес при разной длине телескопической поперечной штанги.

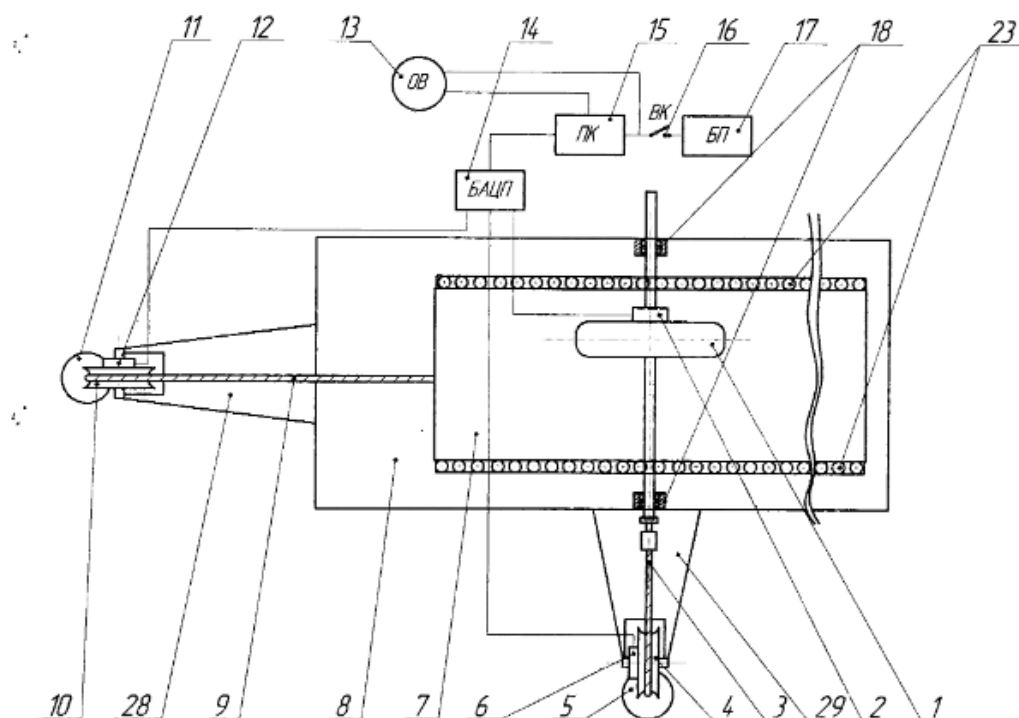
В результате проведенного анализа выявлено, что есть много стендов позволяющих испытывать автомобили на плавность хода до дорожных испытаний, то есть улучшать это эксплуатационное свойство на стадии проектирования» [7].

2.3 Стенд для исследования углов увода автомобиля



«1 – исследуемое колесо, 2 – датчик импульсов вращения колеса, 3, 9 – тросы, 4, 10, 19, 20 – шкивы, 5, 11, 21 – грузы, 6, 12 – датчики импульсов вращения шкивов, 7 – подвижная рабочая платформа, 8 – неподвижная рама стенда, 13 – электронный отметчик времени, 14 – блок аналого-цифровых преобразователей; 15 – компьютер; 16 – выключатель питания электрической схемы, 17 – блок питания, 18 – подшипники упругой опоры оси колеса, 22 – поводок уравнивающего шкива, 23 – шарики, 24 – упругие опоры оси колеса, 25 – фрагмент дорожного покрытия; 26 – пружина, 27 – ось колеса, 28 – продольный кронштейн, 29 – боковой кронштейн, 30 – муфта крепления поводка.

Рисунок 14– стенд для определения углов увода колеса



1 – исследуемое колесо, 2 – датчик импульсов вращения колеса, 3, 9 – тросы, 4, 10, 19, 20 – шкивы, 5, 11, 21 – грузы, 6, 12 – датчики импульсов вращения шкивов, 7 – подвижная рабочая платформа, 8 – неподвижная рама стенда, 13 – электронный отметчик времени, 14 – блок аналого-цифровых преобразователей, 15 – компьютер, 16 – включатель питания электрической схемы, 17 – блок питания, 18 – подшипники упругой опоры оси колеса, 22 – поводок уравнивающего шкива, 23 – шарики, 24 – упругие опоры оси колеса, 25 – фрагмент дорожного покрытия, 26 – пружина, 27 – ось колеса, 28 – продольный кронштейн, 29 – боковой кронштейн, 30 – муфта крепления поводка» [5].

Рисунок 15 – Показан стенд вид сверху

«Модель стенда работает следующим образом:

Перед началом экспериментов, на подвижную рабочую платформу 7 монтируется фрагмент выбранного дорожного покрытия 25.

Исследуемое колесо 1 устанавливается на поверхность 25 подвижной рабочей платформы 7 к ее стороне, противоположной боковому кронштейну 29 и нагружается вертикальной нагрузкой с помощью груза 21 с подобранной массой $m_{гр21}$, рисунке 14, при этом упругие опоры 24 с пружинами 26 обеспечивают равномерную вертикальную нагрузку на обе стороны оси

колеса, рисунок 15. Колесо 1 принудительно нагружается боковой силой с помощью троса 3, шкивов 4 и груза 5 с подобранной массой $m_{гр5}$. Поводок 22 уравновешивающего шкива 20 устанавливает груз 5 по вертикали, в соответствии со средней плоскостью колеса 1.

Далее подвижная рабочая платформа принудительно перемещается по раме 8 в крайнее правое положение, после чего оператор подключает включателем 16 блок питания 17 к схеме управления» [8].

«Эксперименты проводятся в следующем порядке:

В процессе эксперимента продольное перемещение платформы 7 обеспечивается подобранной массой $m_{гр11}$ груза 11.

При проведении эксперимента вращение исследуемого колеса 1 начинается в момент начала движения платформы 7, что имитирует процесс качения колеса по фрагменту покрытия 25.

Вследствие действия боковой силы, имитируемый процесс качения колеса в продольной направлении сопровождается его боковым смещением по рабочей поверхности от одной стороны платформы 7 к другой ее стороне.

Таким образом, в результате использования разработанных узлов и дополнительного оборудования, на стенде обеспечивается проведение экспериментов с оценкой влияния разных эксплуатационных факторов на увод исследуемого эластичного колеса» [9].

«Стенд для исследования бокового увода эластичного колеса транспортного средства, содержащий металлическую неподвижную раму с горизонтальной рабочей поверхностью, сменный фрагмент, имитирующий определенный тип дорожного покрытия, узел создания вертикальной нагрузки, узел замера и регистрации с датчиками импульсов и электронным секундомером, соединенными через аналого-цифровой преобразователь с компьютером, отличающийся тем, что дополнительно содержит подвижную рабочую платформу, размещенную на металлической неподвижной раме, с закрепленным на ней сменным фрагментом, имитирующим определенный тип дорожного покрытия, при этом между металлической неподвижной рамой и

подвижной рабочей платформой в продольных ложементах установлены стальные шарики, выполняющие роль подшипников качения, узел горизонтального перемещения подвижной рабочей платформы, состоящий из шкива, закрепленного на продольном кронштейне металлической неподвижной рамы, и троса, один конец которого прикреплен к сменному грузу, а другой перекинут через шкив и прикреплен к подвижной рабочей платформе, узел поперечного смещения оси колеса, включающий боковой кронштейн металлической неподвижной рамы, с закрепленным на нем шкивом и с перекинутым через него тросом, к одному концу которого прикреплен сменный груз, а к другому - ось колеса для возможности её смещения в бок и имитации угла бокового увода при вращении колеса» [10].

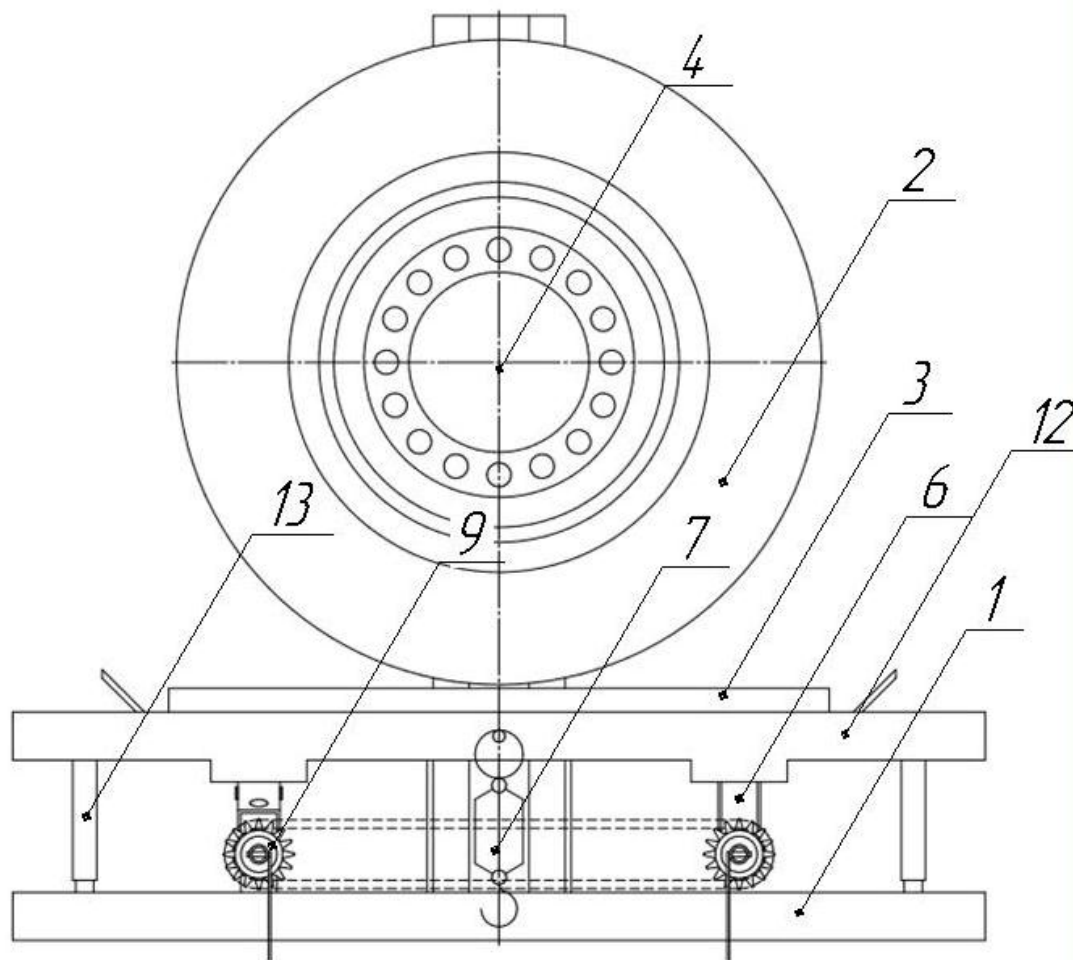
На основании обзора существующих конструкций стендов для определения углов увода колеса (с учетом положительных и отрицательных моментов, каждый из них) разработана достаточно простая лабораторная установка позволяющая с заданной точностью определить угол увода в зависимости от вертикальной и боковых сил.

3 Лабораторная установка для определения углов увода колес

Данный дипломный проект представляет собой лабораторную установку, которая позволяет исследовать углы увода различных колес автомобиля, которая изображена на рисунке 16 вид главный.



Рисунок 16 – Лабораторная установка для определения углов увода колеса. Вид главный.



1– рама, 2– колесо, 3– тележка, 4– ступица, 6– домкрат, 7– прибор для измерения вертикальной нагрузки, 9– цепная передача, 12– площадка, 13– направляющие по вертикали.

Рисунок 17 – Схема лабораторной установки для определения углов увода колеса.



10 – подшипник, 11– червячный механизм, 14 – направляющие по вертикали.

Рисунок 18 – Лабораторная установка для определения углов увода колеса. Вид сбоку.

Лабораторная установка включает в себя:

1. Сварная рама;
2. Колесо в сборе;
3. Тележка;
4. Ступица;
5. Два домкрат для вертикальной нагрузки;
6. Динамометр для вертикальной нагрузки;
7. Динамометр для горизонтальной нагрузки;
8. Червячный механизм;
9. Цепная передача;

10. Подшипники тележки;
11. Червячный механизм;
12. Площадка;
13. Направляющие по вертикали;
14. Направляющие по горизонтали.

Принцип работы:

К раме (1), приварены два домкрата (5), для создания вертикальной нагрузки, с помощью цепной передачи, домкраты синхронно перемещают площадку (12) по направляющим (13) в вертикальном направлении, тем самым создавая вертикальную нагрузку, которая передается на тележку (3), через нее нагрузка передается на колесо, тележка устанавливается на площадку, и имеет возможность передвигаться с помощью подшипников (10), которые закреплены на осях тележки рисунок 17.

Для получения боковой нагрузки на колесо, через ступицу (4) приварена рама, которая перемещается горизонтально по направляющим (14), вращая ручку червячного механизма, происходит перемещение рамы с колесом в боковом направлении, тем самым мы получаем боковую нагрузку рисунок 18.

3.1 Проведение испытания на лабораторной установке

Алгоритм проведения испытаний.

1. Подготовительный этап;
2. Закрепить динамометр для определения вертикальной нагрузки;
3. Закрепить динамометр для горизонтальной нагрузки;
4. Нанести мелом полосу на колесо установленное на стенде;
5. Создать вертикальную нагрузку;
6. Прокатить тележку, для отображения исходной линии, от которой измеряется угол увода;
7. Установить тележку в исходное положение;

8. Создать вертикальную нагрузку;
9. Создать горизонтальную нагрузку;
10. Снять значения с динамометров;
11. Прокатить тележку для получения бокового увода;
12. Транспортиром измерить угол бокового увода;
13. Рассчитать коэффициент сопротивления бокового увода колеса;
14. Находим значение $K_{cy} = \frac{F_{бок}}{\delta_y} \left(\frac{H}{рад} \right)$;
15. Делаем вывод о значении K_{cy} ;
16. При необходимости опыт проводится с подготовительного этапа.

Данные шины: 185/60 R 14

P – 1.5 bar

Опыт 1: При давлении в шине 1.5 bar

1. При боковой нагрузке на колесо значение $F_y = 15$ кг
2. При вертикальной нагрузке на колесо значение $F_z = 10$ кг
3. Угол бокового увода в град. $\delta_y = 4^\circ$

Опыт 2: При давлении в шине 2.0 bar

1. При боковой нагрузке на колесо значение $F_y = 15$ кг
2. При вертикальной нагрузке на колесо значение $F_z = 10$ кг
3. Угол бокового увода в град. $\delta_y = 9^\circ$

$$K_{cy} = \frac{F_{бок}}{\delta_y} \left(\frac{H}{рад} \right) \quad (9)$$

$$K_{cy} = \frac{295.16}{0.157} = 1880 \left(\frac{H}{рад} \right) \quad (10)$$

В результате проведенных опытов получаем график зависимости угла увода от боковой нагрузки, рисунок 19.

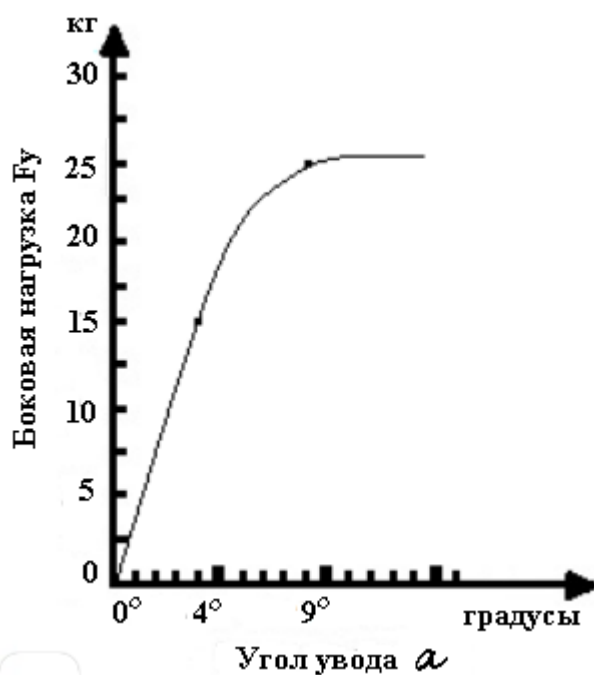


Рисунок 19 – Зависимости угла увода от боковой нагрузки

Вывод: Разработанная лабораторная установка показала, что с ее использованием можно исследовать углы увода колес автомобиля.

Приложение Г.

4 Тяговый расчет

Таблица 1 - Данные для расчет

Компоновочная схема автомобиля	Переднеприводный
Длина	4351мм
Ширина	1681мм
Высота	1422мм
Масса в снаряженном состоянии	1089кг
Шины	185/65 R14
Коэффициент сопротивления качению	0,013
Коэффициент аэродинамического сопротивления	0,33
Коэффициент уклона i	0,31
Максимальная скорость	181 км/ч

4.1. Подготовка исходных данных для тягового расчета

Полная масса автомобиля рассчитывается по формуле 11:

$$m_a = m_0 + m_{\text{ч}}(n) + m_{\text{б}} \quad (11)$$

«где – m_a - снаряженная масса автомобиля;

m_0 - снаряженная масса автомобиля;

$m_{\text{ч}}$ - 75 кг среднестатистический вес человека;

n - число пассажиров, включая водителя;

m_6 -масса груза по 10 кг на 1 человека» [5].

$$m_a = 1088 + 75 \cdot 5 + 10 \cdot 5 = 1514 \text{ кг}$$

«Нагрузка по осям

Масса которая прикладывается на заднюю ось 40%» [5]

«Масса которая прикладывается на переднюю ось 60%» [5]

$$m_1 = 1514 \cdot 0,60 = 907,9 \text{ кг}$$

$$m_2 = 1514 \cdot 0,40 = 605,3 \text{ кг}$$

Подбор шин

$$r_{\text{ст}} = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H \quad (12)$$

«где – d – посадочный диаметр шины;

λ_z – коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин.»[9]

$$\frac{H}{B} = 0,66 \text{ мм}$$

На дорогах с твердым покрытием:

$$r_{\text{ст}} \approx r_{\text{д}} \approx r_{\text{к}}$$

«где $r_{\text{д}}$ – динамический радиус колеса;

r_k – радиус качения колеса.

$$r_{ст} = 0,5 \cdot 0,3556 + 0,66 \cdot (0,185 \cdot 0,65) = 0,278\text{м}$$

Коэффициент обтекаемости рассчитываем по формуле 13:

$$k = \frac{c_x \cdot \rho}{2} \quad (13)$$

где ρ – плотность воздуха в нормальных условиях 760 мм.рт.ст.»[9]

$$\rho = 1,293$$

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

Лобовая площадь

Лобовая площадь рассчитывается по формуле 14:

$$F = 0,8 \cdot B_{\Gamma} \cdot H_{\Gamma} \quad (14)$$

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

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

«Коэффициент сопротивления качению рассчитываем по формуле 15»[5]:

$$f = f_0 \left(1 + \frac{V^2}{2000} \right) \quad (15)$$

«где f_0 – коэффициент сопротивления качению автомобиля с малой скоростью

V – скорость автомобиля в м/с » [5]:

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

$$f = 0,01 \left(1 + \frac{50^2}{2000} \right) = 0,027$$

4.2 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{max}}{V_{max}} \quad (16)$$

«где ω_{max} – максимальная угловая скорость коленчатого вала. » [4]

$$n_{max} = 5600 \text{ об/мин}$$

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

$$U_k = 0,78$$

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

4.3 Расчет внешней скоростной характеристики

«Мощность двигателя при максимальной скорости рассчитываем по формуле 17» [4]:

$$N_v = \frac{1}{\eta_{\text{тр}}} \left(G_a \cdot \psi_v \cdot V_{\text{max}} + \frac{c_x \cdot \rho}{2} \cdot F \cdot V_{\text{max}}^3 \right) \quad (17)$$

«где $G_a = m_a \cdot g$ – полный вес автомобиля» [4].

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

$$\psi_v = f \quad (18)$$

$$N_v = \frac{1}{0,92} \left(14842,53 \cdot 0,027 \cdot 50 + \frac{0,32 \cdot 1,293}{2} \cdot 1,9 \cdot 50^3 \right) = 75145 \text{ Вт}$$

«Максимальная мощность двигателя»[4]

$$N_{\text{max}} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3} \quad (19)$$

«где a, b, c – эмпирические коэффициенты. » [4]

$$a = b = c = 1$$

$$\lambda = \frac{\omega_{\text{max}}}{\omega_N} \quad (20)$$

Принимаем $\lambda = 1,15$

$$\omega_N = \frac{\omega_{\text{max}}}{\lambda} \quad (21)$$

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

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

Рассчитываем внешнюю скоростную характеристику по формуле 22:

$$N_e = N_{max} \left(a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right) \quad (22)$$

«Для построения кривой эффективного момента двигателя применим формулу 23 » [4]

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (23)$$

«Выбрав 7 значений в диапазоне $\omega_{min} \dots \omega_{max}$, рассчитаем зависимости $N_e(\omega_e)$ и $M_e(\omega_e)$ » [3]. Результаты расчётов сводим в таблицу 2, на основании проведенных расчетов строим график ВСХ рисунок 20.

Таблица 2 - Результаты расчета зависимости

п, 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	14754,7 2	31669,1 9	48646,5 2	63582,1 1	74378,6 2	78932,9 7	75145, 1
M	176,11	189,01	193,55	189,74	177,57	157,03	128,14

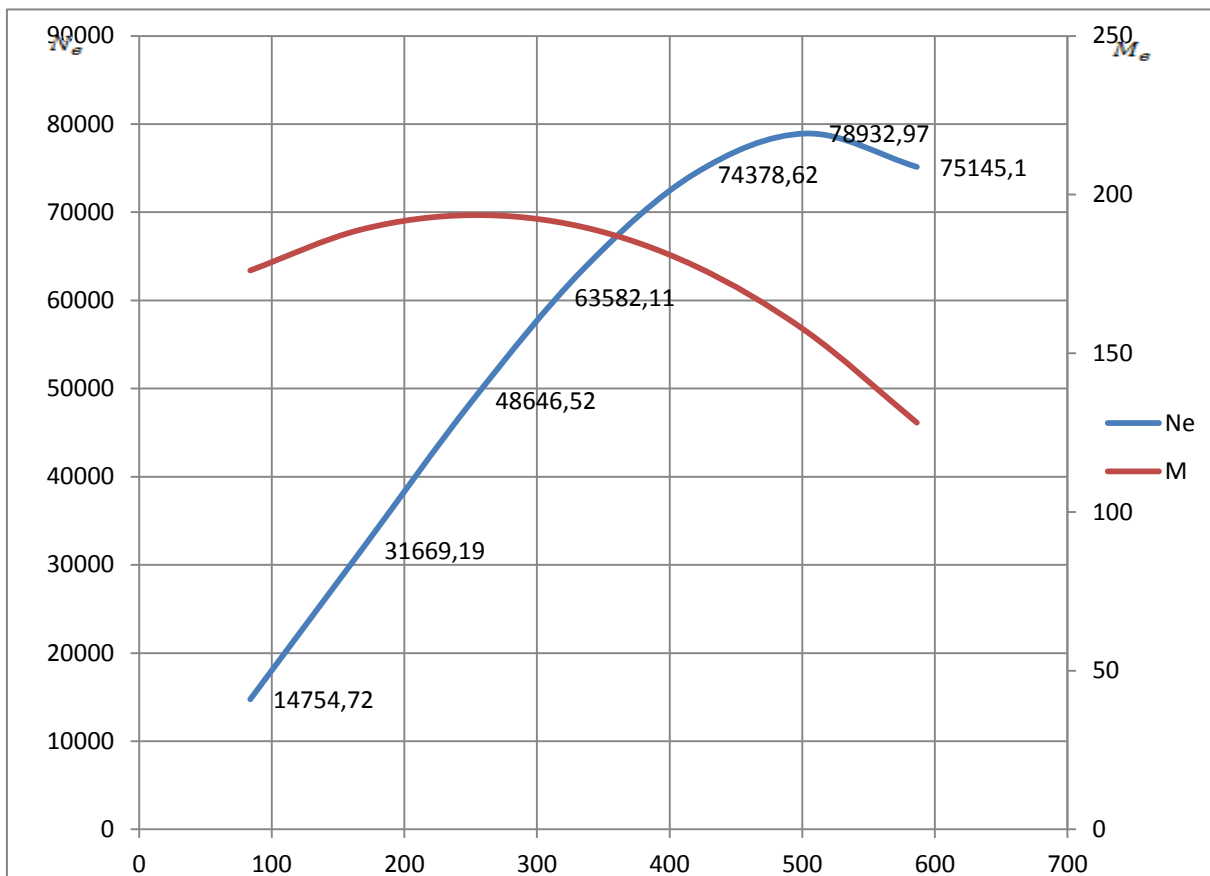


Рисунок 20 – Внешняя скоростная характеристика двигателя »[4]

4.4 Определение передаточных чисел коробки передач

Определим передаточное число первой передачи по формуле 24:

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \geq G_a \cdot \psi_{\max} \quad (24)$$

или по формуле 4.15

$$U_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0} \quad (25)$$

«Для того чтобы предотвратить прокручивание ведущих колес нужно сделать так, чтобы сила первой передачи была не больше той, которая образуется в результате соприкосновения колеса с дорогой» [3].

$$\frac{M_{max} \cdot \eta_{тр} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \leq G_{сц} \cdot \varphi \quad (26)$$

Или

$$U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{max} \cdot \eta_{тр} \cdot U_0} \quad (27)$$

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

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

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

примем $U_1 = 2,0$

«Передаточные числа для пятиступенчатой коробки передач» [3]:

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

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

$$U_4 = 1$$

$$U_5 = 0,78$$

$$U_{3х} = 1,2 \cdot U_1 = 2,4$$

«Произведем расчет скорости автомобиля для каждой передачи
рассчитываем по формуле 28 » [3]:

$$V = \frac{r_k \cdot \omega_e}{U_0 \cdot U_n} \quad (28)$$

«где U_n — передаточное число коробки передач;

ω_e — текущие значения угловой скорости вала » [3].

Таблица 3 - Расчет скорости автомобиля

п, 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

4.5 Тяговый баланс автомобиля

Уравнение тягового баланса представлено в формуле 29:

$$P_T = P_d + P_v + P_{\text{и}} \quad (29)$$

«где P_T — сила тяги;

P_d — сила дорожного сопротивления;

P_v — сила сопротивления воздуха;

$P_{\text{и}}$ — сила сопротивления разгону автомобиля.

Сила тяги на ведущих колесах для каждой передачи рассчитывают по формуле 31»[9]:

$$P_T = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{\text{тр}}}{r_k} \quad (30)$$

«где U_k — передаточное число коробки передач;

M_e — величина эффективного момента двигателя (Нм).

Сила сопротивления дороги рассчитывается по формуле 31»[9]:

$$P_d = G_a \cdot \psi \quad (31)$$

$$\psi = i + f, \text{ т.е.}$$

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

«Сила сопротивления воздуха рассчитывается по формуле 32» [3]:

$$P_v = \frac{c_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2}{2} \quad (32)$$

«Рассчитаем тяговую силу на ведущих колесах автомобиля. Результаты расчетов сводим в таблицу 4 (представлена в приложении А.1)

Рассчитываем силу сопротивления воздуха и силу дорожного сопротивления» [3].

Таблица 4 - Сила сопротивления

n , об/мин	$P_{\text{в}}$	$P_{\text{д}}$	$P_{\text{д}}$
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

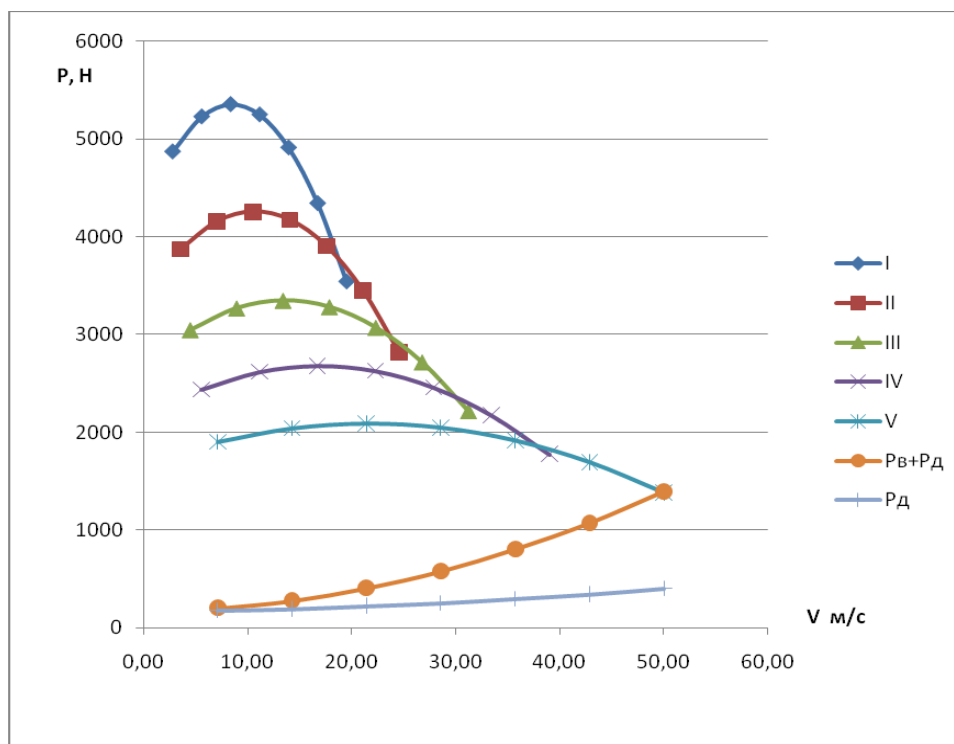


Рисунок 21 – Тяговый баланс автомобиля

«Необходимо путем аналитического расчета посчитать сопротивление

воздуха на всех передачах и составить таблицу» [3].

Таблица 5 - Сопротивление воздуха

I		II		III		IV		V	
	$P_{\text{в}}$		$P_{\text{в}}$		$P_{\text{в}}$		$P_{\text{в}}$		$P_{\text{в}}$
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
I		II		III		IV		V	

4.6 Динамическая характеристика автомобиля

«Динамический фактор на соответствующей передаче рассчитываем по формуле 33» [3]:

$$D = \frac{P_{\text{т}} - P_{\text{в}}}{G_{\text{а}}} \quad (33)$$

«где $P_{\text{в}}$ — сила сопротивления воздуха;

$P_{\text{т}}$ — тяговая сила на ведущих колесах автомобиля;

$G_{\text{а}}$ — полный вес автомобиля.

Рассчитаем динамический фактор на каждой передаче» [3].

Таблица 6 - Динамических фактор

п, 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

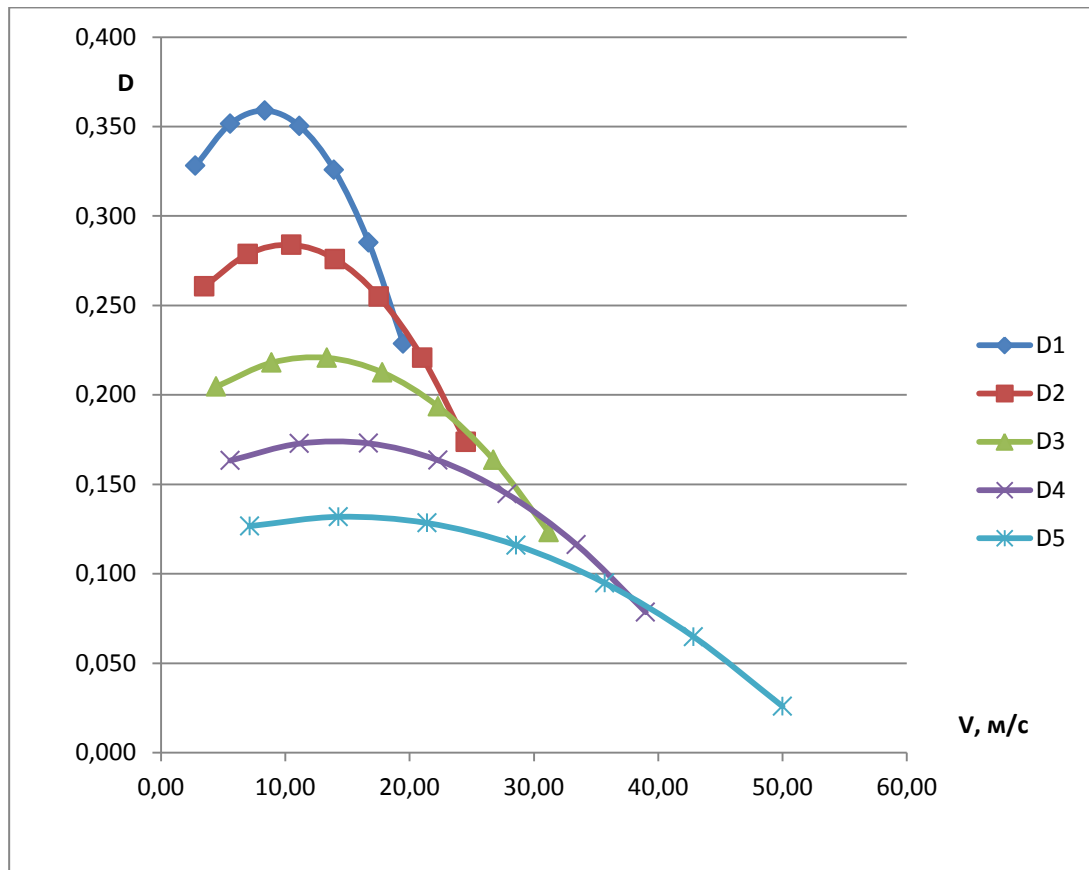


Рисунок 22 – Динамический фактор

4.7 Разгон автомобиля

«Для того чтобы найти ускорения автомобиля по ровному нескользящему покрытию необходимо максимально использовать мощность двигателя и исключить скольжение ведущих колес» [43].

$$J = \frac{(D - f) \cdot g}{\delta_{вр}} \quad (34)$$

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

$$\delta_{вр} = 1 + \frac{(I_m \cdot \eta_{тр} \cdot U_{тр}^2 + I_k) \cdot g}{G_a \cdot r_k^2} \quad (35)$$

где I_m – момент инерции вращающихся частей двигателя;

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

I_k – суммарный момент инерции ведущих колес.

Определим коэффициент вращающихся масс по формуле 36:»[3]

$$\delta_{вр} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_k^2) \quad (36)$$

«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»[9].

Таблица 7 - Коэффициент вращающихся масс

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

«Коэффициент сопротивления качению на каждой передаче
рассчитываем по формуле 37» [3]:

$$f = f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000} \right) \quad (37)$$

$$f_0 = 0,012$$

Таблица 8 - Сопротивлению качению

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 9» [3].

Таблица 9 - Ускорения автомобиля

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

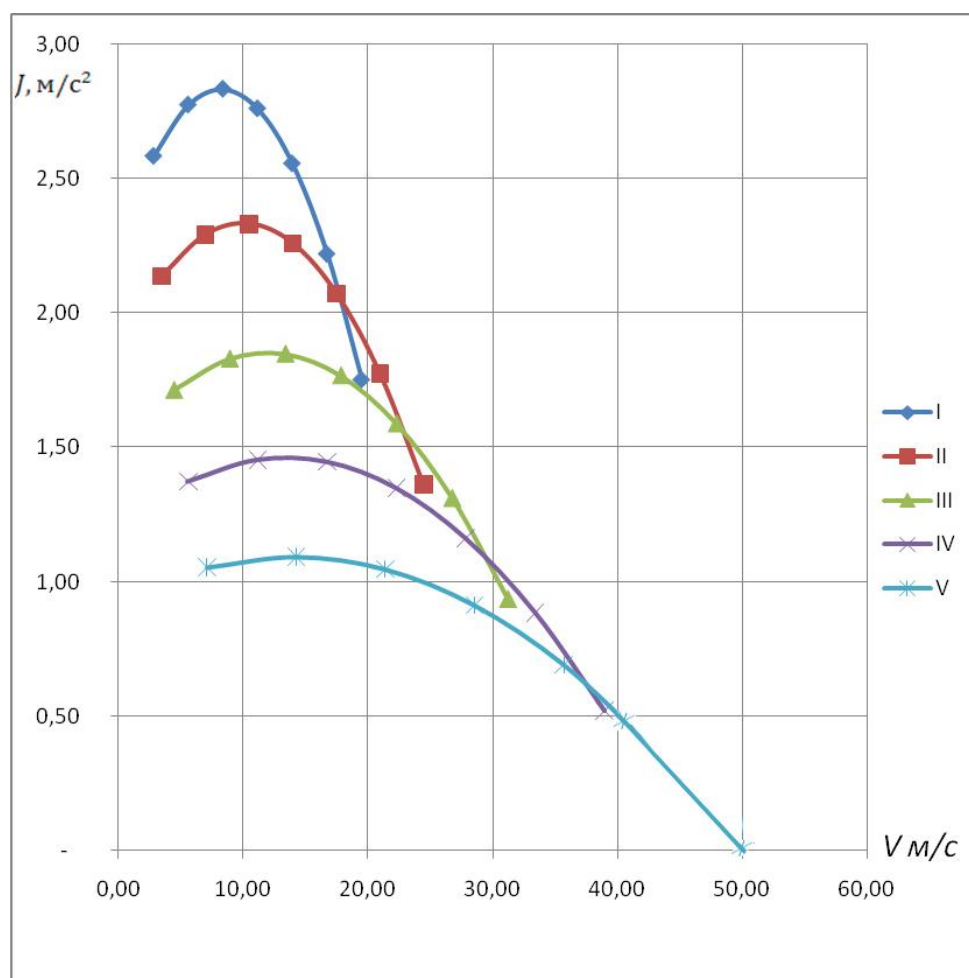


Рисунок 23 – Ускорения автомобиля

Рассчитаем обратные ускорения

«Поскольку при скоростях близких к максимальной ускорение

стремится к нулю, то для расчёта обратных ускорений ограничиваются скоростью $V=(0,8\dots0,9)V_{\max}$ » [43].

Таблица 10 - Результаты расчета обратного ускорения

n, 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

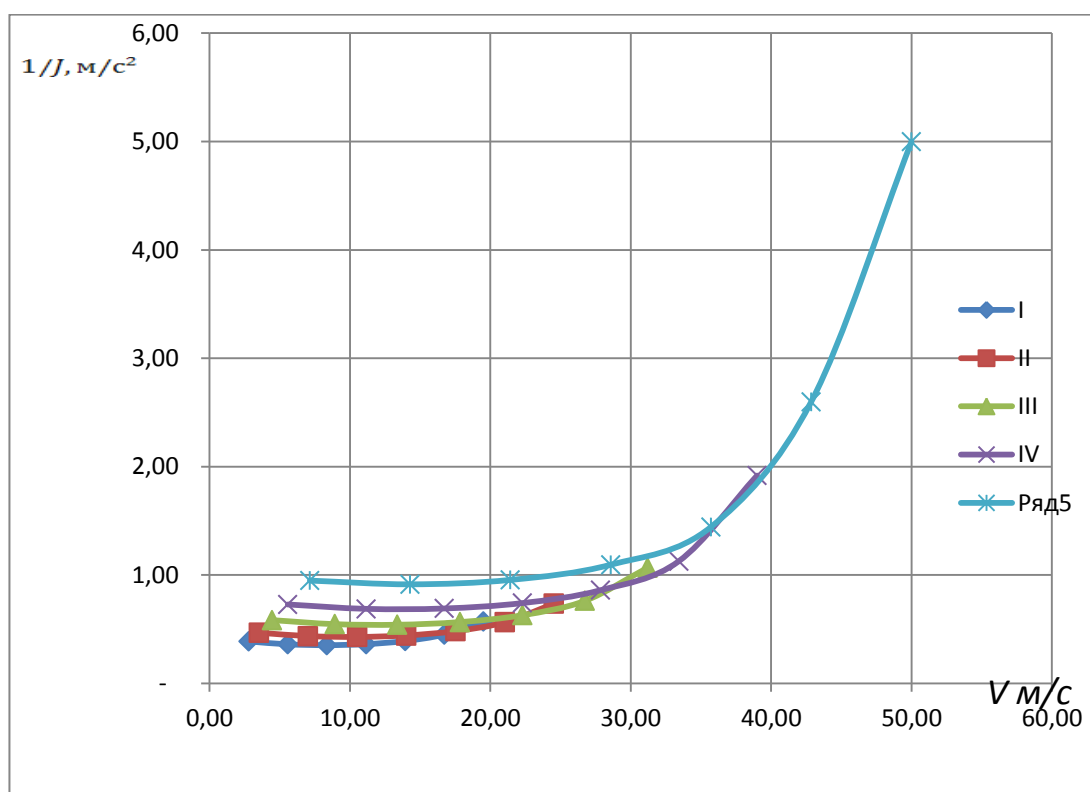


Рисунок 24 – Обратные ускорения автомобиля

4.8 Время и путь разгона автомобиля

«Для того чтобы определить путь, а также время разгона автомобиля необходимо применить способ, который называется графоаналитическим.

Интегрирование заменяем суммой конечных величин» [43].

$$v_{\text{мин}} = 2,79 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{макс}} = 50 \text{ м/с}$$

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

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

«Определим из графика обратных ускорений величину $1/J$ » [43].

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 11 - Время и путь разгона

Диапазон скоростей, м/с	Время, с	Время, м
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

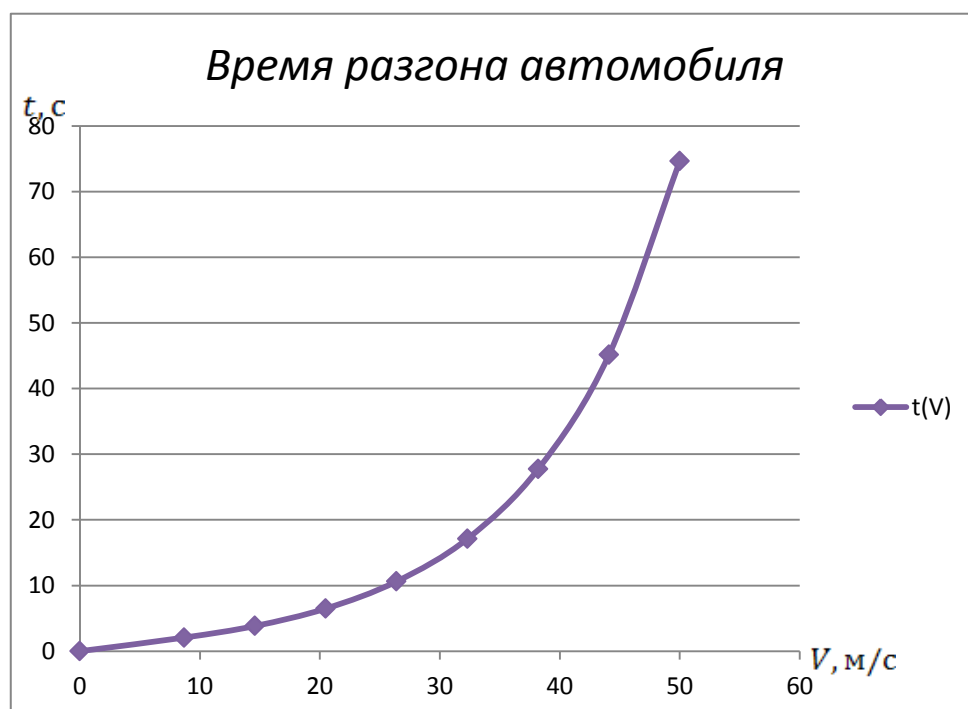


Рисунок 25 – Время разгона автомобиля

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

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

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

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

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

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

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

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

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 12 - Время и путь разгона

$v, \text{ м/с}$	$S, \text{ м}$	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



Рисунок 26 – Путь разгона автомобиля

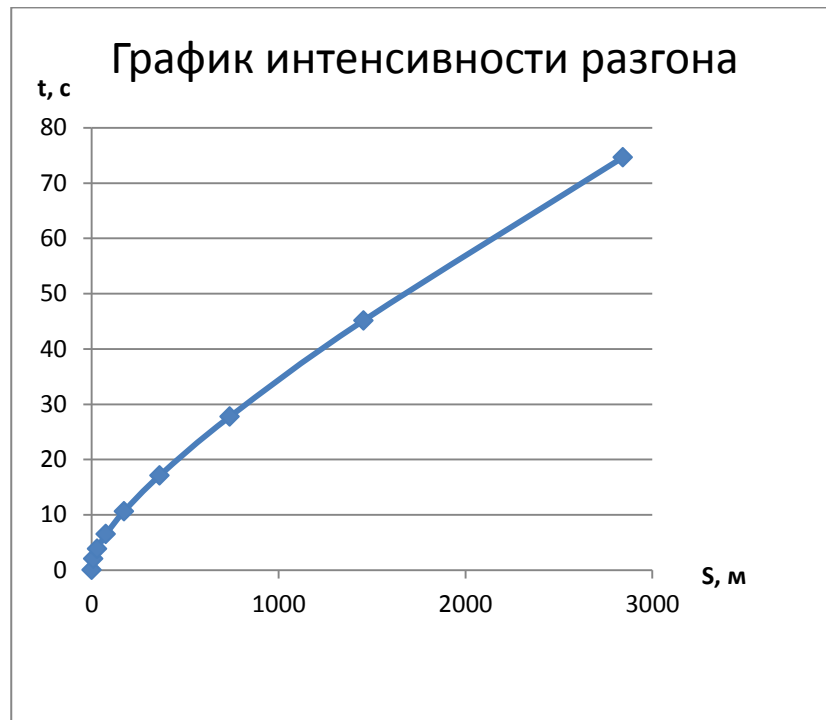


Рисунок 27 – График интенсивности разгона

4.9 Мощностной баланс автомобиля

«Уравнение мощностного баланса рассчитываем по формуле 38:

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{\pi} + N_v + N_{и} \quad (38)$$

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 сопротивления качения колес;

$N_{\pi} = P_{\pi} \cdot V$ – мощность, затрачиваемая на преодоление сил сопротивления подъему;

$N_v = P_v \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление силы сопротивления воздуха;

$N_{и} = P_{и} \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление силы «сопротивления инерции» [4]

$N_d = P_d \cdot V = N_f + N_{\pi}$ – мощность, затраченная на преодоление сил

сопротивления дороги» [4].

Составим таблицу Б.2 (представлена в приложении Б.2).

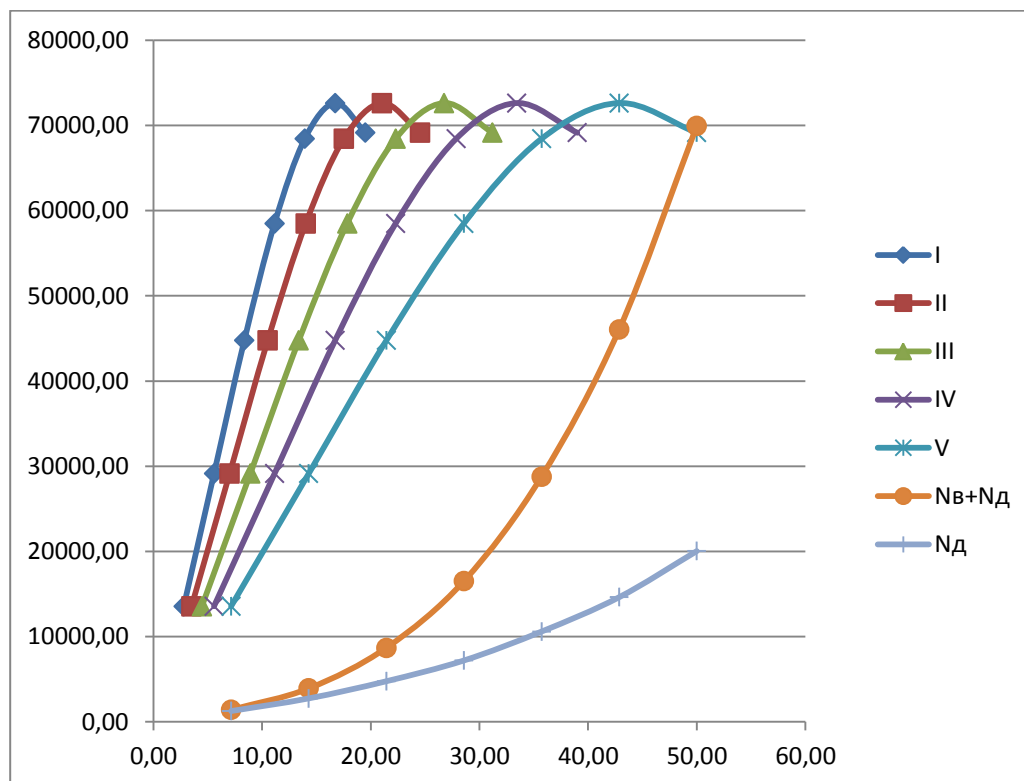


Рисунок 28 – Мощностной баланс автомобиля

4.10 Топливо-экономическая характеристика

$$q_{\Pi} = \frac{k_{\text{СК}} \cdot k_{\text{и}} \cdot (P_{\text{д}} + P_{\text{и}}) \cdot g_{\text{emin}} \cdot 1,1}{36000 \cdot \rho_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{тр}}} \quad (39)$$

«где $k_{\text{СК}}$ — коэффициент учитывающий изменение эффективного расхода топлива в зависимости от ω ;

$k_{\text{и}}$ — коэффициент учитывающий изменение эффективного расхода топлива в зависимости от N ;

g_{emin} — минимальный эффективный расход топлива (принимается равным 340 г/кВт ч);

$\rho_{\text{т}}$ — плотность топлива (принимается равной 0,72 кг/л).

Коэффициенты $k_{ск}$ и $k_{и}$ определяем по графикам» [5]

Таблица 13 – Топливоно-экономическая характеристика

$V, \text{ м/с}$	7,14	14,29	21,43	28,57	35,72	42,86	50,00
ω_e/ω_N	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,15
$k_{ск}$	1,12	1,03	0,99	0,97	0,96	1,01	1,11
$(N_B + N_D)/N_T$	0,10	0,13	0,19	0,28	0,42	0,63	1,01
$k_{и}$	2,50	2,45	2,00	1,55	1,25	0,95	1,00
$q_{п}$	8,70	10,88	12,60	13,64	15,17	16,17	24,35

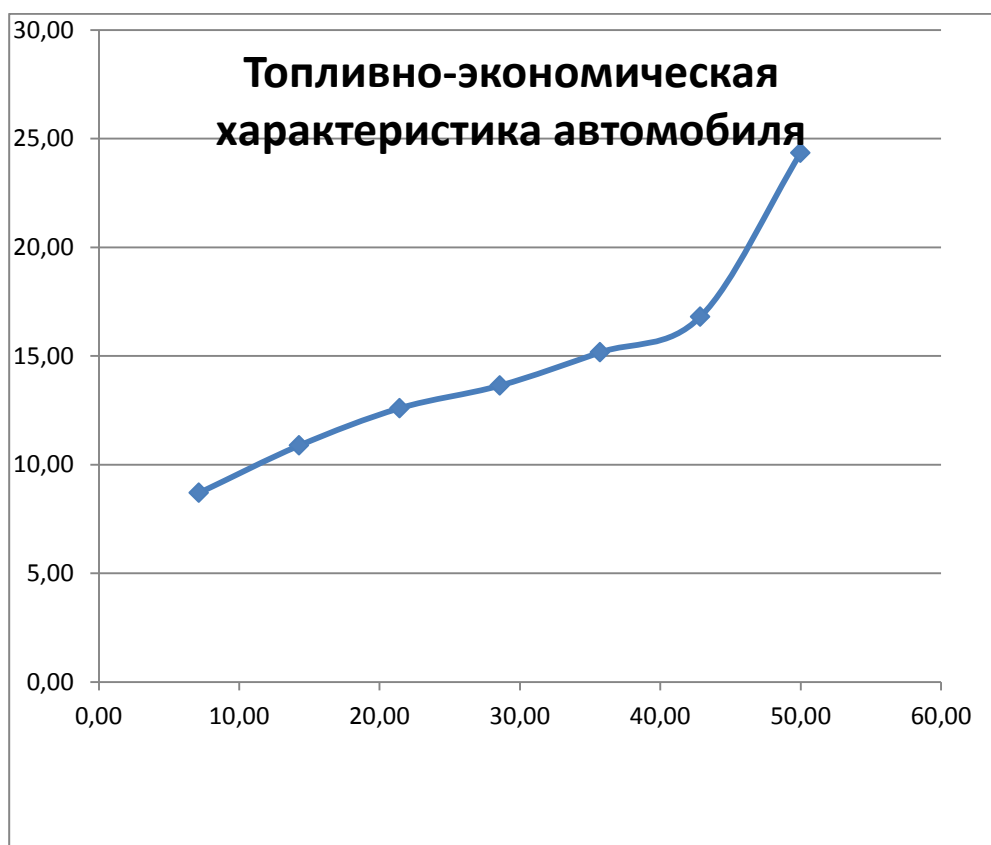


Рисунок 29 – Топливоно-экономическая характеристика автомобиля

Вывод: Полученные значения при выполнении тягового расчёта, которые помогли рассчитать скорость разгона, время разгона и путь разгона автомобиля. Узнали его тягово-скоростные характеристики, а так же были получены схемы и графики характеристик легкового автомобиля. Приложение В.

5 Техника безопасности при изготовлении экспериментальной лабораторной установки на производственном участке

5.1 Техника безопасности при изготовлении экспериментальной лабораторной установки на производственном участке

В данной рассматриваются меры требований безопасности на участке изготовления лабораторной установки экспериментального производства, где осуществляется сборка лабораторной установки.

Участок экспериментального производства изображенный на рисунке 30, располагается на территории института машиностроения.

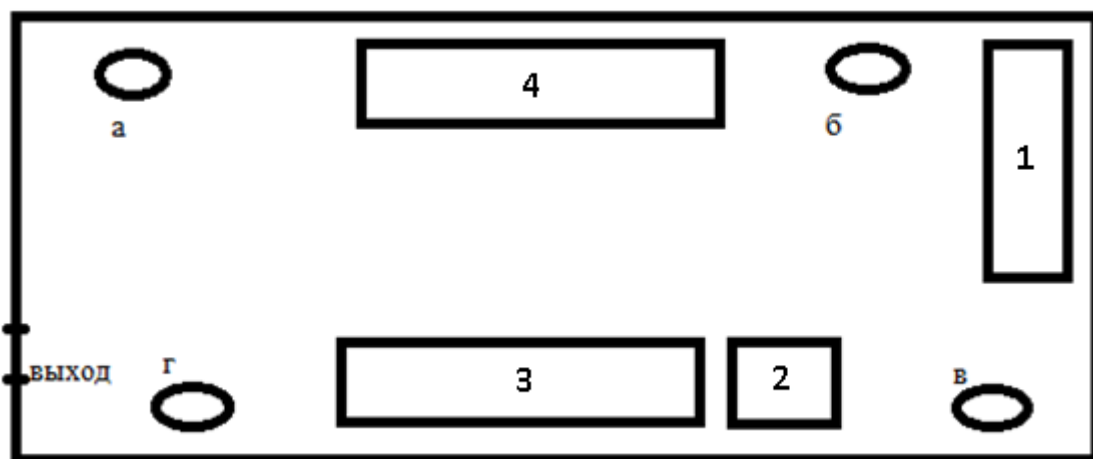


Рисунок 30 – Участок экспериментального производства.

Данное помещение размещается в здании института площадью 18 м²

На экспериментальном участке имеется:

1. Сверлильный станок SKRAB 55002;
2. Инверторный сварочный аппарат САИ-190К;
3. Металлический стол, для использования УШМ;
4. Верстак с тисками b2412 320 мм.

5.2 Техника безопасности при проведения работ на производственном участке

Каждый рабочий находящийся на производственной территории, обязан пройти инструктаж требования безопасности перед началом работ.

Инструкция по безопасности размещается непосредственно на территории участка. Должно выполняться строгое соблюдение мер безопасности рабочими при использовании оборудования и инструмента, размещенного на территории участка.

Анализ вредных и опасных производственных факторов действующих на оператора выполняющего работу.

Таблица 14 - Анализ ВиОПФ.

	Операция	Вредные и опасные производственные факторы	Оборудование
	Заготовительная	Несоответствующее освещение; Пыль; Вибрация; Шум;	Верстак с тисками. УШМ.
	Сверление	Движущиеся, вращающиеся части оборудования; Острые кромки металла; Шум, вибрация;	Сверлильный станок.
	Сварка	Раскаленный металл, шлак; Возможность возгорания; Электрический ток; Пары, газы, вредные вещества; Ультрафиолетовое излучение.	Инверторный сварочный аппарат.

На основании таблицы 14 произвожу анализ мероприятий которые выполняются оператором во время работы на экспериментальном участке.

Таблица 15 - Анализ мероприятий

№	Операция	Вредные и опасные производственные факторы	Мероприятия
1	Заготовительная	Несоответствующее освещение; – Пыль; – Вибрация; – Шум;	Защитные очки; Надежное закрепление заготовки; Оператор должен использовать средства индивидуальной защиты: Ботинки с металлическим носком; Плотные штаны; Специальные перчатки; Куртка плотная;
2	Сверление	– Движущиеся, вращающиеся части оборудования; – Острые кромки металла; – Шум, – Вибрация;	Выполняющий работу должен иметь допуск к работе; Оператор обязан использовать средства индивидуальной защиты; Ботинки с металлическим носком; Плотные штаны; Куртка плотная; Защитные очки; крепко ли закреплена заготовка и сверло; Сверло опускать плавно и без рывков; Во время работы, не тормозить патрон руками при использования станка; Перед началом работы накернить деталь;

Продолжение таблицы 15

			Запрещается пользоваться не исправным либо изношенным инструментом.
3	Сварка	– Раскаленный металл, шлак; – Возможность возгорания; – Электрический ток; – Пары; – Газы; – Вредные вещества; – Ультрафиолетовое излучение.	«Выполняющий работу обязан иметь допуск к работе; Категорически запрещается работа на сварочном аппарате без разрешения старшего на территории участка; Во время работы на инверторном сварочном аппарате важно соблюдать меры требований безопасности, надевать средства индивидуальной защиты: Костюм для выполнения сварочных работ; Защитная маска; Резиновые перчатки; Ботинки с металлическим носком; » [25]. « Важно обращать внимание на целостность провода заземления и сварочных кабелей. Для работы на сварочном аппарате необходимо применять надежный и качественный инструмент, а также держатель электродов.

Продолжение таблицы 15

			Необходимо следить за исправностью оборудования. При замеченных неисправностях и нарушениях, сообщать старшему по территории и прекращать работу; Для безопасности запрещается нахождение посторонних лиц на территории при выполнении работ; Риски получения ожогов при работе со сварочным аппаратом и УШМ; Необходимо проветривать помещение, потому что при сварке выделяются вредные газы; Люминесцентные лампы мощностью 250(лм) » [25].
--	--	--	---

Вывод: В разделе «Техника безопасности при проведения работ на производственном участке» мною был произведен анализ вредных и опасных производственных факторов влияющих на оператора выполняющего работу, а также на участке экспериментального производства, и исключение производственных травм во время работы на территории.

6 Экономический раздел

«Целью данного раздела является построение и расчет параметров сетевого графика процесса проектирования данной лабораторной установки, расчет затрат на разработку и изготовление данной лабораторной установки, а также расходов по ее эксплуатации» [2].

«В состав экономического раздела входят:

- расчет и построение сетевого графика;
- расчет затрат на проведение НИР;
- расчет эксплуатационных расходов;
- расчет экономического эффекта от внедрения результатов НИР»[2].

6.1 Расчет затрат на проведение НИР

«Затраты на проведение НИР представляют собой стоимостную оценку использованных в процессе разработки сырья, материалов, расходов на приобретение специального оборудования, оплату труда занятых разработкой схем и выбора элементной базы.

Затраты на разработку устройства могут быть рассчитаны по следующей формуле 39» [2]:

$$Z_{PЭУ} = M + П_{ок} + P_{об} + Z_o + Z_d + O_{сн} + P_{пр} + P_n, \text{ (руб.)} \quad (39)$$

«где М - стоимость сырья и материалов, руб.;

П_{ок} - стоимость комплектующих и полуфабрикатов, руб.;

Р_{об} - расходы на приобретение специального оборудования, руб.;

З_о и З_д - основная и дополнительная заработная плата разработчиков МДСК, руб.;

О_{сн} – страховые взносы в фонды, руб.;

Р_{пр} - прочие прямые расходы, руб.;

P_n - накладные расходы, руб» [2].

6.2 Расчет стоимости сырья, материалов

«В расходы по этой статье включается стоимость используемых в процессе проведения НИР сырья и материалов, необходимых для исследований, экспериментов, опытов, испытаний и т.д.

Стоимость сырья и материалов рассчитывается по следующей формуле 40» [2]:

$$M = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot C_i \cdot K_{Ti}, (\text{руб.}), \quad (40)$$

«где n - количество видов используемых материалов;

Q_i - расход на разработку материалов i -го наименования в соответствующих единицах измерения;

C_i - цена приобретения единицы материала i -го наименования, (руб.);

K_{Ti} - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов i -го наименования (оплата услуг транспорта, комиссионных посредникам и др.)» [2].

Расчет себестоимости используемых материалов показан в таблице 16

Таблица 16 - Расчёт себестоимости сырья, материалов

Наименов. Материала	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	Расходы на разраб.	Коэффиц. K_{Ti}	Коэффиц. K_{Ti}
Уголок металлический	шт.	50,30	500	1,1	165,00
Цепь	шт.	80,00	10	1,1	220,00
Домкрат	шт.	34,00	3	1,1	203,10

Продолжение таблицы 16

Наименов. Материала	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	Расходы на разраб.	Коэффиц. K _{Ti}	Коэффиц. K _{Ti}
Труба квадратного сечения	шт.	34,00	150	1,1	203,10
Лист металлический	шт.	1000,5	15	1,1	70,70
Труба	шт.	45,00	30	1,1	95,90
Итого:					1763,4

Себестоимость материалов и сырья для разработки устройства составила
 $M = 1763,4$ (руб.).

6.3 Расчет основной заработной платы разработчиков

«В состав основной заработной платы включаются выплаты за фактически выполненную работу в соответствии с окладами, тарифными ставками и расценками всему персоналу, принимающему участие в разработке данного механизма: научных работников, инженерно-технических работников, лаборантов и служащих исследовательских и проектных подразделений и др.»[7]

«В общем виде основная заработная плата разработчиков узла (Z_0 , руб.) может быть рассчитана по формуле:

$$Z_0 = \sum_{i=1}^n T_i \cdot l_i'' \text{ (руб.)}, \quad (41)$$

«где i - наименование категории разработчиков;

n - количество категорий разработчиков;

T_i - трудоемкость проектных работ, выполненных разработчиком i -

ой категории;

$l_i^ч$ - часовая тарифная ставка разработчика i-ой категории.

В разработке узла ввода в условиях дипломного проектирования принимают участие разработчики двух категорий:

- консультант (руководитель дипломного проекта);
- инженер-конструктор (дипломник).

Часовая тарифная ставка определяется по формуле»[7]:

$$l_i^ч = \frac{ЗП_{мес.i}}{F_{мес}} \text{ (руб./час)}, \quad (42)$$

«где $ЗП_{мес.i}$ - месячный оклад разработчика i-ой категории, руб.;

$F_{мес}$ - месячный фонд времени работы разработчика в часах.

Для данных расчетов примем $F_{мес} = 168$ час.

Месячный оклад консультанта 35000 руб.

Стипендия разработчика 2500 руб.

Тарифная часовая ставка консультанта составляет (рассчитываем по формуле 42)»[7]:

$$l_{конс.}^ч = \frac{35000}{168} = 208,33 \left(\frac{руб.}{ч} \right)$$

«Часовая тарифная ставка инженера-программиста (составляет рассчитываем по формуле 42)» [2]:

$$l_{разраб}^ч = \frac{2500}{168} = 14,88 \left(\frac{руб.}{ч} \right)$$

«Расчет основной заработной платы осуществляется на основе исходных данных трудоемкости проектных работ из сетевого графика и тарифных ставок исполнителей. Расчет основной заработной платы приведен в таблице

17» [2].

Таблица 17 - Расчёт основной заработной платы разработчиков

№ п/п № п/п	Шифр работ Шифр работ	Инженер-программист			Консультант			Всего по работе, руб.
		Т, ч	L, руб./ч	Сумма, руб.	Т, ч	L, руб./ч	Сумм а, руб.	
1	00-01	5	14,88	74,41	5	208,34	1041,6 5	1116,06
2	01-02	24	14,78	357,13		208,34		357,14
3	02-03	72	14,78	1071,4 6		208,34		1071,38
4	02-04	24	14,78	357,13		208,34		357,13
5	04-05	24	14,78	357,13		208,34		357,13
6	03-05	0	14,78	0,00		208,34		0,00
7	05-06	24	14,78	357,13		208,34		357,13
8	06-07	10	14,78	148,81		208,34		148,82
9	07-08	72	14,78	1071,3 7		208,34		1071,38
10	06-09	15	14,78	223,21		208,34		223,22
11	09-10	24	14,78	357,13		208,34		357,13
12	08-11	48	14,78	714,25		208,34		714,24
13	11-12	24	14,78	357,13		208,34		357,14
14	10-11	0	14,78			208,34		0,00
15	12-13	40	14,78	595,21		208,34		595,21
16	11-14	24	14,78	357,13		208,34		357,13
17	13-14	0	14,78			208,34		0,00
18	14-15	15	14,78	223,21		208,34		223,21
19	15-16	72	14,78	1071,3 7		208,34		1071,37
20	16-17	10	14,78	148,81		208,34		148,82
21	15-18	10	14,78	148,81		208,34		148,82
22	15-19	10	14,78	148,81		208,34		148,82
23	15-21	4	14,78	59,53	6	208,34	1249,9 8	1309,51
24	17-20	4	14,78	59,53	6	208,34	1249,9 8	1309,51
25	18-20	4	14,78	59,53	6	208,34	1249,9 8	1309,51
26	19-20	4	14,78	59,53	6	208,34	1249,9 8	1309,51
ИТОГО:			9134,3			6043,56	15178	

6.4 Расчет дополнительной заработной платы разработчиков

«В состав дополнительной заработной платы включаются все виды выплат, надбавок и доплат из фонда заработной платы за проработанное время.

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле» [2]:

$$Зд = Зо \cdot \frac{K_d \%}{100 \%} \text{ (руб.)}, \quad (43)$$

«где $Зо$ - основная заработная плата, разработчиков (руб.);

K_d - коэффициент дополнительной заработной платы (%).

Следовательно, из (43) величина дополнительной заработной платы равна» [2]:

$$Зд = Зо \cdot \frac{K_d \%}{100 \%} = 15178.89 \cdot \frac{20 \%}{100 \%} = 3045.58 \text{ (руб.)}$$

6.5 Расчет страховых взносов в фонды

Страховые взносы в фонды рассчитываются по формуле:

$$Осн = (Зо + Зд) \cdot \frac{K_{сн} \%}{100 \%} \text{ (руб.)}, \quad (44)$$

«где $K_{сн}$ - коэффициент отчислений на социальные нужды (%).

$K_{сн}$ в настоящее время составляет 30% и включает в себя:

Следовательно, из (44) величина отчислений в фонды равна» [2]:

$$Осн = (Зо + Зд) \cdot \frac{K_{сн} \%}{100 \%} = (15177.89 + 3035.58) \cdot \frac{30 \%}{100 \%} = 5464.04 \text{ (руб.)}$$

6.6 Расчет прочих прямых расходов

«В состав расходов по этой статье включаются затраты, непосредственно связанные с разработкой данного объекта техники (аренда или прокат оборудования, вычислительной техники, транспорта, приобретение специальной научно-технической литературы и т. Д.) по их фактической стоимости. Статьи расхода и расчет общей суммы прямых расходов приведены в таблице 18» [2].

Таблица 18 – Прочие прямые расходы

Наименование статьи расхода	Стоимость за единицу потребления	Потребленное количество, ч	Сумма, руб.
Аренда оборудования	35 руб. / час	202	6105
Итого			6105

6.7 Расчет накладных расходов

«В состав накладных расходов включаются затраты, которые не вошли в состав предыдущих расходов и могут быть рассчитаны прямым путем.

К ним относятся амортизация, ремонт, содержание зданий и других основных производственных фондов общего назначения.

Они рассчитываются по формуле» [2]:

$$P_n = Z_o \frac{K_n \%}{100 \%} \text{ (руб.)}, \quad (45)$$

«где K_n – коэффициент накладных расходов (%).

Для расчета накладных расходов в данном дипломном проекте K_n берется равным 65%.

Следовательно, из (45)» [2]:

$$P_H = 30 \cdot \frac{K_n \%}{100 \%} = 15177.89 \cdot \frac{65 \%}{100 \%} = 9865.63 \text{ (руб.)}$$

6.8 Расчет затрат на проведение НИР

«Все расчеты затрат сведены в таблицу 19, в которой определяется общая сумма затрат на разработку» [2].

Таблица 19 - Общие затраты на проведение НИР

№ п/п	Наименование статьи расходов	Сумма, руб.	Удельный вес, %
1	Материалы	1766,4	1,12
3	Основная заработная плата разработчиков	15277,89	37,91
4	Дополнительная заработная плата разработчиков	3045,58	7,58
5	Страховые взносы в фонды	5464,04	13,75
6	Прочие прямые расходы	6105	15,98
7	Накладные расходы	9865,63	24,65
	ИТОГО:	39897,54	100,00

«Следовательно, затраты на проведение НИР составят 39897,54 руб.

Рассчитаем показатели экономической эффективности от результатов проведения НИР» [2].

6.9 Расчет капитальных вложений

«Единовременные затраты включают предпроизводственные затраты K_T и капитальные вложения в производственные фонды завода-изготовителя $K_{пф}$ » [2]:

$$K = K_m + K_{пф} \text{ (руб.)}. \quad (46)$$

Предпроизводственные затраты определяются по формуле

$$K_{нф} = Z_{НИОКР} + K_{осв} \text{ (руб.)}, \quad (47)$$

«где $Z_{НИОКР}$ — сметная стоимость научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;

$K_{осв}$ — затраты на освоение производства и доработку опытных образцов.

Капитальные вложения в производственные фонды рассчитываются по формуле 6.10» [2]:

$$K_{н.ф.} = K_{о.ф.} + K_{о.с.} + K_{проч} \text{ (руб.)}, \quad (48)$$

«где $K_{о.ф.}$ — стоимость всех видов основных производственных фондов, непосредственно связанных с изготовлением проектируемого изделия. При этом если изготовление новых изделий возможно на имеющемся оборудовании, должна быть учтена среднегодовая остаточная стоимость основных производственных фондов изготовителя;

$K_{о.с.}$ - пополнение оборотных средств. В состав оборотных средств включаются запасы сырья, материалов, топлива и полуфабрикатов, а также незавершенное производство;

$K_{проч}$ — прочие капитальные вложения, связанные с предотвращением отрицательных социальных, экологических и других последствий, созданием социальной инфраструктуры.

Капиталовложение в освоение производства возьмем в размере 100% от себестоимости проведения НИР» [2]:

$$K_{осв} = 40023.97 \cdot \frac{100\%}{100\%} = 40023.97 \text{ (руб.)}. \quad (49)$$

Предпроизводственные затраты рассчитываются согласно (47):

$$K_m = 40023.97 + 40023.97 = 80047.94 \text{ (руб.)}. \quad (50)$$

«Капиталовложения в основные фонды с учетом того, что производство идет на имеющемся оборудовании, приблизительно оценены в 10000 руб. ($K_{o.ф.} = 10000$ руб.).

Оборотные средства возьмем в размере 150% от себестоимости проведения НИР» [2]:

$$K_{o.c.} = 1.5 \cdot 40023.97 = 60035,96 \text{ (руб.)}. \quad (51)$$

«Прочие капиталовложения принимаем 20% от $K_{o.ф.} + K_{o.c.}$ » [2]::

$$K_{проч} = 0,20 \cdot (10000 + 60035,96) = 14007,19 \text{ (руб.)}. \quad (52)$$

«Капиталовложения в производственные фонды определяются по формуле» [2] (48):

$$K_{нф} = 10000 + 60035,96 + 14007,19 = 84043,15 \text{ (руб.)}.$$

Полные капиталовложения по формуле (46):

$$K = 80047.94 + 84043.15 = 164091,09 \text{ (руб.)}.$$

6.10 Расчет общих экономических показателей

«Чистые денежные поступления получают как разность валовой прибыли Π_v и налога на прибыль НП, с учетом амортизационных отчислений A , которые являются частью прибыли, не облагаемой налогом:

$$\Pi = (\Pi_{\text{с}} - A) \cdot \left(1 - \frac{НП}{100}\right) + A \text{ (руб.)}. \quad (53)$$

Амортизационные отчисления можно упрощенно вычислить по формуле» [2]:

$$A = \sum_{f=1}^{\Phi} K_f \cdot \frac{a_f}{100} \text{ (руб.)}, \quad (54)$$

« где K_f — стоимость f -го производственного фонда;

a_f — норма амортизационных отчислений по f -му основному фонду.

Налог на прибыль в настоящее время установлен в размере 20%.

Годовые амортизационные отчисления вычислим исходя из того, что стоимость основных производственных фондов $K_{\text{о.ф.}}=10000$ руб. и норма амортизационных отчислений для всех видов производственных фондов равна 10%» [2].

$$A = 10000 \cdot \frac{10}{100} = 1000 \text{ (руб.)}.$$

«Рассчитываем чистые годовые денежные поступления от реализации разработки» [2]:

$$\Pi_{\text{с1,с2}} = (40023.97 \cdot 3 - 1000) \cdot \left(1 - \frac{20}{100}\right) + 1000 = 96257,53 \text{ (руб.)}$$

«Аналитическое выражение для определения чистого дисконтированного дохода имеет следующий вид» [2]:

$$\text{ЧДД} = -K + \frac{\Pi_{\text{с1}}}{(1+E)} + \frac{\Pi_{\text{с2}}}{(1+E)^2} + \dots + \frac{\Pi_{\text{сn}}}{(1+E)^n} \text{ (руб.)}, \quad (55)$$

«где K - инвестиции, необходимые для реализации проекта;

$\Pi_{г1} \Pi_{г2}, \dots, \Pi_{гн}$ - чистые денежные поступления, получаемые по отдельным годам от реализации проекта;

E -000, норматив приведения затрат к единому моменту времени (норма дисконта).

Чистый дисконтированный доход по (55) при норме дисконта $E = 0,2$ составит» [2]:

$$ЧДД = \sum_{m=1}^2 \frac{\Pi_m}{(1+0,2)^m} - K = \frac{96257,53}{1+0,2} + \frac{96257,53}{(1+0,2)^2} + \frac{96257,53}{(1+0,2)^3} - 164091.09 = 38673.61$$

(руб.).

«Поскольку чистый дисконтированный доход больше 0, можно говорить об эффективности проекта.»

Рассчитаем также срок окупаемости капиталовложений с учетом дисконтирования. Величины дисконтированных годовых эффектов по годам расчетного периода равны» [2]:

$$\mathcal{E}_1 = \frac{96257,53}{1+0,2} = 80214.61 \text{ (руб.)};$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{96257,53}{(1+0,2)^2} = 66845.51 \text{ (руб.)}.$$

$$\mathcal{E}_3 = \frac{96257,53}{(1+0,2)^3} = 55704.59 \text{ (руб.)}.$$

За 4 года: $\sum \mathcal{E} = 202764.70$ (руб.), что больше величины полных капиталовложений.

«Тогда срок окупаемости найдется как:

$$T_{ок.р.} = 2 + \frac{164091.09 - 147060.12}{55704.59} = 2.31 \text{ (года)}.$$

Сравним рассчитанный срок окупаемости с нормативным, который при норме дисконта 0,2 составит » [2].

$$T_{ок.норм.} = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ (лет)}.$$

Вывод: При выполнении расчетов в экономическом разделе следует отметить, что срок окупаемости не превышает предельно допустимых норм. Из этого можно сделать вывод, что научно-исследовательская работа является целесообразной.

Заключение

В данном дипломном проекте на основании анализа существующих стендов спроектирована и произведена лабораторная установка, для определения углов увода колеса автомобиля.

С использованием лабораторной установки проведены опыты по определению углов увода колеса, определены коэффициенты сопротивления уводу.

В разделе «Техника безопасности при изготовлении экспериментальной лабораторной установки на производственном участке» мною были применены нормы требований безопасности работ с инверторным сварочным аппаратом, угловой шлифовальной машиной, а также верстаком с тисками и сверлильном станком на экспериментальном производственном участке, на котором осуществлялось изготовление лабораторной установки.

В «Экономическом разделе» осуществлялся расчёт расходных материалов на изготовление и разработку лабораторной установки. Также были определены затраты по эксплуатации представленной лабораторной установки. Эти расчеты доказали, что разработка данной установки целесообразна, так как расчетный срок окупаемости не превышает нормативного.

В соответствии с проведенной работой были подготовлены тезисы, для опубликования в сборнике «Дни студенческой науки ТГУ» под названием «Разработка лабораторной установки по определению углов увода колеса автомобиля». Автор: П. В. Кузнецов, научный руководитель Л.А. Черепанов.

Лабораторная установка, будет использоваться студентами в учебных целях при прохождении материала по дисциплине «Теория автомобиля» на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» института машиностроения Тольяттинского Государственного Университета.

Список используемых источников

1. Цимбалин В.Б. Атлас конструкций. Шасси автомобиля / В.Б. Цимбалин – М.: Машиностроение, 1977. – 411 с.
2. Вахламов В.К. Автомобили. Основы конструкции / В.К. Вахламов – М.: Машиностроение, 2004. – 186 с.
3. Цимбалин В.Б. Испытание автомобилей / В.Б. Цимбалин – М.: Машиностроение, 1978. – 199 с.
4. Гришкевич А.И. Испытание автомобилей / А.И. Гришкевич – М.: Машиностроение, 1991. – 161 с.
5. Балабин И.В. Испытание автомобилей / И.В. Балабин, Б.А. Куров – М.: Машиностроение, 1988. – 192 с.
6. Финченко Н.И. Испытание автомобилей и тракторов / Н.И. Финченко – М.: Машиностроение, 2017. – 173 с.
7. Кравец В.Н. Теория автомобиля / В.Н. Кравец – М.: Машиностроение, 2007. – 273 с.
8. Иларионов В.А. Теория и конструкция автомобиля / В.А. Иларионов – М.: Машиностроение, 1992. – 416 с.
9. Балабин И.В. Испытания автомобилей / И.В. Балабин – М.: Машиностроение, 1988. – 203 с.
10. Раймпель Й. Шасси автомобиля. Конструкция подвесок / Й. Райпель – М.: Машиностроение, 1989. – 215 с.
11. Журавлев В.Н. Машиностроительные стали / В.Н. Журавлев – М.: Машиностроение, 1968. – 170 с.
12. Расчета / И.В. Балабин – М.: Машиностроение, 1989. – 165 с.
13. Куклин Н. Г. Детали машин / Н.Г. Куклин – М.: Машиностроение, 1999. – 391 с.
14. Черепанов Л.А. Определение передачи вибрации на кузов автомобиля / Л.А. Черепанов – М.: Машиностроение, 1979. – 89 с.

15. Черепанов Л.А. Улучшение виброакустических свойств кузова легкового автомобиля / Л.А. Черепанов – М.: Машиностроение, 2009. – 311 с.
16. Яблонский А.А. Курс теории колебаний / А.А. Яблонский Курс теории колебаний – М.: Высш. Школа, 1975. – 248 с.: с ил.
17. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля / В.П. Тарасик Теория движения автомобиля – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 478с.: ил.
18. Черепанов Л.А. Теория автоматического управления / Л.А. Черепанов Теория автоматического управления – Тольятти.: ТГУ, 2010. – 124с.
19. Азовская О.Н. Экономика. Курс лекций в схемах, графиках, таблицах / О.Н. Азовская – Тольятти : ТГУ, 2010. – 216с.
20. Горина, Л.Н. Безопасность и экологичность технического объекта : уч.-методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина . - Тольятти: ТГУ, 2016. – 51 с.
21. Werner E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1976. – p. 134.
22. Konig R. International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering [Электронный ресурс]. - Electronic text data. - [Б. м.] : John Wiley & Sons, Inc., 1998 - (Ulrich). URL: <http://eu.wiley.com> (publisher's website). : [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1099-047X](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1099-047X) (journal link (full text - НТО-3)). - ISSN 1096-4290. Schmiertechnik 1963. - Nr. - 3. - 1964. - Nr. – 1 (дата обращения 05.06.2018 г.).
23. Mikell P., Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024. 47
24. Niemann G., Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p. 903.
25. Wittel H., Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810

Приложение А

Тяговая сила

Таблица А.1 - Тяговая сила

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

Приложение Б

Мощностной баланс

Таблица Б.2 - Мощностной баланс

$v, \text{ м/с}$	7,15	14,28	21,44	28,58	35,73	42,87	50,02
$N_e, \text{ кВт}$	14754,7 3	31669,1 8	48646,5 1	63582,1 2	74378,6 3	78932,9 8	7514 5,2
$N_T, \text{ кВт}$	13574,3 3	29135,6 4	44754,8 1	58495,5 3	68428,3 5	72618,3 4	6913 3,48
$N_B, \text{ кВт}$	142,88	1171,46	3921,58	9314,49	18179,1 7	31415,5 6	4990 1,43
$N_d, \text{ кВт}$	1272,34	2756,49	4771,06	7209,28	10602,1 4	14631,1 7	2003 8,09
$N_B + N_d$	1415,16	3927,95	8692,63	16523,7 8	28781,2 8	46046,7 2	6993 9,54
$(N_B + N_d) / N_T$	0,11	0,12	0,18	0,29	0,41	0,62	1,04

Приложение В

Графики тягового расчета Внешняя скоростная характеристика

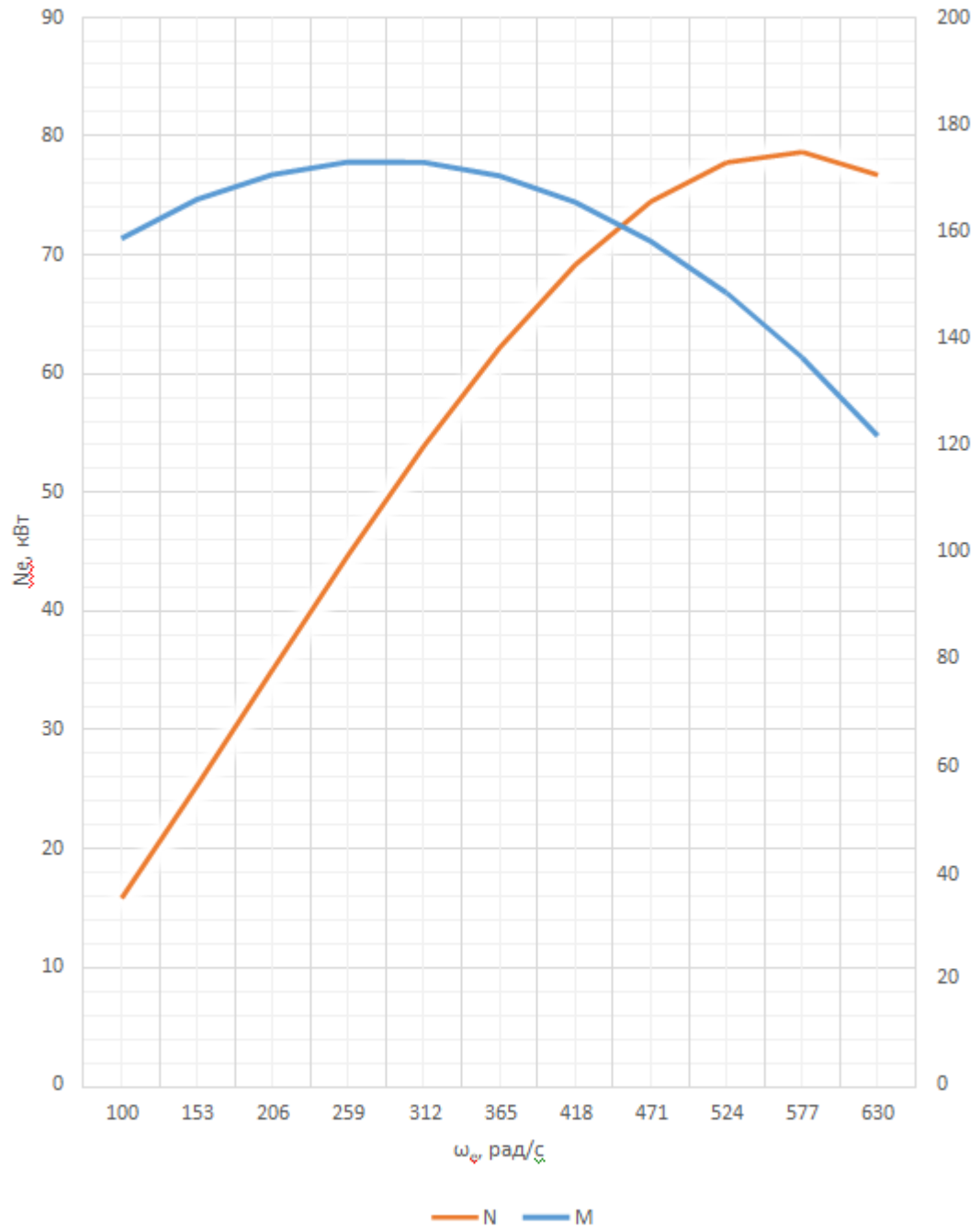


Рисунок В.1 – Внешняя скоростная характеристика

Продолжение Приложения В Тяговый баланс автомобиля

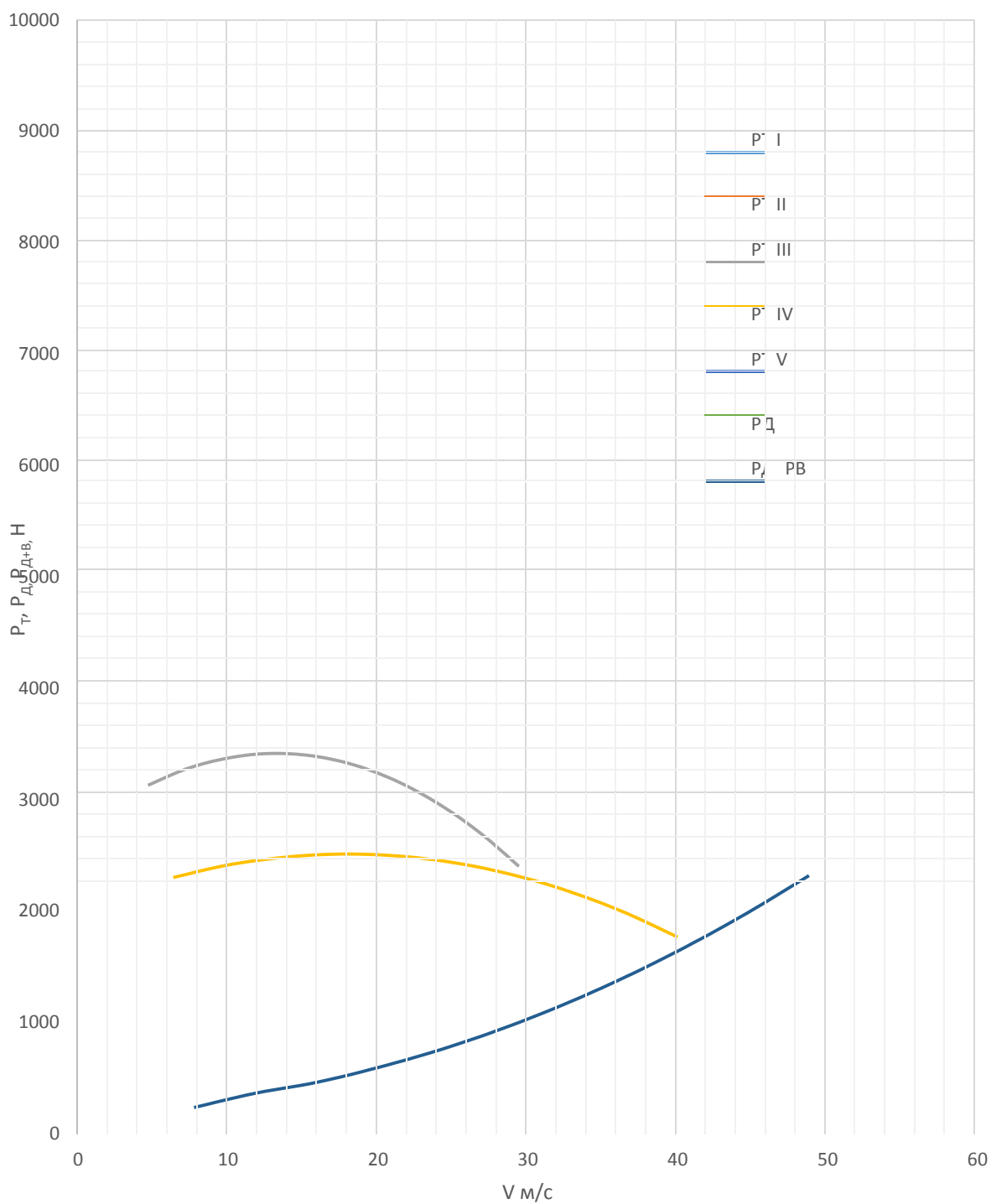


Рисунок В.2 – Тяговый баланс автомобиля

Продолжение Приложения В

Динамическая характеристика

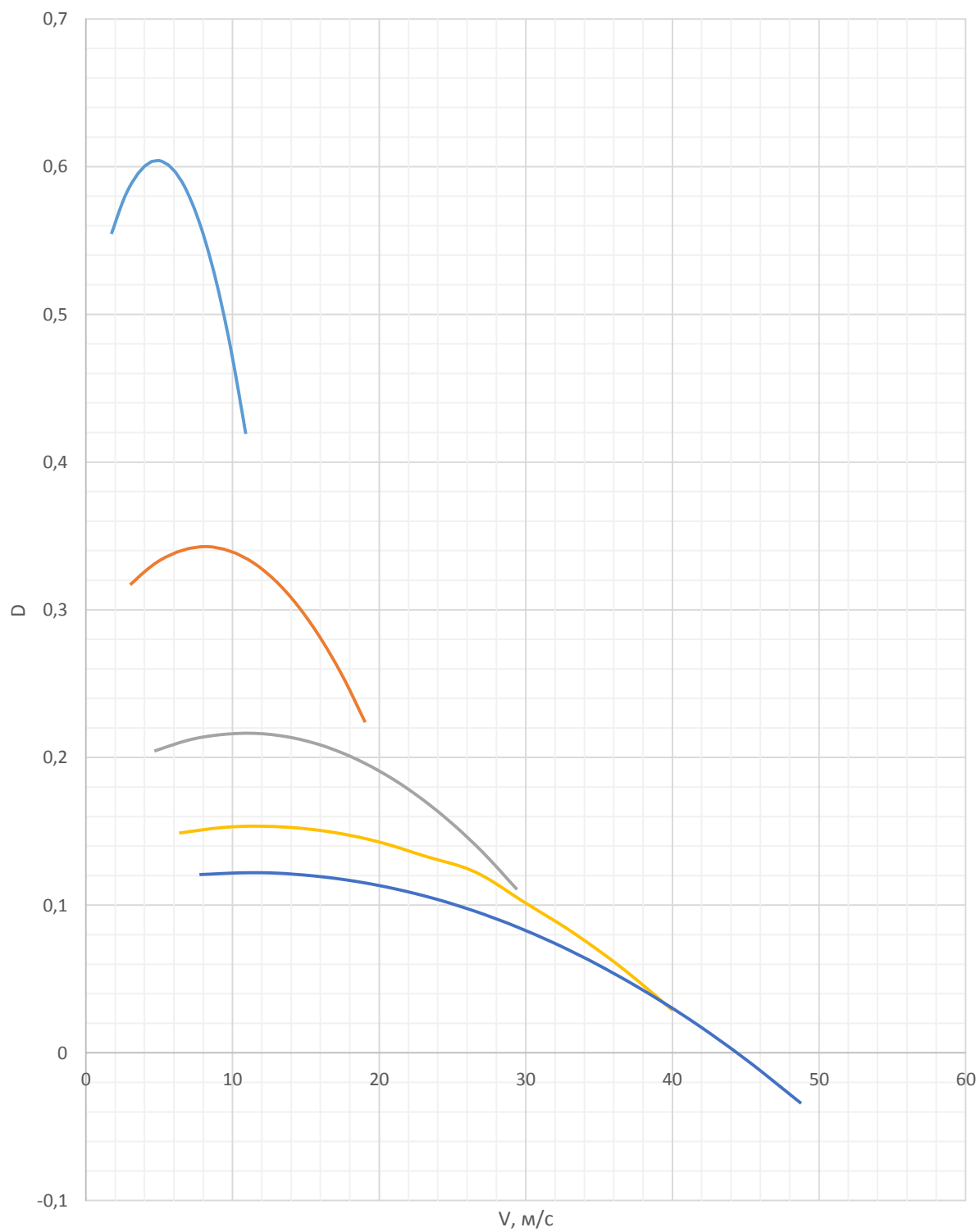


Рисунок В.3 – Динамическая характеристика

Продолжение Приложения В

Ускорения автомобиля

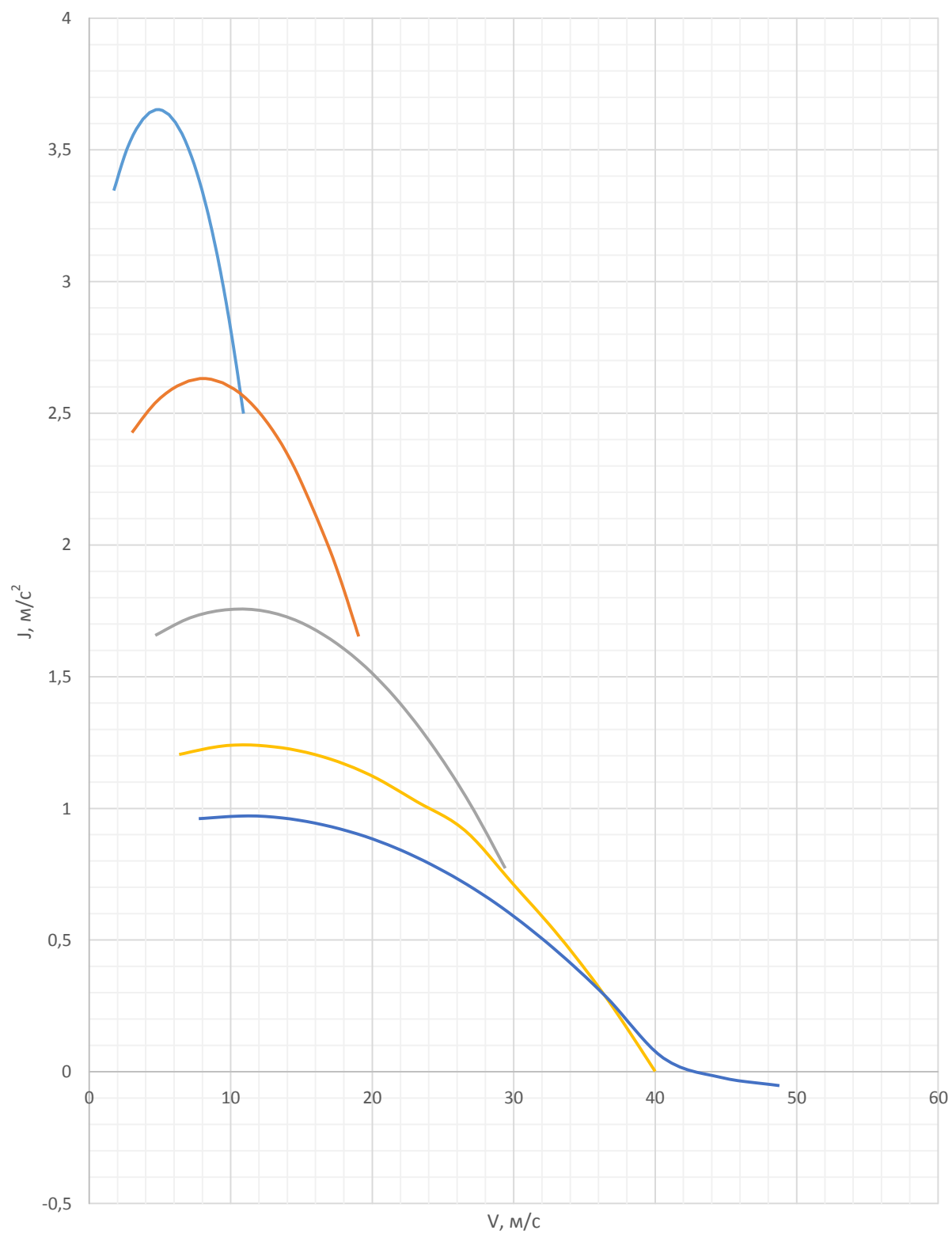


Рисунок В.4 – Ускорения автомобиля

Продолжение Приложения В

Время разгона автомобиля

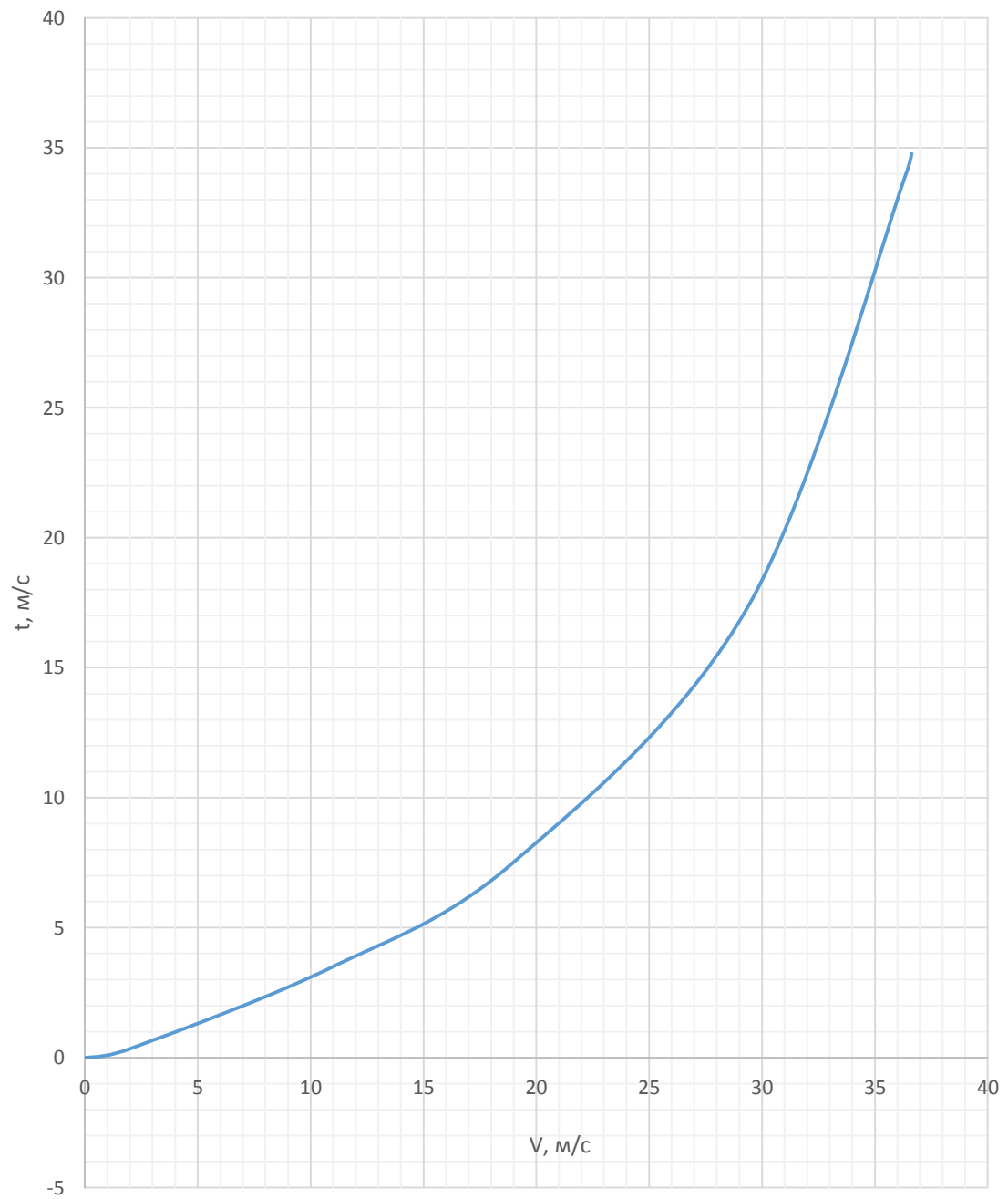


Рисунок В.5 – Время разгона автомобиля

Продолжение Приложения В

Путь разгона автомобиля

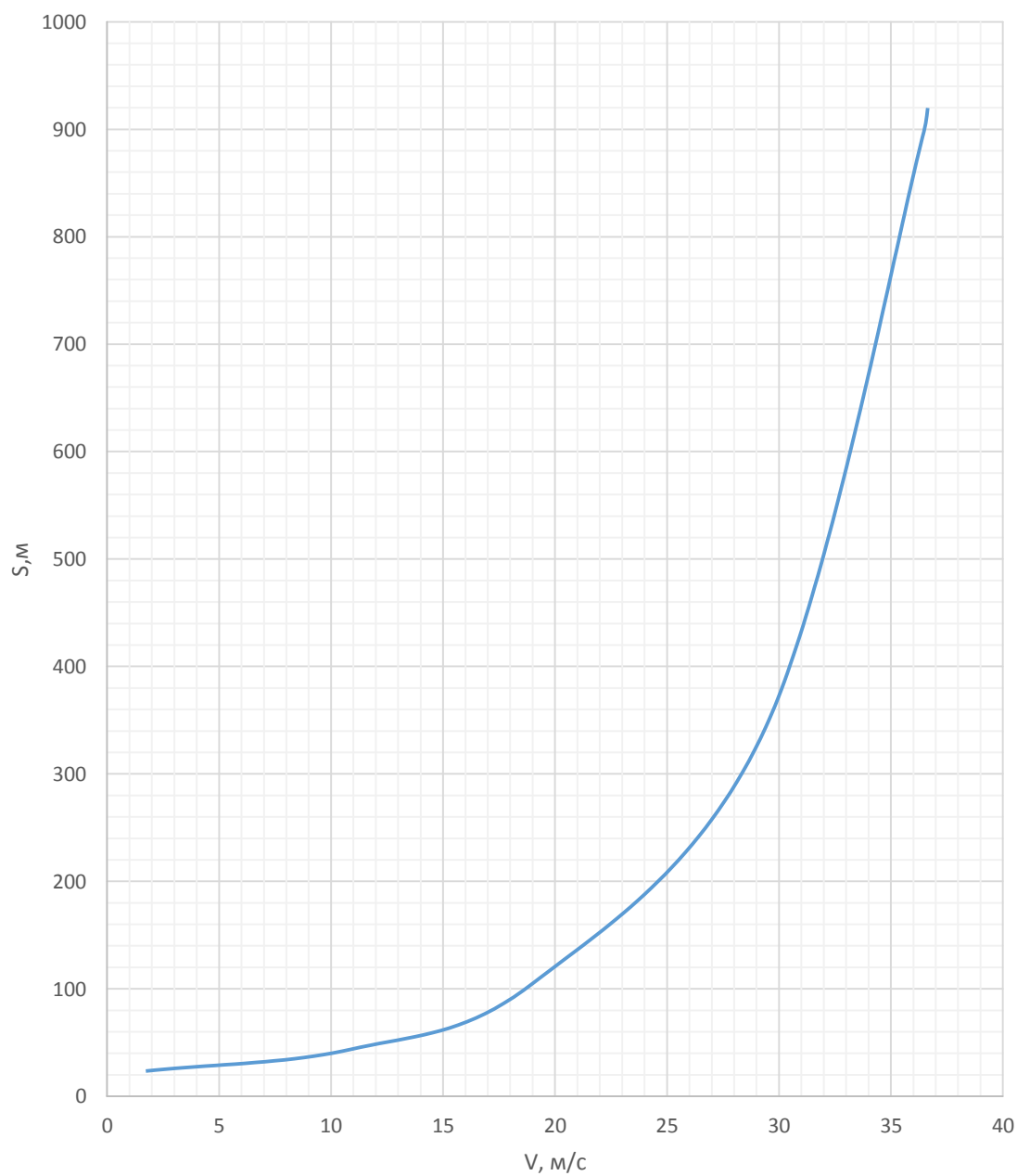


Рисунок В.6 – Путь разгона автомобиля

Продолжение Приложения В

Мощностной баланс

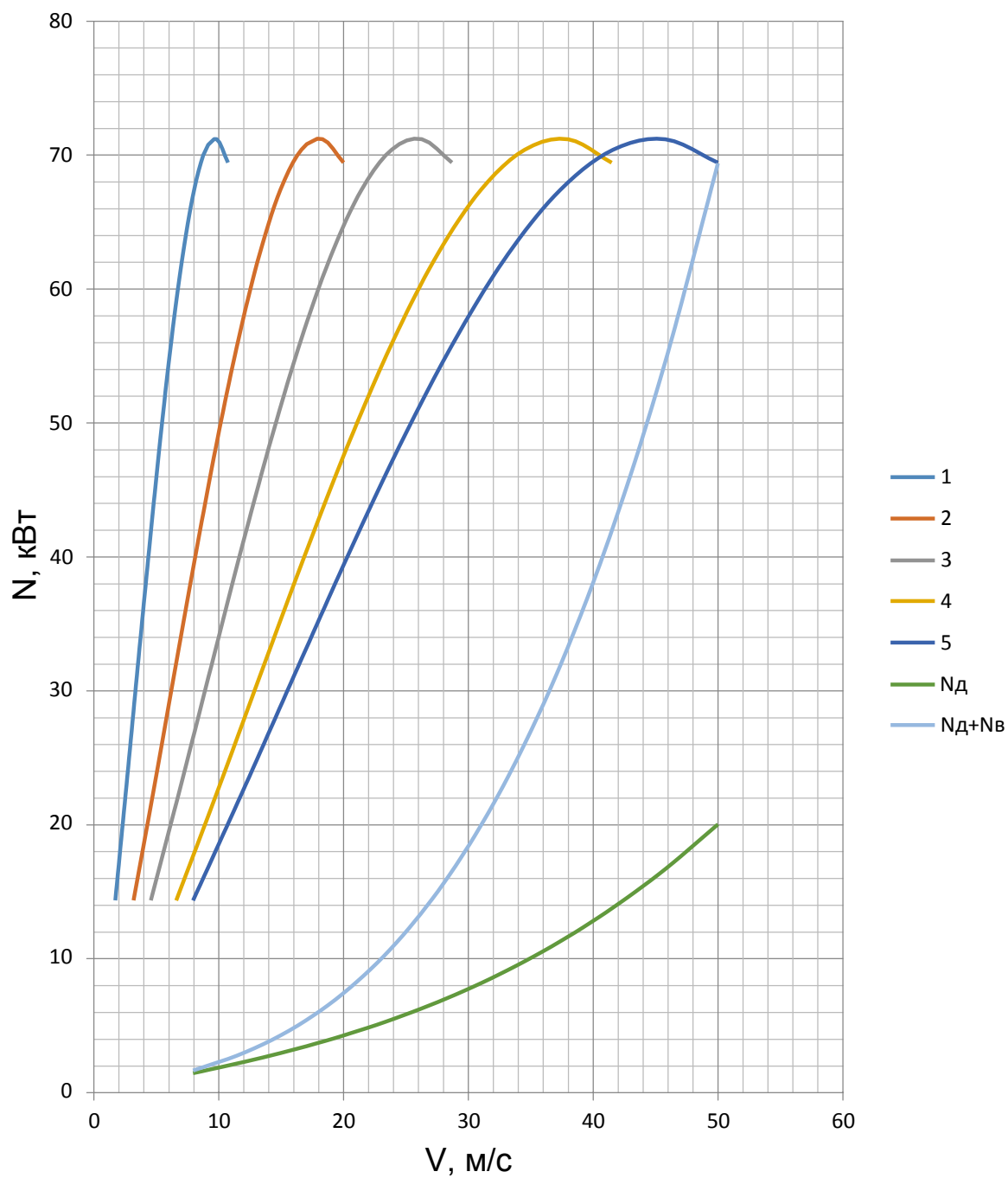


Рисунок В.7 – Мощностной баланс

Продолжение Приложения В

Топливо-экономическая характеристика

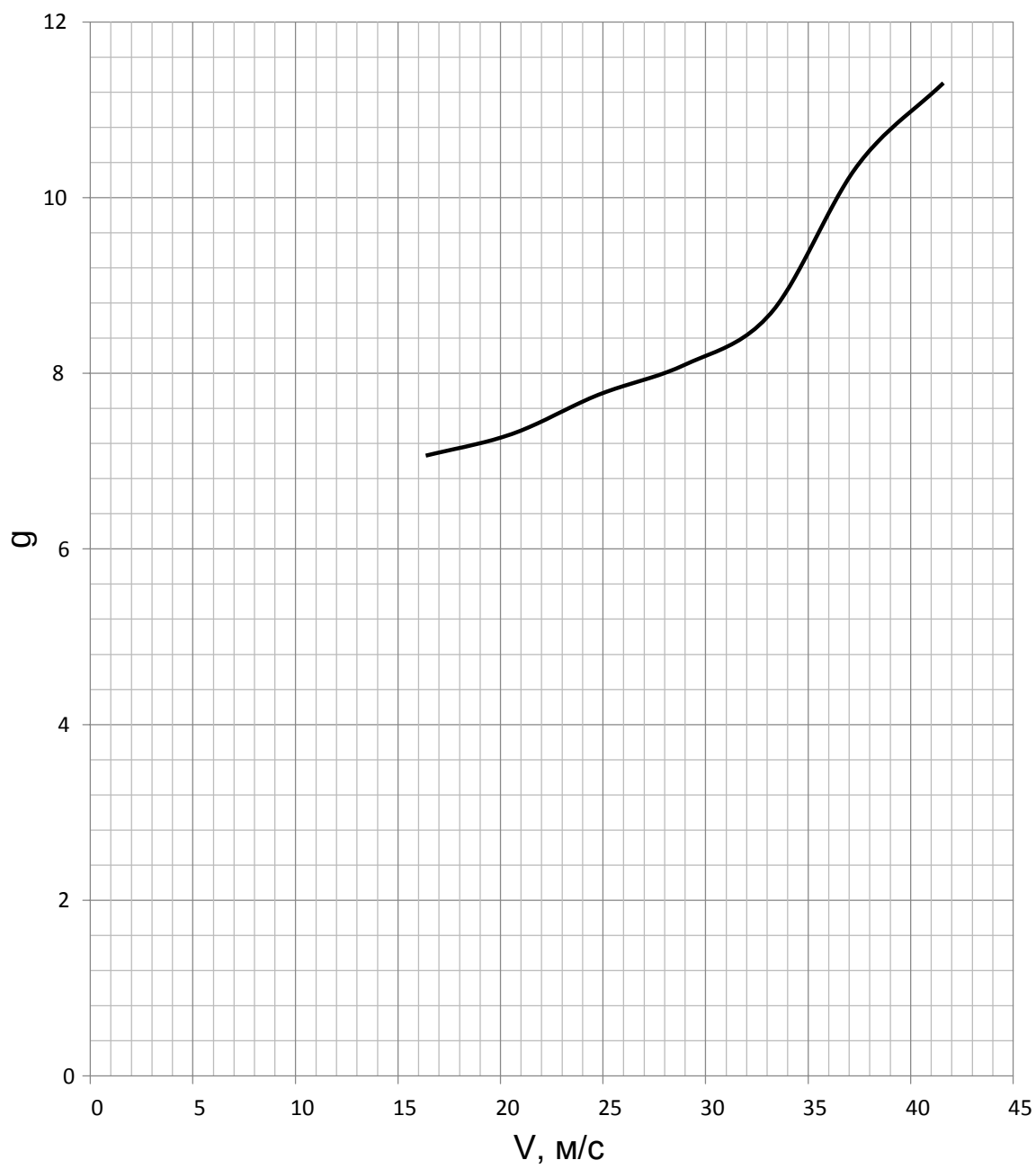


Рисунок В.8 – Топливо-экономическая характеристика

Приложение Г

Спецификация

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.												
Справ. №												
Подп. и дата												
Инв. № докл.												
Взам. инв. №												
Подп. и дата												
Инв. № подл.												
Разраб.												
Пров.												
Н.контр.												
Утв.												

Рисунок Г.1 - Спецификация