

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 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 для определения динамических  
характеристик шин легкового автомобиля

Студент	Д.А. Сидяков (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	Л.А. Черепанов (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	А.Г. Егоров (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	С.А. Гудкова (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	О.М. Сярдова (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	А.Н. Москалюк (И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Допустить к защите

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

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

Данный дипломный проект на тему: Модернизация стенда для определения динамических характеристик шин легкового автомобиля, рассматривает динамические характеристики и коэффициенты сопротивления шин которые устанавливаются на легковые автомобили.

В первой главе рассматривается методика эксперимента, обозначается цель исследования, описание стенда, его устройство и конструкция. Затрагиваются тензометрические датчики, основные характеристики, принцип работы, виды, материалы для их изготовления, некоторые параметры работы, а также общее понятие конструкции и соотношение измерительной мостовой схемы.

Во второй главе рассказывается о конструкторской части диплома. Проводится расчет тягово- динамических данных автомобиля. Кроме того рассказывается об работе стенда и описывается методика проведения испытаний.

В третьей главе рассказывается о методике проведения испытаний, проводятся анализ эксперимента и строятся графики.

В четвертой главе проведён анализ экономической эффективности проекта который включает: составление плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, расчет сметы затрат научно-исследовательских работ, расчет коммерческой эффективности.

Также в пятой главе рассказывается безопасности и экологичности покрышки. Описывается рабочее место, использованное оборудование, выполняемые операции, организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда.

Представленная дипломная работа содержит пояснительную записку - 85 листов формата А4, пример обработки результатов эксперимента 1 лист формата А2 и 11 листов формата А1.

## **ABSTRACT**

This thesis on the topic: Modernization of the stand to determine the dynamic characteristics of the tires of a car. The dynamic characteristics and resistance coefficients of tires that are installed on cars are considered.

The first Chapter deals with the method of experiment, denotes the purpose of the study, the description of the stand, its structure and construction. Tensometric sensors, basic characteristics, principle of operation, types, materials for their manufacture, some parameters of operation, as well as the General concept of the design and the ratio of the measuring bridge circuit are affected.

The second Chapter describes the design of the diploma. The calculation of traction - dynamic data of the car is revealed. In addition, it describes the work of the stand and describes the method of testing.

The third chapter describes the test procedure, analyzes the experiment and builds graphs.

In the fourth Chapter, there is the analysis of the economic efficiency of the project which includes: the preparation of the plan of research and development work, the calculation of the cost estimates of research, the calculation of commercial efficiency.

Also the fifth Chapter describes the safety and ecological safety tires. The workplace, the equipment used, operations, organizational, technical measures for creating a safe work environment are described.

The presented thesis contains an explanatory note - 85 sheets of A4 format, an example of processing the results of the experiment 1 sheet of A2 format and 11 sheets of A1 format.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Состояние вопроса.....	7
1.1 Обзор работ.....	7
1.1.1 Статья “Исследование упругих и демпфирующих характеристик шин легковых автомобилей на стенде.....	7
1.1.2 Статья ”Определение демпфирования в шинах легковых автомобилей.....	8
1.1.3 Цель исследования.....	10
1.2 Описание стенда.....	10
1.3 Тензометрические датчики.....	11
1.3.1 Общие сведения о тензодатчике.....	11
1.3.2 Основные характеристики тензодатчиков.....	13
1.3.3 Виды тензодатчиков и их основные особенности.....	15
1.3.4 Материалы для изготовления тензодатчиков.....	17
1.3.5 Крепление тензодатчиков к испытываемой детали.....	18
1.3.6 Некоторые параметры тензодатчиков.....	19
1.3.7 Общее понятие и соотношение измерительной мостовой схемы. ....	19
1.4 Усилители для тензометрических датчиков. Классификация усилителей.....	22
2 Конструкторская часть.....	24
2.1 Расчет тяговой динамики автомобиля.....	24
2.1.1 Расчётные параметры и зависимости.....	24
2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчета.....	25
2.1.3 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя.....	25
2.1.4 Тяговый баланс автомобиля.....	27
2.1.5 Динамическая характеристика автомобиля.....	28
2.1.6 Разгон автомобиля.....	29

2.1.7	Время и путь разгона.....	31
2.1.8	Мощностной баланс автомобиля.....	32
2.1.9	Расчёт топливно-экономической характеристики автомобиля.....	33
2.2	Описание работы стенда и методика проведения испытаний.....	34
3	Исследовательская часть.....	38
3.1	Методика проведения испытаний.....	38
3.2	Результаты испытания.....	39
4	Анализ экономической эффективности проекта.....	45
4.1	Введение.....	45
4.2	Составление плана НИиОКР.....	46
4.3	Расчет сметы затрат на НИиОКР.....	51
4.4	Расчет коммерческой эффективности.....	57
4.5	Выводы.....	59
5	Безопасность и экологичность объекта .....	60
5.1	Шина. Безопасность и экологичность.....	60
5.1.1	Активная безопасность.....	60
5.1.2	Экологичность .....	65
5.2	Описание рабочего места, оборудования и выполняемых операций.....	69
5.3	Идентификация опасных и вредных производственных факторов.....	70
5.4	Организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда.....	71
5.5	Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	75
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>77</b>
	<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>	<b>78</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.....</b>	<b>80</b>

## ВВЕДЕНИЕ

При расчетах вертикальных колебаний автомобиля и нагруженности его трансмиссии используют динамические модели, которые требуют более тщательного изучения свойств элементов подвески и шин автомобиля.

Свойства шин оказывают влияние на многие эксплуатационно-технические качества автомобиля: тягово-скоростные, тормозные, топливную экономичность, проходимость, плавность хода. Например, для колебаний и плавности хода автомобиля основное значение имеет радиальная жесткость шины. Немаловажное влияние на колебательные процессы в автомобиле оказывает и коэффициент сопротивления шины.

При практических расчётах колебаний автомобиля демпфирование в шинах часто совершенно не принимается во внимание. Чтобы проверить, насколько правомерно такое упрощение в случае испытания подвесок автомобиля на стенде с отдельным колесом, для экспериментальной шины были найдены величины демпфирования в зависимости от нагрузки на колесо и давления воздуха в шине. Определение демпфирования производили на неподвижной шине.

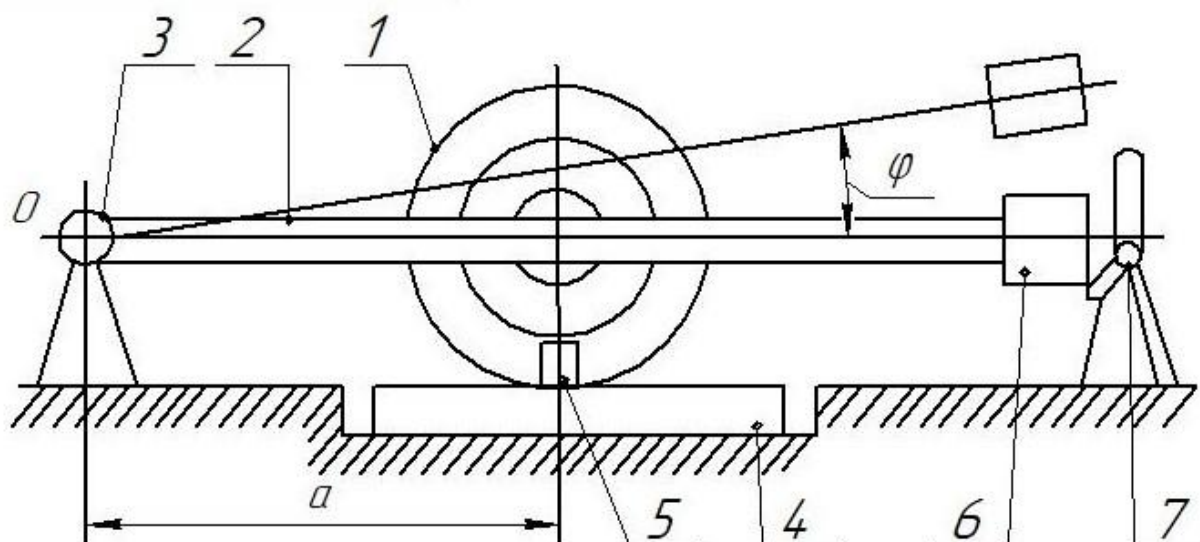
Для определения демпфирования была использована методика, предложенная Марквардом. В соответствии с этой методикой нагруженная шина ставится на жесткую подставку и затем поднимается над ней на определенную высоту. Эта высота «должна быть, меньше величины статической деформации шины, возникающей под действием»[12] исследуемой нагрузки, с тем, чтобы шина не потеряла контакта с опорной поверхностью. Возникающие ускорения в таком случае всегда будут меньше, чем ускорение силы тяжести.

Целью данного исследования является определение динамических характеристик коэффициента сопротивления  $K_{III}$  и значение жесткости  $C_{III}$  для шин устанавливаемых на легковые автомобили.

# 1 Состояние вопроса

## 1.1 Обзор работ

1.1.1 Статья “Исследование упругих и демпфирующих характеристик шин легковых автомобилей на стенде”.



1- автомобильное колесо; 2 – балка; 3 - опора; 4 - тензометрическая площадка; 5 - датчик перемещения реостатного типа; 6 – грузы; 7 - сбрасывающий механизм

Рисунок 1 - Схема стенда для определения упругих и демпфирующих характеристик шин

«Методика проведения испытания: если балке сообщить начальное отклонение от статического положения на малый угол, а затем предоставить ее самой себе, то возникнут колебания» [12] балки с «грузом на шине как упругом элементе. При этом высота, на которую поднято колесо, должна быть меньше величины статической деформации шины, возникающей под действием»[12] нагрузки, колесо не должно потерять контакта с тензометрической площадкой. Результат фиксирует прибор данные с которого «использовались для количественной оценки. Коэффициент сопротивления и динамическая жесткость шины соответственно равны»[12].

$$K_u = \frac{2Jv}{a^2T} \quad (1.1)$$

$$C_u = \frac{J(4\pi^2 + v^2)}{T^2a^2} \quad (1.2)$$

1.1.2 Статья ”Определение демпфирования в шинах легковых автомобилей”.

Методика эксперимента:

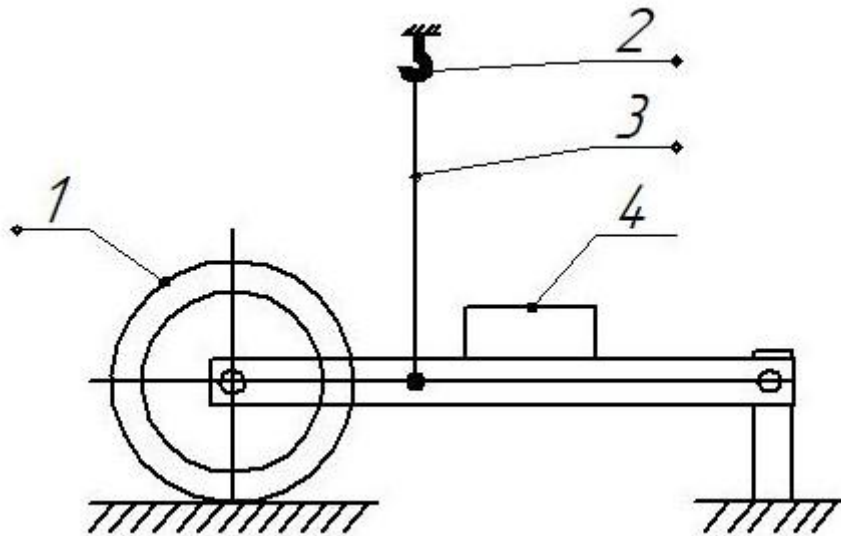
Для определения демпфирования была использована методика, предложенная Марквардом. В соответствии с этой методикой нагруженная шина ставится на жесткую подставку и затем поднимается над ней на определенную высоту. Эта высота «должна быть, меньше величины статической деформации шины, возникающей под действием»[12] исследуемой нагрузки, с тем чтобы шина не потеряла контакта с опорной поверхностью. Возникающие ускорения в таком случае всегда будут меньше, чем ускорение силы тяжести.

При резком снятии нагрузки шина начинает совершать свободные колебания, которые постепенно затухают. Процесс затухания колебаний должен быть зафиксирован во времени.

Получаемая временная диаграмма (диаграмма амплитуд в логарифмических координатах) является характеристикой демпфирования шины.

При условии пропорциональности затухания скорости перемещения шины во время колебания и при линейной характеристике жесткости шины в дальнейшем будут выведены величины, характеризующие затухание при прокачивании относительно жестко закрепленного центра поворота (рис.2).





1 - шина; 2 - подъемный кран; 3 - трос; 4 - дополнительная масса

Рисунок 2- Схематическое изображение конструкции испытательного  
стенда

Проведение эксперимента:

Конструкция испытательного стенда схематически представлена на рис.1а. Колесо с исследуемой шиной закреплено на длинном рычаге, который нагружается дополнительными массами (для получения соответствующих ступеней нагружения). С помощью троса качающийся рычаг поднимали краном таким образом, что между колесом и опорой ещё, сохранялся непосредственный контакт. После того как трос немного вытягивался, производили корректировку высоты подъема, а затем путем перерезания троса ножницами осуществляли нагружение шины. Колебание колеса от ступицы передавалось через штифт и систему рычагов на самописец Гейгера, который фиксировал амплитуды колебания с увеличением 9:1. С пером самописца Гейгера был соединен электронный генератор временных меток, который выдавал отметки времени с интервалом 0,2 сек.

Каждая запись содержала 8-10 полных колебаний, которые можно было использовать для количественной оценки. Логарифмы, замеренных амплитуд были затем нанесены по шкале номеров амплитуд.

Однако период колебания  $T$  с увеличением номера амплитуды

уменьшался. Это явление объясняется ограничением деформации резины вследствие сцепления с опорной поверхностью в месте контакта, что в большей степени проявляется именно при малых амплитудах колебания шины.

Коэффициент демпфирования в описываемых экспериментах рассчитывали по среднему арифметическому значению периода колебания.

### 1.1.3 Цель исследования:

определение динамических характеристик: коэффициента сопротивления  $K_{III}$  и значение жесткости  $C_{III}$  для шин, устанавливаемых на автомобили Волжского автомобильного завода.

## 1.2 Описание стенда

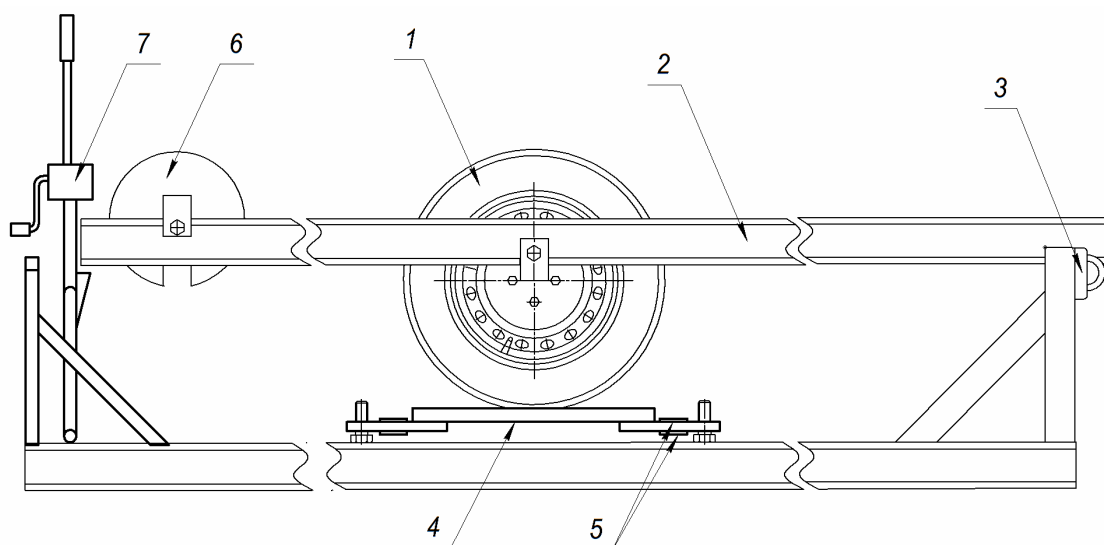


Рисунок 3- Схема стенда для определения упругих и демпфирующих характеристик шин

Автомобильное колесо 1 с испытуемой шиной прикреплено к балке 2. Балка одним концом «шарнирно закреплена в опоре 3 и может качаться относительно ее оси» [12]. «Автомобильное колесо со швеллером касается динамометрическую «площадку 4 электрического типа, предназначенную для измерения радиальной нагрузки, действующей на колесо» [12]. На

площадке наклеены тензометрические датчики 5. Грузы 6 изменяют «радиальную нагрузку на колесо. Для поднятия» [12] свободного «конца балки с колесом и мгновенного сбрасывания их» [12] предусмотрен сбрасывающий механизм 7. С помощью этого «механизма регулируется высота поднятия колеса над опорной поверхностью. Для создания различных частот колебаний системы колесо может перемещаться по балке» [12].

Сигнал от тензодатчиков 2ФКП 5-200 через усилитель НВМ MVD2510 подается на компьютер.

### **1.3 Тензометрические датчики**

#### **1.3.1 Общие сведения о тензодатчике**

Недостаточное количество средств измерения тормозило развитие ряда теоретических и расчетных работ в области автотракторостроения и не позволяло получать широкое и надежные экспериментальные данные для развития конструкторских работ.

С развитием электрических методов измерения неэлектрических величин область возможных экспериментальных исследований в автотракторостроении, как и вообще в машиностроении, неограниченно расширилась. Преодолены такие препятствия при измерениях, как инерционность датчиков, их громоздкость, наличие трения в приборе, которые были присуще старым приборам. Появилась возможность одновременного измерения и регистрации измеряемых величин на осциллограмме. Стала возможной запись быстропротекающих процессов. В связи с этим возможностями в технике измерений повысились требования к чувствительности и точности применяемой аппаратуры.

При использовании тензодатчиков сопротивления измерительная аппаратура состоит из тензодатчика, преобразующего механическую величину в электрическую, усилителя с «блоком питания и регистрирующего прибора.

Принцип измерения с помощью тензодатчика» [13], в том, что последний испытывает вместе с деталью, на которую он наклеен, деформации, изменяя соответственно свое сопротивление. Таким образом, тензодатчик измеряет относительную деформацию «на поверхности детали» [12].

«Вызывая того или иного вида деформацию тензометрического элемента прибора, всегда сводящуюся к растяжению или сжатию тензодатчика, можно измерять тот фактор, который вызвал деформацию. Так, тензодатчики используют не только для измерения напряжения на поверхности детали, но и для измерения нагрузки, приложенной к детали в виде растягивающей или сжимающей, срезающей или изгибающей силы, а также в виде изгибающего или крутящего момента» [14].

С тензодатчиками сопротивления выполняют различные приборы для измерения давлений на грунт или жидкость, статических сил (веса), линейных и угловых ускорений, а в ряде случаев малых помещений, а также параметров вибрационных и других специфических быстродействующих процессов. Этот перечень приборов показывает универсальность применения тензодатчиков.

Универсальность тензодатчиков расширяется благодаря возможности складывать и вычитать их тензометрические эффекты. Так, например, можно получить сразу средние величины напряжений в нескольких точках детали или машины, среднее значения нагрузок на одноименные колеса или трактора, измерить суммарный крутящий момент на два ведущих колеса трактора или горизонтальную реакцию почвы на звено гусеницы как разность двух сил, растягивающих звено, и т.д.

Наиболее наглядным примером является непосредственное измерение силы сопротивления качению трактора как разности между суммарной окружной силой на ведущих колесах и силой тяги на крюке. В этом случае записывают на осциллограмму условную, физически не существующую силу.

Универсальность тензодатчиков позволяет экспериментатору иметь однотипную аппаратуру для различных исследований, сосредоточить опыт в одном направлении и добиться больших успехов, быстрее вырастить ценные кадры.

По «методике проведения измерения посредством тензодатчиков сопротивления можно разделить на измерения напряжений на поверхности детали, измерения сил и моментов специальными тензометрическими узлами и измерения различных параметров приборами, устанавливаемыми на трактор.

В первой группе измерений тензодатчик» [14] наклеивают на серийную деталь (с демонтажем ее или без демонтажа) и тарирование производят не этого тензодатчика, а другого (с одинаковыми параметрами), наклеенного на специальную балку.

В третьей группе измерений используют самостоятельный прибор, укрепленный на тракторе.

«Специальные же тензометрические узлы (вторая группа) представляют собой в основе тензометрический элемент с наклеенными на него тензодатчиками, вмонтированный в соответствующий узел трактора. При этом приходится изменять и смежные детали в узле, оставляя без изменения формы и размеры поверхности возможного приложения внешних сил. Тензоузел лучше тарировать в целом, как прибор» [14].

### 1.3.2 Основные характеристики тензодатчиков

«Проволочные и фольговые тензодатчики сопротивления по сравнению с другими датчиками имеют ряд серьезных преимуществ. Они имеют малые размеры и вес, просты и дешевы в изготовлении, чувствительны к статическим и динамическим деформациям, их легко крепить к исследуемому объекту и т.д.

Принцип действия проволочного и фольгового тензодатчика основан

на свойстве чувствительного элемента изменять свое омическое сопротивление при деформации детали, к которой он приклеен. Это происходит не только в связи с изменением геометрических размеров, но и с изменением физических свойств чувствительного элемента»[7].

Сопротивление проводника, как известно равно

$$R = \rho(L/F) \quad (1.3)$$

где  $\rho$  - удельное сопротивление проводника в (Ом\*мм<sup>2</sup> / м);

L - длина проводника в (м);

F - площадь поперечного сечения в (мм<sup>2</sup>).

Учитывая, что в указанной формуле все величины при деформации проволоки переменны, можно написать полный дифференциал этого выражения:

$$dR = (\rho/F)dL - (\rho L/F^2)dF + (L/F)d\rho \quad (1.4)$$

Относительное изменение сопротивления датчика будет равно

$$dR/R = dL/L - dF/F + d\rho/\rho \quad (1.5)$$

Имея в виду, что относительное удлинение датчика

$$dL/L = \varepsilon \quad (1.6)$$

есть относительная деформация поверхности детали, на которую он наклеен, а также, что

$$dF / F = -2\pi dr / \pi^2 = - 2dr / r = - 2\mu\varepsilon \quad (1.7)$$

где  $\nu$  - коэффициент Пуассона, относительное изменение сопротивления будет равно

$$dR = \varepsilon (1 + 2\nu) + d\rho / \rho \quad (1.8)$$

Чувствительность тензодатчика сопротивления к деформации оценивается коэффициентом тензометрической чувствительности

$$S = (\Delta R/R) / (\Delta L/L) = 1/\varepsilon - \Delta R/R, \quad (1.9)$$

представляющим собой отношение относительного изменения сопротивления к относительной деформации.

Подставляем значение  $dR / R$  в выражение (1.9), получим

$$S = 1 + 2\nu + 1/\varepsilon * d\rho / \rho. \quad (1.10)$$

Таким образом, чувствительность проводника датчика к деформации характеризуется безразмерной величиной, определяемой отношением двух физических величин. Для металлов  $\nu$  колеблется в пределах от 0,3 до 0,6 и без учета последнего слагаемого в формуле (2.10)  $S = 1,6 \div 2$ . «Исследованиями установлено, что чувствительность к деформации различных сплавов колеблется в значительно более широких пределах (0,4 - 10). Это объясняется тем, что удельное сопротивление материалов при деформации изменяется. Чувствительность к деформации материалов, применяемых в настоящее время для изготовления проволочных тензодатчиков сопротивления, лежит пределах» [15] 1,9-2,9.

### 1.3.3 Виды тензодатчиков и их основные особенности

«Проволочные тензодатчики сопротивления различной формы изготавливают чаще всего с базой от 5 до 20 мм и сопротивлением» [12] 50 «до 200 Ом. В большинстве случаев базу тензодатчика выбирают в» [12] «зависимости от размеров детали, на которую его наклеивают. Так, при измерении напряжений в зубьях шестерен, имеющих малый модуль, применяют тензодатчики с базой 3 и 5 мм. В случаях, когда габаритные размеры детали не требуют применения тензодатчиков с малой базой, применяют тензодатчики с базой 20 мм» [15].

«На рисунке приведены кривые зависимости чувствительности проволочного тензодатчика сопротивления, изготовленного из константана, от» [15] длины  $L$  и  $r$  (радиуса) закругления. Из рассмотрения кривых следует, что тензодатчики с малой базой (3-5 миллиметра) «имеют на 10 - 15 % меньшую относительную чувствительность, чем тензодатчики с базой 20 мм» [13]. Следующее происходит из-за того что зигзагообразной намотке решетки проволочного тензодатчика образуются зоны, не воспринимающие деформацию детали. При одинаковом сопротивлении у тензодатчика с меньшей базой больше таких зон и его относительная чувствительность ниже. Чем меньше радиус закругления петли, тем больше чувствительность тензодатчика.

Таким образом, относительная чувствительность зависит не только от материала проволоки, из которой сделан тензодатчик, но и от соотношения длины базы и радиуса закругления петель.

В ряде случаев с успехом используют так называемые «мощные» тензодатчики сопротивления, позволяющие без усилия сигналов регистрировать процесс чувствительными вибраторами магнитоэлектрического осциллографа. «Мощные» проволочные тензодатчики сопротивления обычно изготавливают из константановой проволоки диаметром 0,04 или 0,05 мм. Такие тензодатчики в НАТИ наматывают из константановой проволоки диаметром 0,05 мм. Они имеют базу 20 мм и состоят из нескольких соединенных параллельных ветвей. В



зависимости от количества соединенных параллельных ветвей «мощные» тензодатчики имеют сопротивление от 8 до 35 Ом, и оно должно соответствовать сопротивлению вибратора осциллографа, которым регистрируют процесс.

Более перспективными являются фольговые тензодатчики сопротивления, изготавливаемые из константановой фольги толщиной от 4 до 12 мк. Эти тензодатчики обладают рядом преимуществ перед проволочными. Одновременно изготавливают несколько десятков фольговых тензодатчиков, причем решетку датчика монтируют не в слое бумаги, а в тонком слое лака, имеющего хорошие механические и диэлектрические свойства, что повышает передачу деформации от испытываемой детали к сетке тензометрического датчика. «Концы каждой петли решетки выполняют более широкими, что уменьшает чувствительность тензодатчика к поперечным деформациям. Условия охлаждения фольгового тензодатчика лучше, чем проволочного, так как поверхность соприкосновения с деталью больше, а расстояние от поверхности меньше. Тензодатчикам из фольги легко придать любую требуемую форму»[7].

#### 1.3.4 Материалы для изготовления тензодатчиков

К «материалу решетки, из которого изготавливают проволочные и фольговые тензодатчики сопротивления, предъявляют ряд требований, основными из которых являются:

- большое значение относительной чувствительности к деформации;
- малый температурный коэффициент сопротивления;
- высокое удельное сопротивление;
- высокая механическая прочность;
- возможно меньшая т. э. д. с. в паре с выводными проводниками из меди и малый температурный коэффициент линейного расширения» [15].

В настоящее время для изготовления решеток тензодатчиков больше

всего используют константан.

### 1.3.5 Крепление тензодатчиков к испытываемой детали.

Процесс крепления тензодатчика состоит двух этапов:

- подготовки поверхности детали и выбор марки клея;
- наклеивание на деталь.

Опишем последовательность крепления датчика и основные операции, проводимые при этом:

- выбрать тензорезисторы по базе, номинальному сопротивлению и форме розетки;
- разложить партию тензорезисторов по номиналу (до 4-5 знака) и по четыре штуки по номинальному значению;
- поверхность детали, на которую приклеивают резистор, «должна быть тщательно подготовлена, так как от этого зависит качество приклеивания» [15] и правильности показаний тензодатчика. «Личным напильником, а затем мелкозернистой наждачной бумагой зачищают поверхность так, чтобы не было глубоких штрихов и на нее наносят риски, соответствующие осевым линиям тензодатчика. После этого поверхность детали обезжиривают» [15];
- подбор клея;
- обезжирить нижнюю поверхность тензорезистора;
- вырезать кусочки бумаги чуть более, чем сам тензорезистор и наклеиваем на деталь;
- наносим клей на тензорезистор, ждем и клеим;
- поместить деталь в печь для полимеризации клея;
- извлечь деталь из печи и измерить сопротивление тензорезистора;
- нанести защитное покрытие на тензорезистор;
- соединить в мост или полумост.

В данном проекте для крепления тензодатчика используется клей

холодного отвердевания Z 70. Этот клей является одним из специально разработанной группы клеев не содержащей растворителей цианакрилатных клеящих веществ для аппликации тензометрических датчиков. Он подходит для всей серии тензодатчиков, производимых фирмой «НВМ» и совместным со всеми часто используемыми металлами и многими пластмассами.

### 1.3.6 Некоторые параметры тензодатчиков

Существует два критических параметра, при превышении величин которых возможно разрушение тензорезистора:

- максимально допустимый ток;
- максимальная деформация;

Повышение температуры решетки тензодатчика происходит до тех пор, пока не наступит равновесие между выделяемым и отведенным теплом, чем больше теплопроводимость и размеры детали, на которую наклеен тензодатчик, тем лучше условия его охлаждения и больше допустимая плотность тока.

При увеличении температуры выше допустимого предела происходит размягчение клея, что выявляет значительное увеличение погрешности измерения.

Для большинства тензодатчиков критическое значение силы тока составляет 15 мА, а для современных - 30 мА.

Максимальная деформация тензодатчика составляет примерно 0,3%, деформация выше этого значения приводит к разрушению решетки.

### 1.3.7 Общее понятие и соотношение измерительной мостовой схемы

Измеряемая относительная деформация  $\epsilon$ , пропорциональна относительному изменению сопротивления тензодатчика  $\Delta R/R$ :

$$\varepsilon=1/S-\Delta R/R \quad (1.11)$$

где  $S = \text{const}$  — чувствительность тензодатчика.

Чтобы непосредственно измерить величину  $\Delta R / R$ , необходимо тензодатчик включить в измерительную цепь, состоящую из нескольких сопротивлений. Такими измерительными цепями, выход тока с которых пропорционален измеряемой величине  $\Delta R / R$ , являются потенциометрическая и мостовая измерительная схемы.

Мостовые схемы являются универсальными и их широко применяют в измерительной технике. При тензометрических измерениях в технике испытаний тракторов применяют «мостовые схемы» [16], которые позволяют «выполнить температурную компенсацию» [16], компенсацию влияния на результат измерения неизмеряемых сил, сложение и вычитание тензоэффектов. Мостовые схемы, питаемые постоянным током или переменным током, легко балансировать и в этом случае проще осуществлять тарировку электрическим методом.

Мостовые схемы могут работать в равновесном или неравновесном режиме. При измерении статических процессов наиболее часто применяют мостовые схемы в равновесном режиме, питаемые постоянным током. В этом случае в качестве измерительного прибора используют чувствительные гальванометры. При этом удается добиться высокой точности измерения.

Если на детали наклеено большое количество тензодатчиков сопротивления, то они с помощью многоточечного переключатель могут быть последовательно включены в измерительную схему. Возможно также применение автоматического уравнивания моста. Из сказанного выше следует, что мостовые схемы в равновесном режиме могут применяться только стационарных условиях.

При измерении динамических процессов используют мостовые схемы в неравновесном режиме с питанием моста постоянным или переменным током.

На фиг. представлена мостовая схема, собранная из четырех омических сопротивлений  $R_a$ ,  $R_d$ ,  $R_b$ ,  $R_c$  в один замкнутый контур CADB. Источник питания, имеющий внутреннее сопротивление  $R_E$  и электродвижущую силу  $E$ , соединен с точками C и D; измерительный прибор сопротивлением  $R_{np}$  включен между точками AB. Участок CD называется питательной диагональю, участок AB - измерительной диагональю моста.

Уравнение баланса моста:

$$R_a \cdot R_d - R_b \cdot R_c = 0 \quad (1.12)$$

Напряжение на выходах:

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}} \cdot K_{\text{МОСТА}} \cdot [\Delta R_a / R_a + \Delta R_d / R_d - (\Delta R_b / R_b + \Delta R_c / R_c)] \quad (1.13)$$

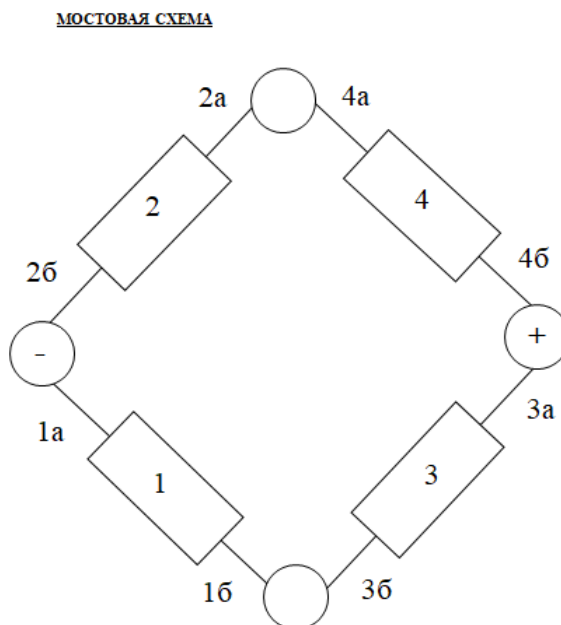


Рисунок 4 – Мостовая схема

## 1.4 Усилители для тензометрических датчиков. Классификация усилителей

В связи с тем, что мощность, развиваемая проволочными тензодатчиками сопротивления, недостаточна для работы магнитоэлектрических осциллографов, используемых для регистрации динамических процессов, становится необходимым применением электронных усилителей. Лишь в некоторых случаях, при использовании «мощных» проволочных тензодатчиков и регистрации низкочастотных процессов (40 — 100 гц) с помощью высокочувствительных рамочных вибраторов магнитоэлектрических осциллографов можно обойтись без усилий.

Существуют три типа электронных усилителей: постоянного тока, на несущей частоте и звуковой частоты.

Усилитель позволяет усиливать сигналы при измерении как статических, так и динамических процессов, совершающихся с высокой частотой. Однако эти усилители из-за нестабильности работы не нашли широкого применения.

Питание проволочных тензодатчиков сопротивления переменным током имеет ряд преимуществ, главным из которых является практически неограниченное усиление напряжения в измерительной диагонали моста. Частота тока питания называется «несущей частотой». Обычно несущая частота переменного тока, которым питается мост, лежит в пределах 3-35 кгц и выбирается в зависимости от «максимальной частоты измеряемого процесса. Рабочий диапазон такого усилителя составляет 15 - 20% от несущей частоты» [12]. Модулированный измеряемой величиной ток усиливается с помощью усилителя переменного тока с последующей демодуляцией и записью процесса на магнитоэлектрическом осциллографе. Следует отметить, что при этом усиливаются не только динамические составляющие процесса, но и постоянные составляющие с сохранением

правильного положения нуля.

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Тяговый расчёт автомобиля ВАЗ-2190

Таблица 2.1

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

#### «2.1.1 Расчетные параметры и зависимости:

- максимальная мощность двигателя  $N_{max}$ .
- передаточное число главной передачи  $U_0$ .
- передаточные числа коробки передач  $U_k$ .
- ВСХ двигателя.
- тяговая характеристика а/м и силовой баланс.
- динамическая характеристика а/м.
- зависимость ускорения, времени пути и разгона от скорости а/м.
- мощностной баланс.
- топливно-экономическая характеристика автомобиля» [11].



## 2.1.2 Подготовка исходных данных для тягового расчета

«Полная масса а/м:

$$m_a = m_0 + (m_{\text{ч}} + m_{\delta}) * n; \quad (2.1)$$

где  $m_{\text{ч}}$ - 75 кг масса человека;  $n$ - число пассажиров, включая водителя;  
 $m_{\delta}$ - вес багажа по 10.0 кг на 1 пассажира» [11].

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

«Распределение нагрузки по осям:

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

Размер шин: 175/70 R13

$$r_{\text{ст}} = 0.275 \text{ м}$$

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

Параметры обтекаемости:

Коэффициент обтекаемости» [11]

$$k = (C_x * \rho) / 2; \quad (2.2)$$

«где  $\rho$ - плотность воздуха в нормальных условиях ( 760 мм рт. ст.)

$$k = (0.35 * 1.293) / 2 = 0.226$$

Лобовая площадь (площадь миделя)

$$F = 1.958 \text{ м}^2$$

Максимальный коэффициент сопротивления качению» [11]

$$f_{V_{\text{max}}} = f_0 * (1 + V_{\text{max}}^2 / 2000) = 0.015 * (1 + 42.7^2 / 2000) = 0.029 \quad (2.3)$$

## 2.1.3 Расчет внешней скоростной характеристики двигателя

Мощность двигателя при движении с максимальной скоростью

$$N_v = [G_a \Psi_v V_{\max} + C_{xp} F V_{\max}^3 / 2] / \eta_{\text{тр}} = [1485 * 9.81 * 0.029 * 42.7 + 0.35 * 1.293 * 1.95 * 42.7^3 / 2] / 0.92 = 57101 \text{ Вт.}$$

Максимальная мощность двигателя

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

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

«По данным  $N_{\max}$  и  $N_v$  рассчитываем ВСХ:

$$N_e = N_{\max} \left[ a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \cdot \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \cdot \left( \frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right]; \quad (2.4)$$

где  $\omega_e$  - текущие значения угловой скорости коленчатого вала (рад/с);

$\omega_N$  - угловая скорость коленвала двигателя при максимальном значении мощности;

$N_e$  - текущие значения эффективной мощности двигателя (Вт);

$N_{\max}$  - максимальная мощность двигателя (Вт)» [11].

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \text{ - для расчета эффективного момента;} \quad (2.5)$$

Таблица 2.2

$\omega_e$	105	157	209	261	313	365	417	469	521	573	628
$N_e$	12150	18940	25910	32790	39340	45290	50380	54370	56990	58000	57010
$M_e$	115.7	120.7	124.0	125.7	125.7	124.0	120.8	115.9	109.4	101.2	90,8

По полученным данным строим ВСХ.

«При использовании данных следует иметь в виду, что двигатель на стенде испытывают без глушителя, а также без генератора и других потребителей мощности. Вследствие этого мощность и момент, указываемые в заводских характеристиках, на 10...20 % больше соответствующих параметров двигателя, установленного на автомобиле. Стендовые данные для двигателя проектируемого автомобиля» [11]:

$$N_{\text{ст}} = 1.15 * N_{\max} = 1.15 * 58000 = 66700 \text{ Вт} \quad (2.6)$$

$$M_{ст} = 1.15 * M_{max} = 1.15 * 125.7 = 144.6 \text{ Н*м} \quad (2.7)$$

#### 2.1.4 Тяговый баланс автомобиля

«Сила тяги на различных передачах:

$$P_i = U_k * U_0 * M_e * \eta_{тр} \quad (2.8)$$

Таблица 2.3-Сила тяги на колесах в зависимости от оборотов двигателя и включенной передачи в КП.

Момент	115.7	120.7	124.0	125.7	125.7	124.0	120.8	115.9	109.4	101.2	90.8
Обороты	105	157	209	261	313	365	417	469	521	573	628
Передачи											
1	5207	5432	5581	5657	5657	5581	5437	5216	4924	4555	4087
2	2793	2913	2993	3034	3034	2993	2916	2798	2641	2443	2192
3	1943	2027	2083	2111	2111	2083	2029	1947	1838	1700	1525
4	1348	1406	1444	1464	1464	1444	1407	1350	1274	1179	1058
5	1119	1167	1199	1215	1215	1199	1168	1120	1058	978	878

Скорость автомобиля на различных передачах:

$$V = r_k * \omega_e / U_k * U_0 \quad (2.9)$$

Таблица 2.4-Зависимость скорости а/м от оборотов двигателя и включенной передачи» [11] в КП.

Обороты	105	157	209	261	313	365	417	469	521	573	628
Передачи											
1	2.16	3.21	4.27	5.34	6.40	7.46	8.52	9.59	10.65	11.71	12.84
2	4.00	5.98	7.97	9.95	11.93	13.91	15.89	17.88	19.86	21.84	23.94
3	5.75	8.60	11.45	14.30	17.14	19.99	22.84	25.69	28.54	31.38	34.40
4	8.29	12.40	16.51	20.62	24.72	28.83	32.94	37.04	41.15	45.26	49.60
5	9.99	14.94	19.89	24.84	29.79	34.74	39.68	44.63	49.58	54.53	59.76

Строим тяговую характеристику  $P_T(V)$ .

«Взаимодействие автомобиля и дороги сопровождается затратами энергии на подъём автомобиля при движении в гору, на преодоление силы сопротивления качению и силы сопротивления воздуха» [11].

Сила сопротивления дороги:

$$P_d = G_a(i+f) = G_a * f, \text{ т.к. } i=0 \quad (2.10)$$

Сила сопротивления воздуха:

$$P_B = C_x * \rho * F * V^2 / 2 = k * F * V^2 \quad (2.11)$$

Таблица 2.5- Значений  $P_d$  и  $P_B$  в зависимости от скорости а/м.

$V_a$ м/с	5	10	15	20	25	30	34.5	35	40	45	50	55	60
$P_B$ Н	11	44	99	177	277	398	527	542	708	896	1106	1338	1593
$P_d$ Н	218	233	248	262	291	320	350	350	393	437	495	554	612
$f_{\text{соп}}$	0.015	0.016	0.017	0.018	0.020	0.022	0.024	0.024	0.027	0.030	0.034	0.038	0.042
$P_B + P_d$	229	277	347	439	568	719	876	891	1101	1333	1601	1892	2204

«На графике  $P_T(V)$  строим кривую суммарного дорожного сопротивления и затем определяем максимальную скорость движения автомобиля  $V_{\text{max}}$ .» [12]

### 2.1.5 Динамическая характеристика автомобиля

Динамический фактор автомобиля:

$$D = (P_T - P_B) / G_a \quad (2.12)$$

«По формуле (12) и по данным силового баланса рассчитываем и строим динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке

автомобиля»[11].

Таблица 2.6-Значения динамического фактора в зависимости от значений  $V_a$  и  $\omega_e$ .

Обороты	105	157	209	261	313	365	417	469	521	573	628
1	2.16	3.21	4.27	5.34	6.40	7.46	8.52	9.59	10.65	11.71	12.84
D1	0.357	0.373	0.383	0.388	0.387	0.381	0.371	0.355	0.335	0.309	0.276
2	4.00	5.98	7.97	9.95	11.93	13.91	15.89	17.88	19.86	21.84	23.94
D2	0.191	0.199	0.204	0.205	0.204	0.200	0.192	0.182	0.169	0.153	0.133
3	5.75	8.60	11.45	14.30	17.14	19.99	22.84	25.69	28.54	31.38	34.40
D3	0.132	0.137	0.139	0.139	0.136	0.131	0.123	0.114	0.101	0.087	0.069
4	8.29	12.40	16.51	20.62	24.72	28.83	32.94	37.04	41.15	42.7	
D4	0.090	0.092	0.091	0.088	0.082	0.074	0.064	0.051	0.036	0.029	
5	9.99	14.94	19.89	24.84	29.79	34.74	39.68				
D5	0.074	0.073	0.070	0.065	0.056	0.046	0.032				

Строим динамическую характеристику автомобиля.

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

$$D_{\text{сц}}=(Z*\varphi)/G_a; \quad (2.13)$$

где Z-вертикальная реакция на ведущих колёсах» [11],  $Z=G_1*m_1$ ;

$$Z=816.75*9.81=8012.3 \text{ Н,}$$

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

Проверка условия движения а/м:

$$D_{\text{сц}} \geq D_{\text{max}} \geq \Psi \quad (2.14)$$

$0.440 \geq 0.388 \geq 0.029$  - условие выполняется

### 2.1.6 Разгон автомобиля

«Ускорение во время разгона определяют для случая движения

автомобиля по горизонтальной дороге ( $i=0$ ) с твёрдым покрытием хорошего»[11] «качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствия буксования ведущих колёс.

Ускорение автомобиля:

$$J=(D-f)*g/\delta_{вр}; \quad (2.15)$$

$$\delta_{вр}=1+(\delta_1+\delta_2*U_k^2); \quad (2.16)$$

где  $\delta_1$ - коэффициент учёта вращающихся масс колёс;

$\delta_2$ - коэффициент учёта вращающихся масс двигателя;

Принимаем  $\delta_1= \delta_2=0.04$

Таблица 2.7-Значения ускорений на различных передачах» [11].

V <sub>1</sub>	2.16	3.21	4.27	5.34	6.40	7.46	8.52	9.59	10.65	11.71	12.84
J <sub>1</sub>	2.14	2.24	2.30	2.33	2.33	2.29	2.22	2.12	1.99	1.83	1.63
V <sub>2</sub>	4.00	5.98	7.97	9.95	11.93	13.91	15.89	17.88	19.86	21.84	23.94
J <sub>2</sub>	1.45	1.51	1.56	1.56	1.55	1.51	1.44	1.36	1.24	1.10	0.94
V <sub>3</sub>	5.75	8.60	11.45	14.30	17.14	19.99	22.84	25.69	28.54	31.38	34.40
J <sub>3</sub>	1.03	1.07	1.08	1.08	1.05	1.00	0.92	0.83	0.71	0.57	0.40
V <sub>4</sub>	8.29	12.40	16.51	20.62	24.72	28.83	32.94	37.04	41.15		
J <sub>4</sub>	0.68	0.69	0.68	0.64	0.57	0.48	0.37	0.24	0.07		
V <sub>5</sub>	9.99	14.94	19.89	24.84	29.79	34.74	39.68				
J <sub>5</sub>	0.53	0.52	0.48	0.42	0.31	0.20	0.05				

Таблица 2.8-Значения обратных ускорений на различных передачах.

V <sub>1</sub>	2.16	3.21	4.27	5.34	6.40	7.46	8.52	9.59	10.65	11.71	12.84
1/J <sub>1</sub>	0.47	0.45	0.44	0.43	0.43	0.44	0.45	0.47	0.50	0.55	0.61
V <sub>2</sub>	4.00	5.98	7.97	9.95	11.93	13.91	15.89	17.88	19.86	21.84	23.94
1/J <sub>2</sub>	0.69	0.66	0.64	0.64	0.65	0.66	0.69	0.74	0.81	0.91	1.06
V <sub>3</sub>	5.75	8.60	11.45	14.30	17.14	19.99	22.84	25.69	28.54	31.38	34.40
1/J <sub>3</sub>	0.97	0.94	0.93	0.93	0.95	1.00	1.09	1.21	1.41	1.75	2.5
V <sub>4</sub>	8.29	12.40	16.51	20.62	24.72	28.83	32.94	37.04			
1/J	1.47	1.45	1.47	1.56	1.75	2.08	2.70	4.17			

«По результатам расчётов строим зависимости» [11]  $J(V)$  и  $1/J(V)$ .

### 2.1.7 «Время и путь разгона

Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. С этой целью кривую обратных ускорений разбиваем на интервалы и считаем, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением  $j = \text{const}$ , которому соответствуют значения  $(1/j_{cp})_k = \text{const}$  [11].

$$\Delta t = (1/j_{cp})_k * (V_k - V_{k-1}) \quad (2.17)$$

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

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

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

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

Таблица 2.9

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

«Аналогичным образом проводится графическое интегрирование зависимости  $t=f(V)$  для получения зависимости пути разгона  $S$  от скорости автомобиля» [11].

$$\Delta S = V_{cpk} * (t_k - t_{k-1}); \quad (2.18)$$

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

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

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

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

Таблица 2.10

S, м	16.2	81.0	192.2	323.9
V, м/с	8.2	24.6	31.7	35.0

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

Таблица 2.11

S, м	16.2	81.0	192.2	323.9
t, с	2.15	5.9	12.5	24.45

По результатам расчёта строим графики.

### 2.1.8 Мощностной баланс автомобиля

Сначала рассчитываем мощностной баланс на 4-ой передаче.

Таблица 2.12-Расчет мощностного баланса для 4-той передачи:

V, м/с	8.29	12.40	16.51	20.62	24.72	28.83	32.94	37.04	41.15	45.26	49.60
N <sub>д</sub>	1932	2890	4090	5407	7203	8819	11038	13490	16785	19779	23843
N <sub>в</sub>	252	843	1991	3877	6674	10604	15815	22487	30834	41028	53995
N <sub>е</sub>	12150	18940	25910	32790	39340	45290	50380	54370	56990	58000	57010
N <sub>т</sub>	11178	17425	23837	30167	36193	41667	46350	50020	52431	53360	52449

«Таблица 2.13-Мощностной баланс а/м для различных передач:

N <sub>т</sub>	1117	17425	23837	30167	36193	41667	46350	50020	52431	53360	52449
8											
V1	2.16	3.21	4.27	5.34	6.40	7.46	8.52	9.59	10.65	11.71	12.84
V2	4.00	5.98	7.97	9.95	11.93	13.91	15.89	17.88	19.86	21.84	23.94
V3	5.75	8.60	11.45	14.30	17.14	19.99	22.84	25.69	28.54	31.38	34.40
V4	8.29	12.40	16.51	20.62	24.72	28.83	32.94	37.04	41.15	45.26	49.60
V5	9.99	14.94	19.89	24.84	29.79	34.74	39.68	44.63	49.58	54.53	59.76



По результатам расчётов строим мощностной баланс автомобиля на 4-ой передаче» [11] и на других передачах.

### 2.1.9 «Расчёт топливно-экономической характеристики автомобиля

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

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

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

$$q_p = k_{ск} * k_{и} * (P_d + P_b) * g_{min} * 1.1 / 3600 * \rho_T * \eta_{тр}; \quad (2.19)$$

где  $k_{ск}$  и  $k_{и}$ - коэффициенты, учитывающие соответственно изменения величины  $g_e$  в зависимости от  $\omega_e$ » [11] и И двигателя;

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

Таблица 2.14

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

Далее строим топливно-экономическую характеристику» [11] автомобиля.

## 2.2 Описание работы стенда

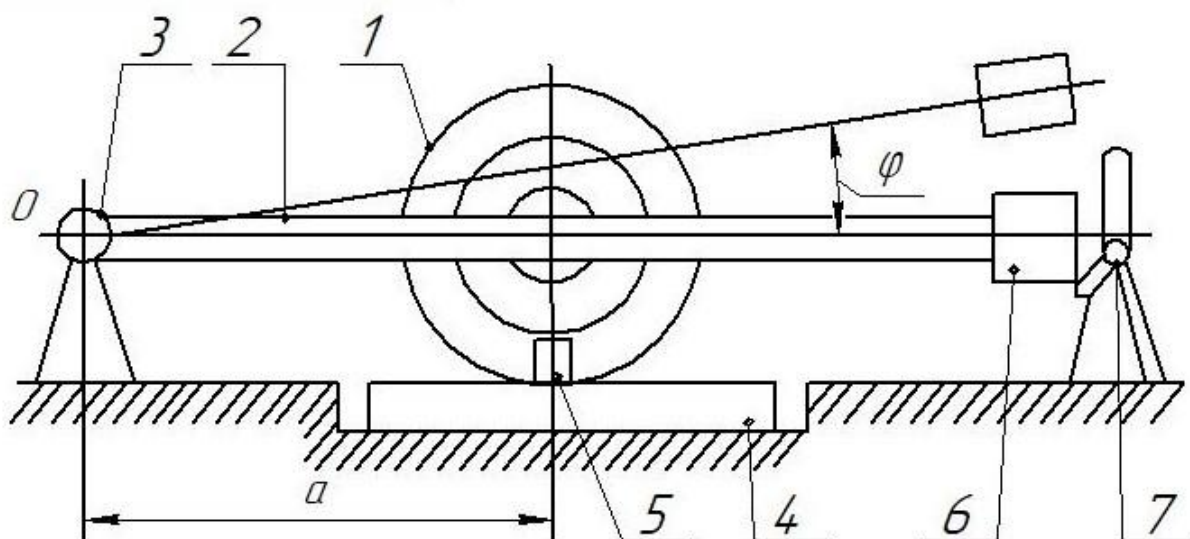


Рисунок 5- Схема стенда для определения упругих и демпфирующих характеристик шин

Автомобильное колесо 1 с испытуемой шиной прикреплено к балке 2. Балка одним концом «шарнирно закреплена в опоре 3 и может качаться» [12] относительно «ее оси. Колесо с балкой опирается на» [12] динамометрическую площадку 4 электрического типа, предназначенную для измерения «радиальной нагрузки, действующей на колесо» [12]. На площадке наклеены тензометрические датчики 5. Грузы 6 изменяют «радиальную нагрузку на колесо. Для поднятия» [12] свободного «конца балки с колесом и мгновенного сбрасывания их» [12] предусмотрен сбрасывающий механизм 7. С помощью этого «механизма регулируется высота поднятия колеса над опорной поверхностью. Для создания различных частот колебаний» [12] системы «колесо может перемещаться по балке» [12].

Сигнал от тензодатчиков 2ФКП 5-200 через усилитель MVD2510 фирмы НВМ подается на плату аналого-цифрового преобразователя La70, а затем посредством специализированного программного обеспечения на монитор компьютера выводится графическая информация.

Колебания будут затухающими, причем затухание будет зависеть от сил сопротивления.

В общем случае уравнение моментов относительно оси 0 будет иметь вид

$$J\varphi'' + K_{ш} * a^2 * \varphi + C_{ш} a^2 - \varphi \pm M = 0 \quad (2.20)$$

где  $J$  - момент инерции системы относительно оси качания

$\varphi$  - угол поворота качающейся балки

$a$  - расстояние от центра колеса до оси качания

$K_{ш}$  - коэффициент сопротивления шины

$C_{ш}$  - жесткость шины

$M$  - постоянный не зависящий от скорости, момент сопротивления, направление которого противоположно скорости

В данной системе постоянными силами сопротивления будут: сопротивление в шине, не зависящее от скорости; сопротивление в опоре и сопротивление воздуха.

Сопротивлением воздуха можно пренебречь в следствие малой скорости колебаний. Сопротивление в опоре сведено к минимуму за счет применения шарикоподшипников. Известно также, что сопротивление в шине, не зависящее от скорости колебаний, очень мало. Из этого следует, что момент сопротивления можно без большой погрешности приравнять к нулю. Тогда уравнение (2.21) примет вид:

$$J\varphi'' + K_{ш} * a^2 * \varphi + C_{ш} a^2 - \varphi = 0 \quad (2.21)$$

где  $J$  - момент инерции системы относительно оси качания

$\varphi$  - угол поворота качающейся балки

$a$  – расстояние от центра колеса до оси качания

$K_{ш}$  - коэффициент сопротивления шины

$C_{ш}$  - жесткость шины

Введем следующие обозначения:

$$h = \frac{K_{ш} * a^2}{aT} \quad \omega^2 = \frac{C_{ш} * a^2}{J} \quad (2.22)$$

где  $h$  - коэффициент затухания колебаний

$\omega$  - угловая частота колебаний

С учетом обозначений (2.22) уравнение (2.21) примет вид:

$$J + 2h\varphi + \omega^2 * \varphi = 0 \quad (2.23)$$

Общее решение уравнения (2.23) имеет вид:

$$\varphi = A * e^{-ht} * \sin(\omega_0 t + a) \quad (2.24)$$

где  $a$  - постоянная величина, зависящая от начальных условий.

$\omega_0$  - собственная частота затухания колебаний

$$\omega_0 = \sqrt{\omega^2 - h^2} \quad (2.25)$$

$$T = 2\pi / \omega_0 \text{ - период колебаний} \quad (2.26)$$

$$\nu = \ln \frac{\varphi_i}{\varphi_{i+1}} = h * T \quad (2.27)$$

Решая совместно уравнения (2.41) и (2.46), можно найти коэффициент жесткости шины:

$$K_{ш} = \frac{2J\nu}{a^2 T} \quad (2.28)$$

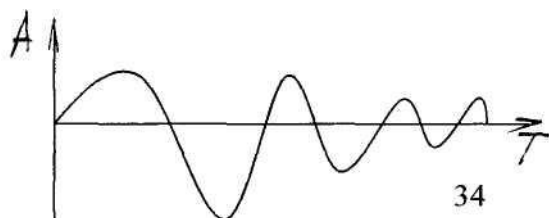
Из совместного решения уравнений (2.22), (2.25) и (2.26) можно

отыскать значение жесткости шины:

$$C_{ш} = \frac{J(4\pi^2 + \nu^2)}{T^2 a^2} \quad (2.29)$$

По уравнения (2.28) и (2.29) можно определить динамическую жесткость и коэффициент сопротивления, если известны момент инерции системы  $J$ , период колебаний  $T$  и логарифмический декремент  $\nu$ . для одной частоты колебаний.

Последние две величины определяются из



кривой затухающих колебаний, записанной во время испытаний.

Для получения характеристик при другой частоте меняют положение и колеса и груза относительно оси качения и опыт повторяется.

### 3 Исследовательская часть

#### 3.1 Методика проведения испытания

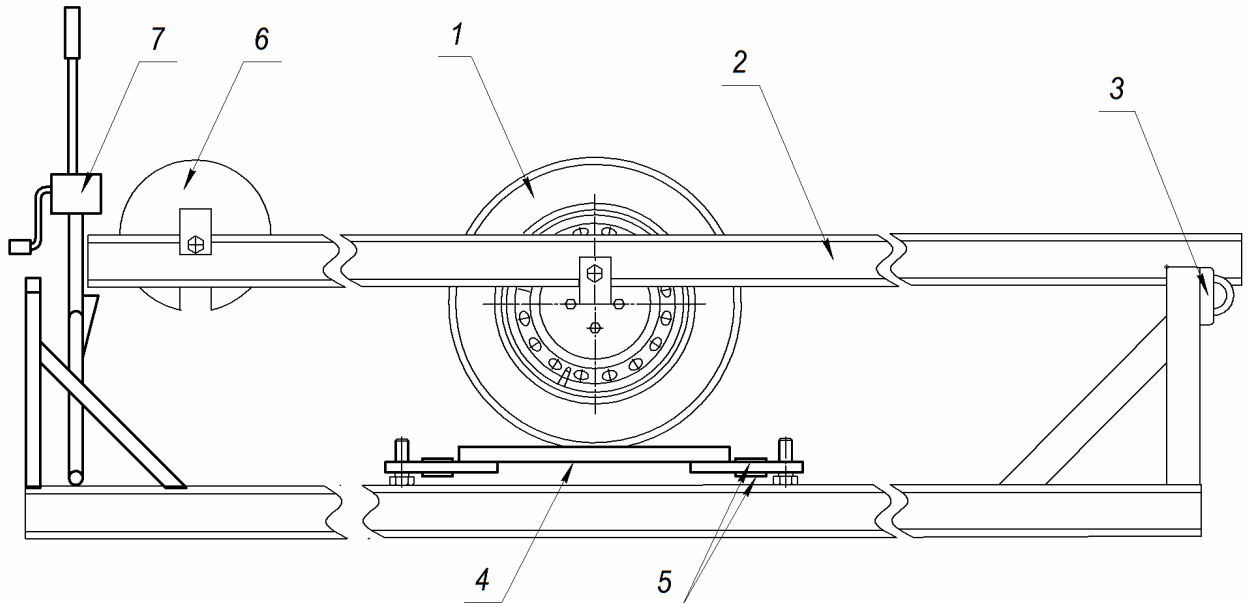


Рисунок 6- Схема стенда

Автомобильное колесо с испытуемой шиной закрепляется на балке. «Если балке сообщить» [12] начальное «отклонение от статического положения на малый угол, а затем предоставить ее самой себе, то возникнут колебания» [12] балки с «грузом на шине как упругом элементе. При этом высота, на которую поднято колесо, должна быть меньше величины статической деформации шины, возникающей под действием» [12] нагрузки, «настолько, чтобы шина не потеряла контакта с опорной поверхностью. Процесс затухания колебаний фиксировался» [12] как в виде графика, так и в числовых значениях с помощью компьютера. Определяем период и частоту колебаний. По формулам рассчитываем логарифмический декремент затухания, момент инерции системы и нагрузку на колесо:

$$\nu = \ln \frac{\varphi_i}{\varphi_{i+1}} \quad (3.1)$$

$$J = J_{\kappa} + J_{\delta} + J_{\text{сп}} = \frac{G_{\kappa}}{g} a^2 + \frac{G_{\text{Б}}}{g} b^2 + \frac{G_{\text{сп}}}{g} l^2 \quad (3.2)$$

$$G_k = \frac{m_{\delta} * g * b + m_{zp} * g * l}{a} + G_{\kappa} \quad (3.3)$$

По полученным значениям  $\nu$ ,  $J$  и  $T$  рассчитываем коэффициент сопротивления  $K_{ш}$  и значение жесткости  $C_{ш}$ :

$$K_{ш} = \frac{2J\nu}{a^2 T} \quad (3.4)$$

$$C_{ш} = \frac{J(4\pi^2 + \nu^2)}{T^2 a^2} \quad (3.5)$$

Строятся графики зависимостей  $K_{ш}$  и  $C_{ш}$  от частоты и нагрузки на колесо.

### 3.2 Результаты испытаний

$$\nu = \ln \frac{\varphi_i}{\varphi_{i+1}}$$

$$J = J_{\kappa} + J_{\delta} + J_{zp} = \frac{G_{\kappa}}{g} a^2 + \frac{G_{\delta}}{g} b^2 + \frac{G_{zp}}{g} l^2$$

$$G_k = \frac{m_{\delta} * g * b + m_{zp} * g * l}{a} + G_{\kappa}$$

$$K_{ш} = \frac{2J\nu}{a^2 T}$$

$$C_{ш} = \frac{J(4\pi^2 + \nu^2)}{T^2 a^2}$$

## Результаты испытаний сводим в таблицу

### Летняя шина

#### Шина 175/70 R14 при давлении воздуха в шине 2,2 атм

a	m	π	l	b	T	υ	J	f	Кш	Сш
1,19	120	3,14	2,8	1,293	0,220	0,11	111,159	2.22	38.376	15308
0,95	90	3,14	2,8	1,293	0,55	0,34	86,43	1.82	86.43	12534
0,65	70	3,14	2,8	1,293	0,350	0,15	69,74	2.86	141.48	53226

#### Шина 175/70 R14 при давлении воздуха в шине 2,0 атм

a	m	π	l	b	T	υ	J	f	Кш	Сш
1,19	120	3,14	2,8	1,293	0,220	0,51	111,159	2.22	177.92	15404
0,95	90	3,14	2,8	1,293	0,55	0,71	86,43	1.82	247.25	12657
0,65	70	3,14	2,8	1,293	0,350	0,15	69,74	2.86	254.67	53294

#### Шина 175/70 R14 при давлении воздуха в шине 1,8 атм

a	m	π	l	b	T	υ	J	f	Кш	Сш
1,19	120	3,14	2,8	1,293	0,220	0,27	111,159	2.22	93.498	15331
0,95	90	3,14	2,8	1,293	0,55	0,42	86,43	1.82	146.26	12554
0,65	70	3,14	2,8	1,293	0,350	0,15	69,74	2.86	226.37	53273

По полученным значениям коэффициента сопротивления Кш и жесткости Сш строим их зависимости от давления воздуха в шине .



### Название диаграммы

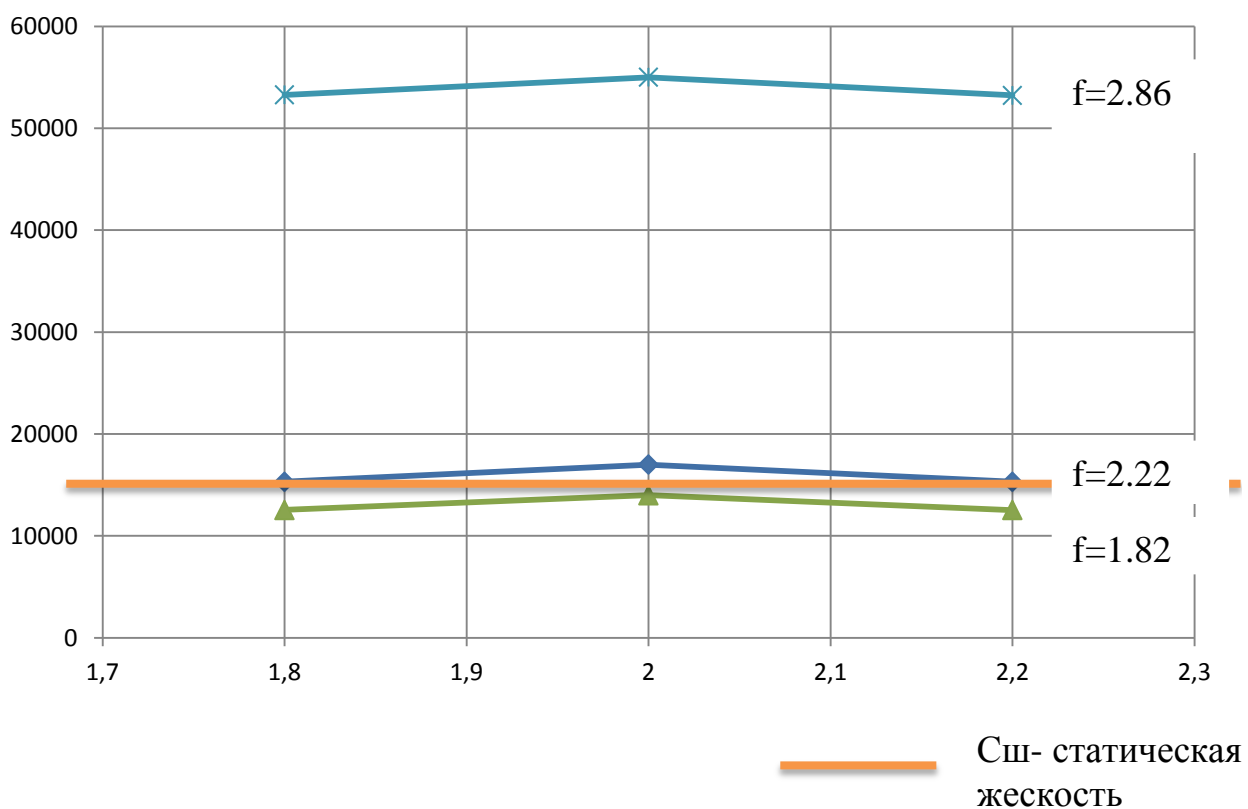


Рисунок 7 - Зависимость коэффициента сопротивления шин от давления

### Название диаграммы

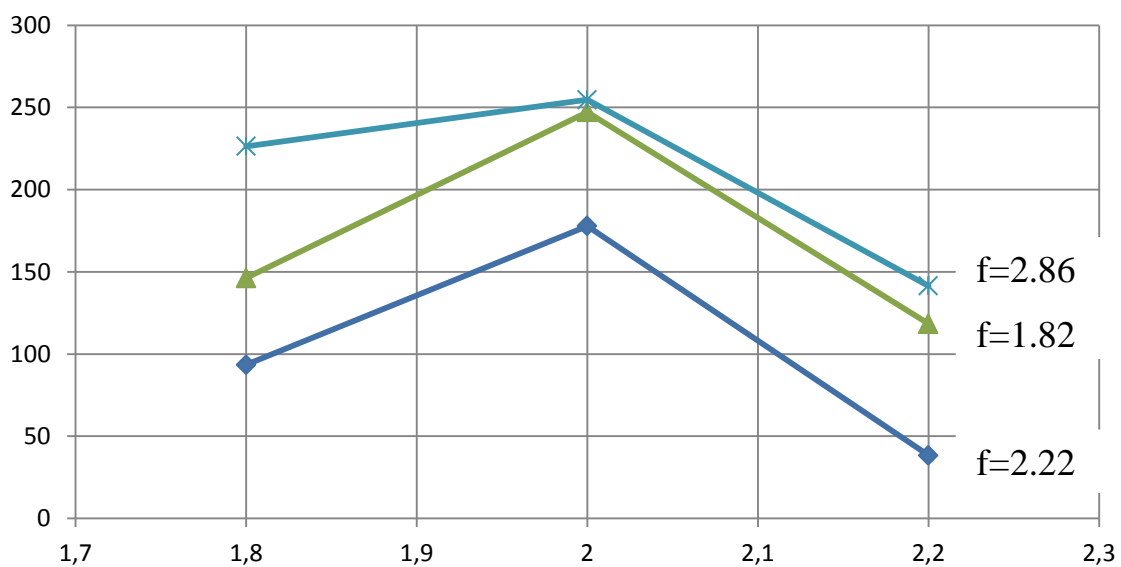


Рисунок 8 - Зависимость коэффициента сопротивления шин от давления

## Зимняя шина

### Шина 175/70 R14 при давлении воздуха в шине 2,2 атм

a	m	π	l	b	T	υ	J	f	Кш	Сш
1,19	120	3,14	2,8	1,293	0,220	0,11	111,159	2.00	205.84	14006
0,95	90	3,14	2,8	1,293	0,55	0,34	86,43	1.82	190.04	11012
0,65	70	3,14	2,8	1,293	0,350	0,15	69,74	2.22	350.45	34159

### Шина 175/70 R14 при давлении воздуха в шине 2,0 атм

a	m	π	l	b	T	υ	J	f	Кш	Сш
1,19	120	3,14	2,8	1,293	0,220	0,51	111,159	2.00	250.32	15262
0,95	90	3,14	2,8	1,293	0,55	0,71	86,43	1.82	198.5	11996
0,65	70	3,14	2,8	1,293	0,350	0,15	69,74	2.22	344.80	33065

### Шина 175/70 R14 при давлении воздуха в шине 1,8 атм

a	m	π	l	b	T	υ	J	f	Кш	Сш
1,19	120	3,14	2,8	1,293	0,220	0,27	111,159	2.00	216.30	14462
0,95	90	3,14	2,8	1,293	0,55	0,42	86,43	1.82	229.84	11500
0,65	70	3,14	2,8	1,293	0,350	0,15	69,74	2.22	272.78	32147

По полученным значениям коэффициента сопротивления Кш и жесткости Сш строим их зависимости от давления воздуха в шине .

### Название диаграммы

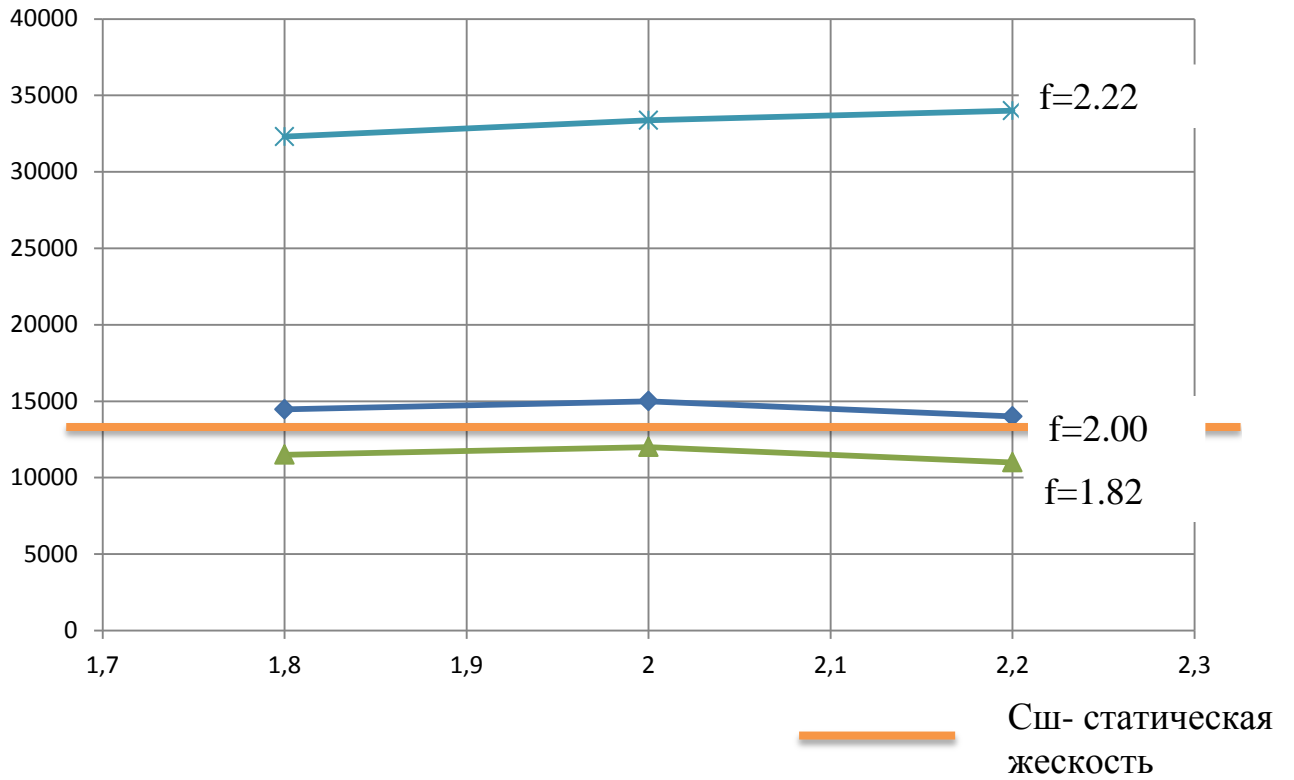


Рисунок 9 - Зависимость коэффициента сопротивления шин от давления

### Название диаграммы

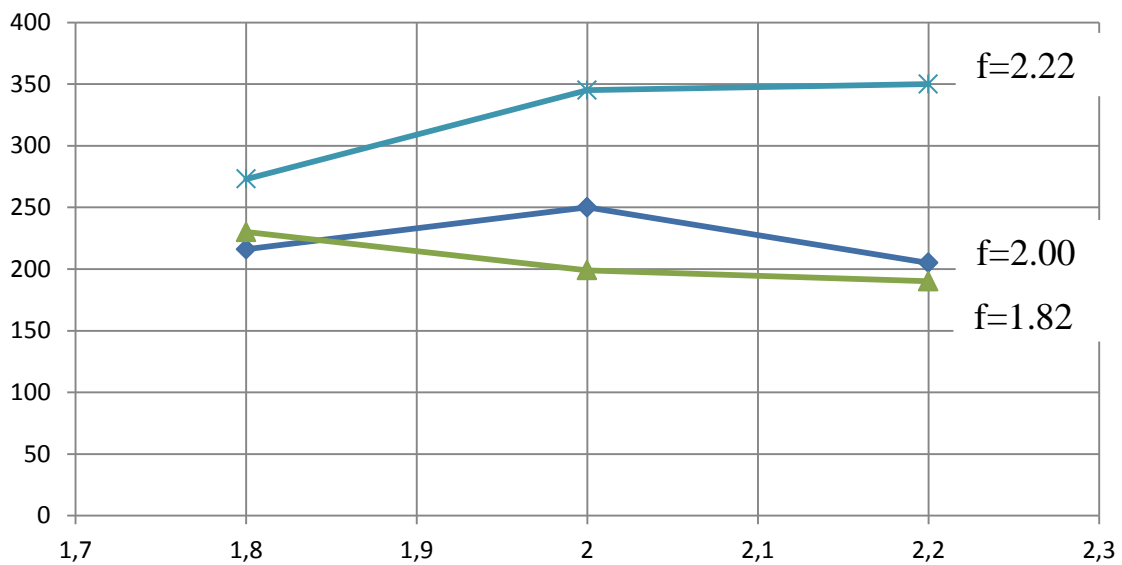


Рисунок 10 - Зависимость коэффициента сопротивления шин от давления

## Анализ результатов эксперимента

Из рис. 7 видно, что при увеличении частоты возрастает и динамическая жёсткость шины, а увеличение давления в шине не приводит к существенным изменениям жёсткости покрышки.

Из рис. 8 видно, что коэффициент сопротивления шин при увеличении давления повышается до того момента пока давление не станет 2.0, а потом падает. Из графика видно что Кш больше зависит от давления чем Сш.

Из рис. 9 и 10 видно, что зимняя шина мягче чем летняя, при увеличении частоты жёсткость возрастает, а изменение давления также не приводит существенным изменениям. Если смотреть на демпфирование то оно существенно выше чем у предыдущей покрышки и при увеличении частоты колебаний возрастает и коэффициент сопротивления.

Выявленные зависимости коэффициента сопротивления и динамической жесткости шин от частоты колебаний объясняются снижением полноты цикла энергетических преобразований, т.е. воздействие за более короткий период успевает распространиться на меньшее количество элементов шины.

## **4. Анализ экономической эффективности проекта**

### **Введение**

В данной главе дипломного проекта рассчитывается экономическая эффективность научно-исследовательской работы по исследованию влияния вертикальной жесткости шин на плавность хода автомобиля.

Актуальность работы заключается в том, что при расчетах вертикальных колебаний автомобиля и нагруженности его трансмиссии используют динамические модели, которые требуют более тщательного изучения свойств элементов подвески и шин автомобиля.

В настоящее время на мировом рынке автомобилей представлено большое количество производителей, что приводит к достаточно жесткой конкуренции. Для того чтобы сохранить свои позиции на рынке, расширить круг потенциальных потребителей и соответствовать современным условиям рынка необходимо уже на стадии проектирования наделять автомобиль наилучшими потребительскими свойствами и эксплуатационными характеристиками, среди которых плавность хода является одной из самых значимых.

Данные исследования позволяют получить более точные данные о влиянии вертикальной жесткости шин на плавность хода автомобиля. А также позволит производителям автомобилей наиболее рационально выбирать шины для установки на товарные автомобили.

Для определения зависимости между вертикальной жесткостью шин и плавностью хода предлагается на первом этапе посредством стендовых испытаний определить вертикальную жесткость конкретных шин, а затем зная значение вертикальной жесткости смоделировать на математической модели колебательной системы автомобиля движение по поверхности с определенным рельефом. Смоделировав колебания математической модели автомобиля можно определить виброускорения и амплитуды колебаний на местах водителя и пассажиров, и таким образом судить о плавности хода

автомобиля, поскольку именно виброускорения и амплитуды колебаний являются основными показателями позволяющими оценить плавность хода автомобиля с математической точки зрения.

Определение жесткости шин предполагается проводить на стенде, который позволяет, нагрузить шину, установив ее на динамометрическую площадку и, с помощью анализа параметров колебательного процесса, определив соотношение амплитуд и период рассчитать определяемые величины.

Имея значение динамических жесткостных и демпфирующих характеристик конкретной шины, можно с помощью специализированной компьютерной программы определить зависимость между данными параметрами и плавностью хода автомобиля.

В работе произведено экономическое обоснование целесообразности исследований динамических жесткостных и демпфирующих характеристик шин автомобиля, составлен оптимизированный график длительности «этапов выполнения НИиОКР» [17], составлена «смета затрат на» [17] проектирование выполнение НИР, проведен расчет коммерческой эффективности.

К предполагаемым потребителям НИР относятся производители автомобилей, производители шин, учебные заведения, и прочие организации занимающиеся исследованиями по данной тематике.

#### **4.2 Составление плана НИиОКР «Исследование жесткостных и демпфирующих свойств шин на стенде»**

Предполагаемые в процессе исследования работы разбиваются на «укрупненные стадии – этапы» [15] и сводятся в таблицу 4.1.

Таблица 4. -Перечень стадий и этапов выполнения НИиОКР

1	2	Трудоемкость, дн.		5	6	7
		Tmin	Tmax			
1. Маркетинговые исследования						
1.1	Сбор информации и анализ рынка	2	3	Инженер III	1	Компьютер
1.2	Оценка эффективности использования результатов прогноза	1	2	Инженер III	1	Компьютер
2. Патентные исследования						
2.1	Проведение патентного поиска и проверка патентной чистоты	3	5	Инженер III	1	Компьютер
2.2	Анализ и выбор технического решения	1	2	Инженер III	1	Компьютер
3. Конструкторская подготовка						
3.1	Разработка методики проведения испытания	4	5	Инженер III, Ведущий инженер	2	Компьютер
3.2	Исследование жесткостных и демпфирующих свойств шин	2	4	Инженер III	1	Усилитель, самописец, стенд
3.3	Обработка	3	4	Инженер III	1	Компьютер

	результатов исследования и построение графиков и таблиц					
4. Оформление результатов НИиОКР						
4.1	Расчет экономической эффективности от проведения испытаний	3	4	Инженер III	1	Компьютер
4.2	Непредвиденные работы	1	2	Инженер III	1	

Определяем ожидаемую трудоемкость выполнения каждой работы и каждого этапа по следующей формуле:

$$t_{ож.і} = (3t_{min} + 2t_{max})/5 \quad (4.1)$$

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

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

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

Длительность работы или этапа определяем:

$$T_{эмі} = t_{ожі.}/P_i \quad (4.2)$$



где  $P_i$  - численность исполнителей, чел.

Суммарная длительность НИиОКР:

$$T_{\Sigma} = \sum T_{\text{эmi}} \quad (4.3)$$

Удельный вес каждого этапа определяется в %, принимая  $T_{\Sigma}$  за 100» [18] %, т.е.

$$U_{\text{дэti}} = T_{\text{эmi}}/T_{\Sigma} * 100\% \quad (4.4)$$

Результаты расчётов длительности выполнения работ сведём в таблицу 4.2.

Таблица 4.2-Результаты расчёта длительности выполнения НИиОКР.

№ Этапа	Численность исполнителей			Тож	$T_{\Sigma}$	$U_{\text{дэti}}$	$\Delta\%$
	Ведущий инженер	Инженер III	Всего				
1.1		1	1	2,4	22,2	10,8108	10,8108
1.2		1	1	1,4		6,3063	17,1171
2.1		1	1	3,8		17,1171	34,2342
2.2		1	1	1,4		6,3063	40,5405
3.1	1	1	2	4,4		9,9099	50,4504
3.2		1	1	2,8		12,6126	63,063
3.3		1	1	3,4		15,3153	78,3783
4.1		1	1	3,4		15,3153	93,6936
«4.2		1	1	1,4		6,3063	100,0000

После определения продолжительности выполнения каждого этапа строится линейный график процесса проектирования и разработки новой математической модели, определяется графическим путем общая продолжительность выполнения работ» [18]. График выполнения НИиОКР представлен на рисунке 11.

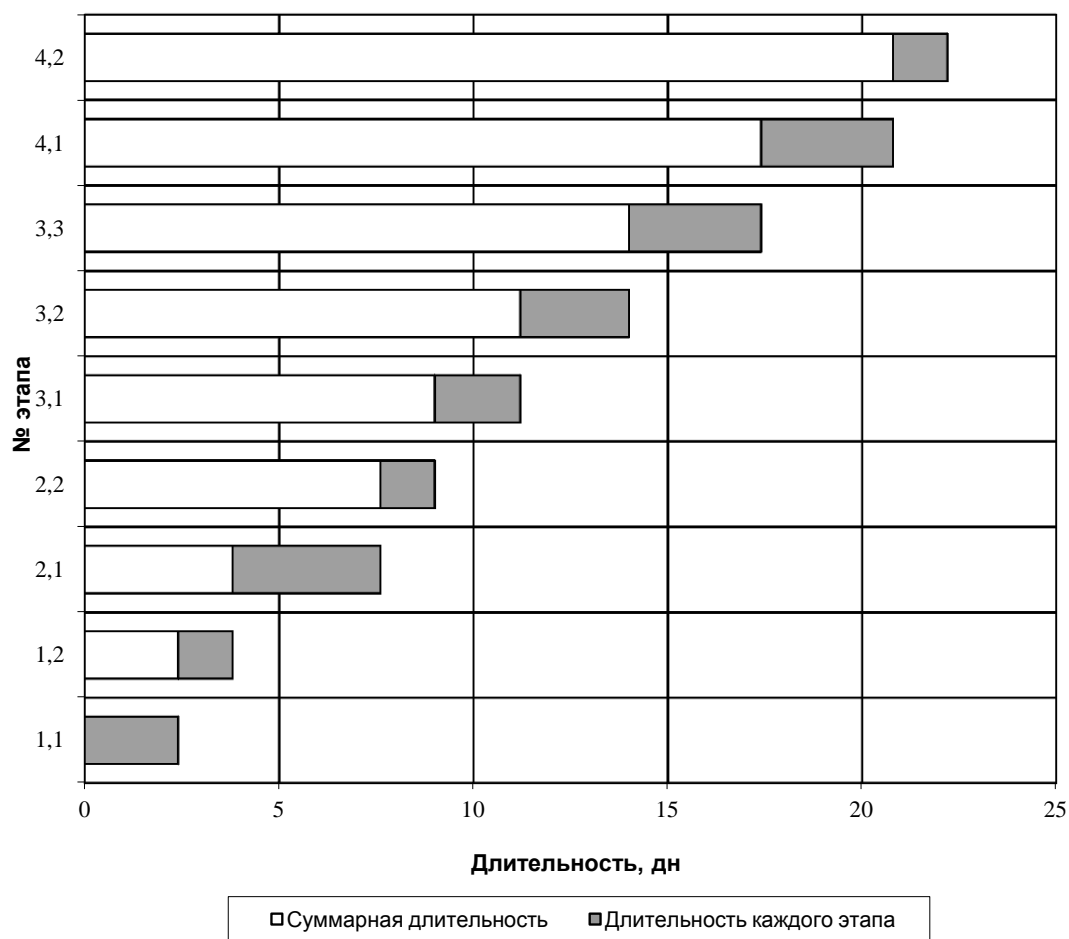


Рисунок 11-График выполнения НИиОКР

Затем составляем таблицу 4.3, используя линейный график выполнения НИиОКР и исходные данные.

Таблица 4.3-Табелирование работ НИиОКР

№ этапа	Исполнители	
	Ведущий инженер	Инженер III
1.1		2,4
1.2		1,4
2.1		3,8
2.2		1,4
3.1	2,2	2,2

.2	3		2,8
.3	3		3,4
.1	4		3,4
.2	4		1,4
сего:	В	2,2	22,2

### 4.3 Расчёт сметы затрат на НИиОКР

«Сметы затрат составляются для сравнения базовой и проектной технологии внедрения образца новой техники в производство» [19] «и для расчета себестоимости изготовления новой техники, определения цены» [20].

Исходные данные для расчёта затрат на создание и разработку математической модели сведены в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 -Исходные данные для расчёта затрат на создание и разработку математической модели

Наименование показателей	Единицы изм.	Абсолютная величина
1	2	3
Коэффициент накладных расходов, Кнакл.		25
Коэффициент отчислений на социальные нужды, Ксоц., в том числе:	%	26
Стоимость 1 кВт электроэнергии, Сэл.	руб.	3.02
Годовая норма амортизационных отчислений, Нам.		20
Режим работы предприятия:		
Продолжительность рабочего дня, q		8
Количество экспериментов, n	Шт	72
Количество выходных дней в году, В	дни	104
Количество праздничных дней в году, П	дни	12

Количество нерабочих часов в предпраздничные дни, $H_{np}$ .	час	5
Количество планируемых невыходов, $H$		10

«Расчет эффективного годового фонда рабочего времени:

$$F_{эф} = (365 - П - В - H)q - H_{np}, \quad (4.5)$$

где  $П$  - праздничные дни;

$В$  - выходные дни;

$H$  - количество планируемых невыходов;

$q$  - количество часов в смену;

$H_{np}$  - количество нерабочих часов в предпраздничные дни» [19].

$$F_{эф} = (365 - 12 - 104 - 10) \cdot 8 - 5 = 1907 \text{ ч}$$

«Расчет среднего количества рабочих дней в месяц (округляется до ближайшего большего целого числа):

$$Д = F_{эф} / 12q, \quad (4.6)$$

$$Д = 1907 / 12 \cdot 8 = 19,86 \text{ дн}$$

Расчет времени работы  $i$ -ого исполнителя:

$$K_{исп.i} = Fi / Д, \text{ мес.} \quad (4.7)$$

$$\text{Инженер III: } K_{исп} = 22,2 / 20 = 1,11 \text{ мес}$$

$$\text{Вед.инженер: } K_{исп} = 2,2 / 20 = 0,11 \text{ мес}$$

где  $Fi$  – количество отработанных дней  $i$ -м исполнителем (берется из табеля учета рабочего времени)» [20].

«Расчет заработной платы исполнителей с должностными окладами:

$$Z_{\text{имр.}} = K_{\text{исп.}i} \cdot \text{Окл.} \cdot N, \quad (4.8)$$

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

$\text{Окл.}$  – должностной оклад  $i$ -го исполнителя, руб.

$N$  – количество исполнителей, чел.

Расчет заработной платы исполнителей с должностными окладами сведен в таблицу 4.5» [20].

Таблица 4.5

Должность исполнителя	Кол-во исполнителей , чел.	Сред немесячн ый оклад,	Вре мя работы,	Заработ ная плата, руб.
1. Ведущий.	1	28000	0,1	2800
2. Инженер III	1	24000	1,1	26400
Итого				29200

Расчет заработной платы всех исполнителей:

$$Z_{\text{исп.}} = Z_{\text{имр.}} = 29200 \text{ руб.} \quad (4.9)$$

«Расчет отчислений в единый социальный налог:

$$C_{\text{соц.}} = Z_{\text{исп.}} \cdot K_{\text{соц.}} / 100 = 29200 * 26 / 100 = 7592 \text{ руб.} \quad (4.10)$$

где  $K_{\text{соц.}}$  - коэффициент отчислений в социальные фонды, %

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{эл.} = N_y \cdot K_{исп.} \cdot K_{загр.} \cdot D_i \cdot q \cdot C_{эл.э.} \quad (4.11)$$

где  $N_y$  - мощность оборудования;  
 $K_{исп.}$  - коэффициент использования;  
 $K_{загр.}$  - коэффициент загрузки;  
 $D_i$  - время работы  $i^{ого}$  оборудования (определяется из ленточного графика)

Расчёт затрат на электроэнергию сведён в таблицу 4.6» [31].

Таблица 4.6

Наименование оборудования	$N_y$ , кВт	$K_{загр.}$	$K_{исп.}$	$D_i$ , дн	$C_{эл.э.}$ , руб.	$C_{эл.}$ , руб.
1. Компьютер	0,4	0,91	0,8	18	3,02	126,64
2. Усилитель	0,25		0,3	2,8		4,62
3. Самописец	0,2		0,3	2,8		3,69
<b>Итого:</b>						<b>134,95</b>

Расчет амортизационных отчислений.

Затраты на амортизацию определяются только в том случае, если оборудование используется в дальнейшем для других НИиОКР. Если же приобретенное или изготовленное оборудование используется только для данной НИиОКР, то их «полная стоимость относится к капитальным затратам» [15]. и целиком «включается в затраты на НИиОКР.

$$\sum C_{ам} = \frac{C_{об.} \cdot N_{ам.} \cdot \sum t_{м.}}{F_{обор.} \cdot 100}, \text{ руб.} \quad (4.12)$$

где  $F_{обор.}$  – годовое эффективное время работы оборудования» [15],  
равное:

$$F_{\text{обор.}} = (365 - \Pi - B) \cdot q \cdot n \cdot K_{\text{загр.}} ; \quad (4.13)$$

$$F_{\text{обор}} = (365-12-104)*8*0,91=1812,72$$

$H_{\text{ам}}$  – норма амортизационных отчислений;

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

$t_{\text{м}}$  – общее время работы оборудования, равное:

$$t_{\text{м}} = D_{\text{обор.}i} \cdot q \cdot n \cdot K_{\text{исп.}}, \quad (4.14)$$

$$\text{Компьютер: } t_{\text{м}} = 18*8*0,8=115,2 \text{ час}$$

$$\text{Усилитель: } t_{\text{м}} = 2,8*8*0,3=6,72 \text{ час}$$

$$\text{Самописец: } t_{\text{м}} = 2,8*8*0,3=6,72 \text{ час}$$

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

$n$  – количество экспериментов;

$K_{\text{исп.}}$  – коэффициент использования  $i$ -го оборудования;

$C_{\text{об}}$  – первоначальная стоимость оборудования.

Расчёт затрат на амортизацию сведен в таблицу 4.7.

Таблица 4.7

Наименование оборудования	$C_{\text{об}}$ , Р	$K_{\text{загр.}}$	$K_{\text{исп.}}$	$H_{\text{ам}}$	$\Sigma t_{\text{м}}$ , ч	$F_{\text{обор.}}$ , Час.	$C_{\text{ам}}$ , Руб.
1. Компьютер	30000	0,91	0,8	20	115,2	1812,72	381,31
2. Усилитель	10000		0,3	20	6,72		7,41
3. Самописец	7500		0,3	20	6,72		5,56
<b>Итого:</b>							<b>394,2</b>

«Расчет накладных расходов:

$$C_{\text{накл}} = Z_{\text{исп.}} \cdot K_{\text{накл}} / 100 = 8095 \cdot 30 / 100 = 2428,5, \text{ руб.}, \quad (4.15)$$

где  $K_{накл} = 30$  - коэффициент накладных расходов, %

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

Расчёт затрат на основные материалы с учетом транспортно-заготовительных расходов» [19]:

$$M = \sum C_{Mi} \cdot V_{Mi} (1 + K_{тзр} / 100), \text{ руб.} \quad (4.16)$$

где  $C_{Mi}$  - оптовая цена материала  $i$ -го вида, руб.,

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

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

$K_{вот}$  – коэффициент возвратных отходов» [19], %.

Расчет затрат на основные материалы сведены в таблицу 4.8.

Таблица 4.8.

Наименование материала	Марка, размер	ГОСТ,ТУ	Ед. изм.	Норма расхода $V_{Mi}$	Опт. цена, руб. $C_{Mi}$	Сумма Руб. $S_{Mi}$	Обоснование
1. Бумага для самописца	«Canon»		Упаковка (5 м.)	1	100	103	Договорная цена
2. Дискеты	Samsung		Шт.	5	10	51,5	
3. Компакт-диск CD-RW 700Мб	Samsung		шт.	5	40	206	
<b>Итого:</b>						<b>360,5</b>	



Капитальных вложений по данной НИР не планируется.

Спредпр=Ктек

Результаты расчетов сводятся в в таблицу 4.9

Таблица 4.9 Смета затрат на проектирование выполнение НИР.

	«Статьи	Обозначение	Сумма, руб.
	1. Текущие затраты, Ктек.		
1.	Материальные затраты, в т. ч.:		
	- сырье и материалы	М	360,5
	- полуфабрикаты		-
	- энергоносителей	Сэл	134,95
	и т. д.		
2.	Фонд оплаты труда исполнителей	Зисп	29200
3.	Отчисления на единый социальный налог	Ссоц	7592
4.	Амортизационные отчисления	Сам	394,28
5.	Накладные расходы	Снакл	2428,5
	Предпроизводственные затраты, Всего Спредпр.:		13428,56» [15].

#### 4.4 Расчет коммерческой эффективности

В качестве исходных данных для определения коммерческой эффективности используем таблицу 4.9.

Исследование качественных характеристик автомобилей для повышения их потребительской ценности предполагает изготовление стенда для исследований динамических характеристик шин. Существует аналог проектируемого стенда. Поскольку Цан выше цены проектируемого стенда, экономический эффект будет достигаться за счет снижения затрат.

$$\text{Цан} = 35395,31 \text{ руб.}$$

$$\text{Цпр} = \text{Спредп} * ( 1 + \text{Крент}/100 ) = 13509,66 * ( 1 + 30/100 ) = 17562,56 \text{ руб.}$$

Текущий чистый доход (накопленное сальдо):

$$\text{ЧД} = \text{Цан} - \text{Цпр} = 35395,31 - 17562,56 = 17832,75 \text{ руб.} \quad (4.17)$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$\text{Jo} = \text{Спредпр} = 13509,66 \text{ (руб.)} \quad (4.18)$$

Индекс доходности:

$$\text{JD} = \frac{\text{ЧД}}{\text{Jo}}; \quad (4.19)$$

$$\text{JD} = 17832,75 / 13509,66 = 1,32$$

Срок окупаемости проекта:

$$\text{Токуп.} = \frac{\text{Jo}}{\text{ЧД}}; \quad (4.20)$$

$$\text{Токуп} = 13509,66 / 17832,75 = 0,76$$

Расчет коммерческой эффективности проектируемого изделия сводится в таблицу 4.10 Показатели коммерческой эффективности:

1.	Текущий чистый доход	ЧД	17832,75
2.	Капиталобразующие инвестиции	Jo	13509,66
3.	Индекс доходности	JD	1,32
4.	Срок окупаемости проекта	Токуп	0,76

#### 4.5 Выводы

Был разработан стенд для снятия динамических жесткостных и демпфирующих характеристик шин. В результате чего произошло снижение затрат по сравнению со стендом аналогом.

По результатам проведенных расчетов показатели экономической эффективности принимают значения: чистый доход ЧД=17832,75 руб., он положителен, что говорит об эффективности проекта, индекс доходности  $JD=1,32 > 1$  также свидетельствует об эффективности проекта, срок окупаемости  $Токуп=0,76$  – меньше года, значит проект является менее рискованным и его внедрение вполне целесообразно.

На основании анализа полученных экономических показателей можно рекомендовать к внедрению наш научно-исследовательский проект.

## **5 Безопасность и экологичность объекта**

### **5.1 Шина. Безопасность и экологичность.**

#### **5.1.1 Активная безопасность.**

«Влияние шин на динамические» [21]. качества автомобиля.

«Показателями динамичности автомобиля при» [21] неравномерном «движении являются величины ускорений при ускоренном или замедленном движении, путь и время разгона или торможения.

Все указанные выше показатели динамичности автомобилей» [21], определяют свойства активной безопасности, и зависят в первую очередь от «таких характеристик автомобильного колеса, как наружный диаметр, радиус качения, момент инерции, сопротивление качению, сцепные качества, процент буксования.

Обычно при рассмотрении влияния шин на динамические показатели автомобиля рассматривают тормозную динамику, динамику разгона и максимальную скорость» [21].

«Влияние шин на тормозную динамику весьма велико, а при прочих равных условиях является решающим. Тормозные качества одного и того же автомобиля на одних шинах могут быть совершенно неприемлемыми, а на других — превосходными.

Тормозные показатели автомобиля однозначно зависят от сцепных качеств шин. Путь и время торможения» [21] или достигаемое замедление «определяются качествами продольного сцепления. Показатели поперечного сцепления существенно сказываются на устойчивости автомобиля при торможении. В отношении влияния шин на динамику разгона автомобиля следует отметить следующее.

Безусловно, чем меньше сопротивление качению шин и чем соответственно меньше сопротивление движению автомобиля, тем эффективнее разгонная характеристика автомобиля» [21] следовательно меньше время и путь разгона. «Однако, если принять во внимание

практически встречающуюся разницу в сопротивлении качению шин одного и того же типа, то при прочих равных условиях влияние ее на динамику разгона относительно» [21] невелико. «Также невелико влияние на разгонную динамику автомобиля момента инерции шин и колес (в» [21] пределах практически встречающихся разниц между шинами и колесами одного размера).

Гораздо большее влияние оказывает разница в наружном диаметре шин и радиусе качения (изменение общего передаточного числа от двигателя к дороге)

«Влияние шин на устойчивость и управляемость автомобиля.

Шины оказывают огромное влияние на устойчивость и управляемость автомобиля. Один и тот же автомобиль с одними и теми же элементами подвески и рулевого управления в зависимости от характеристики шин может иметь неудовлетворительные или очень хорошие показатели устойчивости и управляемости» [22]. Среди характеристик шин, оказывающих влияние на рассматриваемые показатели автомобиля, решающими являются сопротивление боковому уводу, стабилизирующий момент, боковая и угловая жесткости и характер их изменения в зависимости от вертикальной нагрузки, внутреннего давления воздуха и других факторов. Эти характеристики подробно рассмотрены в главе IV. Кроме того, необходимо отметить важность учета колебательных характеристик шин, в частности их чувствительность к боковым колебаниям и способность демпфировать эти колебания. Для оценки влияния указанных характеристик на устойчивость и управляемость автомобиля важно знать динамическое изменение этих характеристик. В этой области в мире накоплено весьма незначительное количество данных и исследователям предстоит сделать еще очень многое.

Вопросы устойчивости и управляемости, связанные с шинами, определяют не только безопасность движения. Поскольку эта проблема относится к системе автомобиль — водитель — дорога, ее необходимо

рассматривать и в экономическом аспекте. Ухудшенная устойчивость и управляемость влечет за собой снижение средних скоростей движения, повышение утомляемости водителя (дополнительный фактор снижения безопасности), а следовательно, и снижение производительности труда водителя и автомобиля в целом. Именно стремление повысить качества устойчивости и управляемости автомобилей стимулировало создание шин радиальной конструкции. На первом этапе развития конструкции радиальных шин для легковых автомобилей последние рекомендовались в первую очередь водителям, предпочитающим быструю спортивную езду как раз с точки зрения обеспечиваемых лучших качеств устойчивости и управляемости (в сочетании с лучшим сцеплением).

«От характеристик шин зависят такие качества управляемости автомобиля, как его реакция на действие боковых сил, быстрота реакции на» [23] поворот рулевого колеса, курсовая устойчивость, излишняя или недостаточная управляемость при высоких боковых ускорениях. Кроме того, к показателям управляемости, обусловленным шинами, условно относят легкость поворота рулевого колеса при маневрировании автомобиля с малой скоростью.

К «настоящему времени сложились два направления оценки влияния шин на управляемость: объективное и субъективное.

Объективная оценка предусматривает замер при помощи приборов ряда параметров при выполнении автомобилем определенных маневров» [21]. Существует достаточно много различных методов объективной оценки влияния шин на управляемость автомобилей. Все существующие методы объективной оценки дают возможность в той или иной степени проанализировать влияние различных конструктивных параметров шин на устойчивость и управляемость автомобиля, позволяют найти пути улучшения характеристик шин, влияющих на управляемость автомобиля, путем конструктивного или технологического модифицирования и являются, таким образом, необходимыми при отработке конструкции шины для данного

автомобиля. Однако основным недостатком всех существующих методов объективной оценки влияния шин на устойчивость автомобилей является отсутствие критерия допустимости или приемлемости данной шины как при абсолютной (без эталона), так и при относительной (с эталоном) оценке. Поэтому при окончательной приемочной оценке приемлемости шин данного типа для данного конкретного автомобиля предпочтение всегда отдается субъективным или полусубъективным методам оценки опытных водителей-испытателей при выполнении определенных маневров. «Следует отметить, что, как правило, субъективные методы оценки» [23] базируются на сравнении с шиной-эталонной, качества которой хорошо известны и оцениваются как допустимые в смысле обеспечиваемой автомобилю управляемости.

Следует отметить, что все объективные и субъективные методы служат для оценки не устойчивости и управляемости в так называемом «чистом» виде, а «держания дороги», т. е. комплексного качества, характеризующего не только свойства шины, связанные с управляемостью, но и ее сцепные свойства. В конечном итоге именно это комплексное свойство имеет первостепенное значение для безопасности движения. И именно поэтому термин «держание дороги» прочно вошел в число международных терминов, характеризующих поведение шин в реальных условиях движения.

Для оценки влияния шин на держание автомобилем дороги на большинстве испытательных полигонов имеются специальные замкнутые трассы с подъемами, спусками, поворотами различной кривизны.

Следует еще раз подчеркнуть огромное (если не превалирующее) значение шин для получения оптимальных качеств устойчивости и управляемости.

Комфортабельность.

Также повышению безопасности движения способствует уменьшение утомляемости водителя, которое можно достичь за счет улучшения плавности хода автомобиля и снижения уровня внутреннего шума.

«Шины после подвески являются основным элементом, определяющим плавность хода автомобиля» [24], причем подвеска должна гасить воздействие на автомобиль в основном больших неровностей, а шина — малых.

Одно из основных современных технических требований, предъявляемых к автомобильным шинам, является обеспечение автомобилю возможно большей плавности хода. В этом направлении нельзя ожидать максимальных результатов, поскольку, как уже отмечалось, шина всегда представляет собой компромиссное конструктивное решение (компромисс между качествами безопасности, комфортабельности и экономичности).

Влияние типа шин на колебания автомобиля неодинаково в различных частотных зонах. В диапазоне средних частот радиальные шины ввиду их меньшей динамической жесткости лучше диагональных. В зоне высоких частот (при частоте порядка 80 Гц) радиальные шины дают вначале худшие результаты, а при больших частотах — лучшие по сравнению с диагональными шинами.

Необходимо подчеркнуть, что хотя и удастся повысить точность изготовления шин, однако колебания нельзя будет полностью устранить. Поэтому нужно принимать все меры к максимальному снижению различных резонансных колебаний автомобиля. Необходимо стремиться снизить резонансные частоты.

Автомобильные шины, как упругие элементы, через которые осуществляется непосредственный контакт с дорожным покрытием и которые в зависимости от своих свойств демпфируют или усугубляют возмущающее воздействие от неровностей дорожного покрытия, являются весьма важным элементом в цепи шумообразования. Это тем более необходимо иметь в виду, что усовершенствования, направленные на выполнение каких-то определенных технических требований (скажем, повышение сцепления с дорогой), с другой стороны, приводят к ухудшению шумовых характеристик шины.



Таким образом, требования снижения шумообразования имеет при его реализации вполне определенные пределы, обусловленные комплексом требований к другим эксплуатационным показателям шин.

Рассматривая проблему шума, следует иметь в виду два ее аспекта: внешний шум и внутренний шум в автомобиле. Первое связано с возмущающими и мешающими вторжениями в окружающую среду (эти шумы слышны на улице и в домах — так называемый городской и дорожный шум), второе — снижение комфортабельности езды в автомобиле и соответственно повышение утомляемости водителя и пассажиров. Существенно и то и другое. Поэтому проблема влияния шин на шумообразование автомобиля рассматривается с точки зрения как внешнего, так и внутреннего шума.

#### 5.1.2 Экологичность.

Влияние шины на топливно-экономические характеристики автомобиля.

Основным фактором, определяющим затрачиваемую мощность, а соответственно и количество потребляемого топлива, является величина сил сопротивления. Исследования показали, что величина сопротивления качению шин может достигать при малых скоростях движения 70—80%, а при средних скоростях движения (50—60 км/ч) 50—60% от общего сопротивления движению.

Также стоит отметить, что шина является одним из источников наведения колебаний, которые, распространяясь на трансмиссию и увеличивая вибронгруженность элементов трансмиссии, способствуют увеличению механических потерь, а значит и увеличению расхода топлива.

«При неустановившемся режиме движения топливная экономичность автомобиля зависит от величины моментов инерции шин и колес, снижение которых повышает топливную экономичность автомобиля, и оказывает

существенное влияние на его динамику»[10].

#### Шина как источник шума.

Как говорилось выше шум автомобилей - один из неблагоприятных факторов влияния автомобиля на окружающую среду. Требования к шуму (внешнему шуму) оговорены в Правилах 51 ЕЭК ООН (Европейская Экономическая Комиссия Организации Объединенных Наций).

Первоначально требования нормировались Правилем 9 ЕЭК ООН, но затем они остались только для мотоциклов, а для автомобилей было принято Правило 51. Для легковых автомобилей предельные нормы по внешнему шуму составляли первоначально 82 дБ (децибел). Но с учетом развития техники и вредного воздействия шума от автомобилей потребовалось снижение этого параметра сначала до 80 дБ, затем в 1988 году до 77 дБ, и в 1995 году до 74 дБ. Помимо международных правил, на территории стран действуют национальные требования. Первоначальные национальные требования России были описаны в ГОСТ 27435. Предельные уровни шума для легковых а/м 80 дБА. С 2000 г действует ГОСТ Р 51616, в котором предельные нормы не должны превышать 78 дБА. Эти нормы действуют и в настоящее время.

На АО АвтоВАЗ в программу дорожных испытаний шин по оценке влияния на основные эксплуатационные показатели автомобиля входят работы по оценке влияния шин на уровень внешнего шума автомобиля.

#### Продукты износа шин.

При эксплуатации шин на поверхности дороги остаются твердые частицы, которые являются продуктами износа. Данные частицы являются загрязняющим фактором, поскольку они могут быть перенесены в почву и т.д. Автомобильные «шины представляют собой самую крупнотоннажную продукцию полимеросодержащих» [25] материалов, «практически не подверженных природному разложению» [25]. Таким образом продукты износа могут накапливаться в окружающей среде и негативно воздействовать на экологическую обстановку.

Одним из наиболее перспективных направлений в решении данного вопроса

является изготовление шин полностью без вредных высокоароматических масел.

«Повышение экологической безопасности при изготовлении и эксплуатации шин достигается путем исключения или сокращения содержания материалов, выделяющих мономеры, олигомеры, другие» [26] летучие «вещества, канцерогенные и другие вредные соединения» [26].

Переработка изношенных шин.

«Использованные автопокрышки ввиду своего уникального состава как комплексного комбинированного материала и их свойств, являются ценным материалом, который целесообразно перерабатывать экономичным способом. Поэтому успешное решение проблемы утилизации использованных шин может заключаться не в извлечении их из экономического оборота, а только в том, чтобы перерабатывая их, вернуть данный ценный материал в производственный цикл.

Для утилизации использованных автопокрышек применяется ряд традиционных и новых методов, из которых отнюдь не все представляют собой их переработку в прямом смысле этого слова. Данные технологии отличаются друг от друга по производимой продукции, экономичности, технологичности и степени нанесения вреда окружающей среде.

При переработке изношенных шин в конечный продукт автопокрышка подлежит разделению на основные составляющие: резину, сталь, текстиль. Содержащаяся в шине в качестве основного компонента резина перерабатывается в резиновый гранулят и резиновую пыль.

Размельчение холодом

Решительное преимущество данного метода по отношению к другим технологиям состоит в сохранении основных физических и химических свойств резины в полученных грануляте и пыли.

Возможности применения произведенных материалов очень широки. Они могут быть использованы как в качестве заменителя дорогого первичного сырья, так и в качестве исходного материала для производства

высококачественных продуктов с помощью инновационных технологий переработки. Чем мельче и чище частицы резиновой пыли, тем шире сферы ее применения и тем выше прибыль ее производителя»[9].

Пиролиз.

«В основу технологического процесса переработки положен так называемый пиролиз. Сырьём являются любые резинотехнические изделия: старые автомобильные покрышки, полиэтилен и т.п. Пиролизная установка работает в непрерывном цикле. Сырье загружается в реактор, где подвергается разложению при температуре примерно 450°C, в процессе которого получают полупродукты:

-жидкотопливная фракция по свойствам заменяет мазут, а также может служить сырьём для небольших нефтеперерабатывающих заводов для изготовления бензина, ацетона, солярки;

-твёрдый углеродистый остаток может использоваться для производства лакокрасочных материалов, асфальта, шлангов, резиновых ковриков и т.д.;

-металлокорд представляет собой высоколигированную сталь, и соответственно идет на перерабатывающие производства;

-пиролизный газ — аналог пропана, может быть использован для отопления помещений и теплогенераторов.

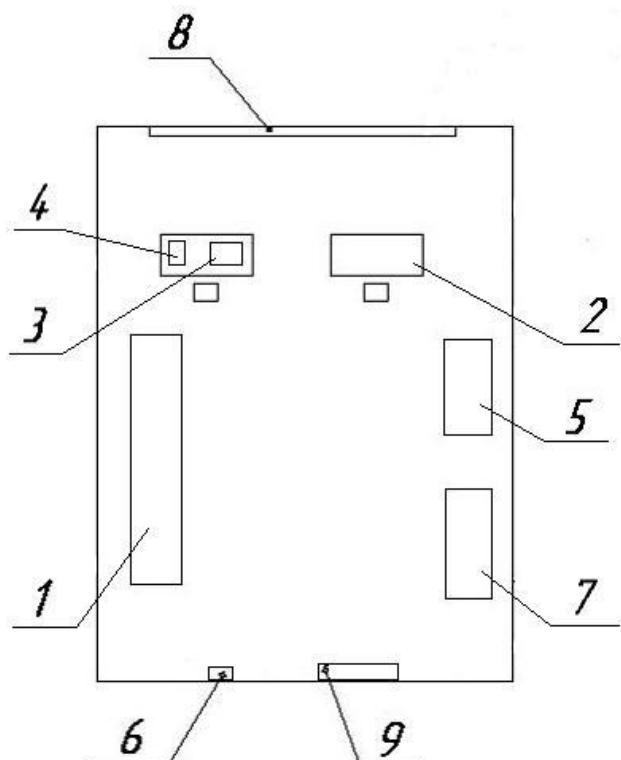
Изношенные шины представляют собой самую крупнотоннажную продукцию полимеросодержащих отходов, практически не подверженных природному разложению. Поэтому переработка и вторичное использование вышедших из эксплуатации шин имеют важное экономическое и экологическое значение»[8].

## 5.2 Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций.

Обеспечение безопасной эксплуатации стенда.

Рабочее место инженера содержит стенд, усилитель, самописец. Размер помещения составляет  $24 \text{ м}^2$  ( $4 \times 6$ ). Помещение имеет одно большое окно, что обеспечивает достаточное, естественное освещение. Для искусственного освещения помещение обеспечено люминесцентными лампами. В помещении находятся стенд для проведения испытаний, 2 стола: на одном стоят усилитель и самописец, а на другом производят обработку результатов испытаний. Также имеется в помещении 2 шкафа: один для одежды, другой для хранения документов и отчётов. Количество рабочих исходит из проводимых операций и составляет два человека: первый рабочий проводит испытания на стенде, второй производит обработку экспериментальных данных.

В таблице 5.1 представлена спецификация оборудования, инструментов для рабочего места и «работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом» [27].



1 - стенд; 2 - стол; 3 - усилитель; 4 - самописец; 5 - шкаф для документов;  
6 - огнетушитель; 7 - шкаф для одежды; 8 - окно; 9 - дверь

Рисунок 11- эскиз отдела испытаний.

### 5.3 Идентификация опасных и вредных производственных факторов на рабочем месте инженера

«Производственная среда и факторы трудового процесса составляют в совокупности условия работы. На здоровье человека, его жизнеспособность и жизнедеятельность большое влияние имеют опасные и вредные факторы» [28].

«Материальными носителями вредных и опасных факторов есть объекты, которые формируют трудовой процесс и которые входят в него, а также общежизненные факторы окружающей среды, предметы работы, средства работы и» [28] другие.

Классификация опасных и вредных производственных факторов представлена в ГОСТ 12.0.003-74 . Выявленные опасные и вредные факторы представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2-Классификация опасных и вредных производственных факторов

Группа	№	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, операции при которых встречается данный производственный фактор.
А	1	2	3
Физические	1.	Подвижные части оборудования	Стенд

Продолжение таблицы 5.2

Группа	№	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, операции при которых встречается данный производственный фактор.
Психофизио- логические	1	Напряжение зрительных анализаторов	Обработка результатов испытаний
	2	Статические нагрузки	Обработка результатов испытаний

#### 5.4 Организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда

В «целях охраны труда следует проводить инструктаж рабочих и служащих по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране и другим правилам охраны труда. Существует несколько видов инструктажа:

- *Вводный инструктаж* обязаны пройти все вновь поступающие на предприятие, а также командированные и учащиеся, прибывшие на практику. Его проводит инженер по охране труда.

- *Первичный инструктаж* на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными и др.

- *Повторный инструктаж*; проводится не реже чем через шесть месяцев. Цель этого инструктажа— восстановить в памяти рабочего правила по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики цеха или предприятия.

- *Внеплановый инструктаж*; проводят при изменении

технологического процесса, изменении правил по охране труда, внедрении новой техники, нарушении работниками требований безопасности труда» [11], «которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару; при перерывах в работе- для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, для остальных работ- 60 дней.

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

На рабочих и служащих, в свою очередь, возлагаются также обязанности: соблюдение инструкций по охране труда, установленных требований обращения с машинами и механизмами и пользования средствами индивидуальной защиты» [11].

Организационные мероприятия.

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

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

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей на протяжении рабочей смены надо устанавливать регламентированные перерывы. Для работников участка с учетом их категории работы и уровня тяжести следует установить» [19] «регламентированные перерывы через два часа от начала рабочей смены и через 1,5-2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы.

Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного анализатора, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития познотонического утомления необходимо выполнять комплексы упражнений



физкультурных минуток общего воздействия или физкультурных пауз. В этих» [27] «целях следует оборудовать специальную комнату психологической разгрузки» [27].

Технологические мероприятия.

К средствам защиты от статического электричества, электромагнитного и ионизирующего излучений мы относим кондиционирование помещений, экранирование. В помещении используется приточная общеобменная вентиляция.

«Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к» [29] металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, рекомендую применять защитное заземление. Заземление приборов обеспечено подведением заземляющей жилы к питающим розеткам. Сопротивление заземления 4 Ом, согласно (ПУЭ) для электроустановок с напряжением до 1000В.

Требования безопасности перед началом работы

«1. Убедиться в исправности и надеть» [31] «спецодежду, волосы убрать под берет или кепку. Убедиться в исправности защитных средств;

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

3. Проверить исправность инструмента и приспособлений.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

1. В случае сигнала аварии работы должны быть прекращены» [24].

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

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

Требования безопасности по окончании работ

1. Привести в порядок свое рабочее место. Инструменты, приспособления и смазочные материалы убрать в отведенное для них место.

Ветошь и легковоспламеняющиеся материалы, во избежание самовозгорания, убрать в металлические ящики с плотными крышками» [19].

«2. Снять спецодежду, убрать ее в шкаф, вымыть руки и лицо с мылом, по возможности принять душ, применять для мытья химические вещества запрещается.

Обеспечение электробезопасности

на производственном участке, рабочем месте

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

К причинам поражения электрическим током можно отнести:

1. Случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением в результате неисправности защитных средств, которыми пострадавший касался токоведущих частей;

2. Появление напряжения на металлических конструктивных частях оборудования в результате:

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

3. Появления напряжения на отключенных токоведущих частях в результате:

- ошибочного включения отключенной установки;
- замыкания между отключенными и находящимися под напряжением» [12] « токоведущими частями;
- разряда молнии на электроустановку.

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

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

Данный производственный участок относится к помещениям с повышенной опасностью (2 класс), так как на участке возможно» [19] «прикосновение работающих к электрооборудованию и металлоконструкциям здания или инженерному оборудованию имеющему связь с землёй. К этой группе помещений относятся механические цеха и участки с нормальной температурой, влажностью без выделения пыли, но с токопроводящими полами.

Для защиты работников участка от электрической опасности, оборудование подключенное к электрической сети имеет заземление»[19].

## **5.5 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях**

В России при получении лицензии на осуществление промышленной деятельности»[6].

Стихийных бедствий (землетрясение, наводнение и др.) в силу географического расположения не бывает в Самарской области. Поэтому основным очагом опасности является возможность возникновения пожаров. В связи с этим разработаны меры по противопожарной профилактике:

- Повышение огнестойкости зданий путем облицовки или оштукатуривания металлических конструкций.

- Применение противопожарных разрывов «для предупреждения распространения пожара с одного здания на другое» [28].

- Применение противопожарных преград.

- Противопожарные двери, окна и ворота должны иметь предел огнестойкости 1,2ч.

- В каждом производственном помещении имеются первичные средства пожаротушения и стационарные средства пожаротушения: сплинклерные и дренчерные установки.

В случае пожаров предусмотрено:

- Применение систем оповещения при возникновении аварийных

ситуаций, а именно применение громкой связи.

-Обеспечение безопасной эвакуации людей. Число эвакуационных выходов должно составлять не менее двух.

-Срабатывание дренчерных и сплинклерных установок пожаротушения.

Основными организационными мерами по пожарной профилактике является обучение персонала при возникновении аварийных ситуаций: план эвакуация при пожаре, пользование огнетушителями, оповещение об опасности и др.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте проведены испытания динамических свойств шин на стееде.

1. Стенд оборудован датчиками , измерительной и регистрирующей аппаратурой.

2 Представлена методика проведения испытаний.

3. Определены динамические коэффициент сопротивления шины Кш и жесткость Сш для двух шин при различных давлениях воздуха в них.

4. Построены зависимости Кш и Сш от частоты колебаний.

5. Проведён расчёт экономической эффективности проекта.

6. Определено влияние шины, как объекта исследования, на экологию и активную безопасность.

7. Выявлены опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте инженера-конструктора III категории. Предложены организационно-технические мероприятия по созданию безопасных условий труда, подкрепленные инженерными расчётами.

Стенд предполагается использовать для исследовательских и учебных работ на кафедре "Автомобили и тракторы" Тольяттинского Государственного Университета.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кнороза, В.И. Работа автомобильной шины, / В. И. Кнороза- М.: Транспорт, 1976.-56с.
2. Пехальский, И.А. Устройство автомобилей, / И. А. Пехальский,- М.:Машиностроение, 1986.-143с.
3. Колеса и шины. Краткий справочник, издательство “За рулем”, 2000.
4. URL: <http://referat.znate.ru> (дата обращения: 18.02.2019).
5. Какмоля, А.В. Стенд для исследования влияния нагрузки на величину пятна контакта шины с поверхностью дороги, / А.В. Какмоля-Тольятти, ТГУ 2009.-С.65-92.
6. Иванов, Н.М. Модернизация стенда для исследования работы пневматической подвески автомобиля, / Иванов Н.М / М.: Транспорт, 2003.-87с.
- 7.URL:<https://dspace.tltsu.ru> (дата обращения: 8.01.2019).
- 8.URL:[https://www.newchemistry.ru/letter.php?n\\_id=2484](https://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=2484) (дата обращения: 11.10.2018).
9. URL:[http://www.rusnauka.com/31\\_PRNT\\_2008/Chimia/36021.doc.htm](http://www.rusnauka.com/31_PRNT_2008/Chimia/36021.doc.htm) (дата обращения: 23.02.2019).
10. URL: <http://inethub.olvi.net.ua> (Дата обращения: 11.03.2019).
11. URL:<https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/4437> (дата обращения: 11.03.2019).
12. URL:<https://booksite.ru> (дата обращения: 19.03.2019).
13. URL:<http://biblioclub.ru> (дата обращения: 11.03.2019).
14. URL:<http://window.edu.ru> (дата обращения: 12.03.2019).
15. Корнишин, А.П. Модернизация стенда рулевого управления для легкового автомобиля 2-го класса, / А.П. Корнишин - Тольятти, 2017.- 78с.
16. URL:<http://window.edu.ru> (дата обращения: 22.04.2019).
17. URL:<http://za4et.net.ru> (дата обращения: 11.03.2019).

- 18.URL: <http://bibliofond.ru> (дата обращения: 22.01.2019).
- 19.URL:<https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/46> (дата обращения: 18.02.2019).
- 20.URL:<https://dspace.tltsu.ru> (дата обращения: 11.03.2019).
21. URL:<https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=jas.2010.1345.1348> (дата обращения: 13.03.2019).
- 22.URL:<https://www.continental-tires.com/bicycle/service/faq/tire-characteristics> (дата обращения: 10.04.2019).
- 23.URL:<https://www.tires-easy.com/blog/materials-in-car-tires/> (дата обращения: 16.03.2019).
- 24.URL:<https://www.coursehero.com/file/p2agsd/422-Desirable-Tyre-Properties-The-tyres-for-automotive-use-have-many-tough/> (дата обращения: 11.03.2019).
- 25.URL:<https://www.ustires.org/whats-tire-0> (дата обращения: 17.10.2018).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Графики тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля

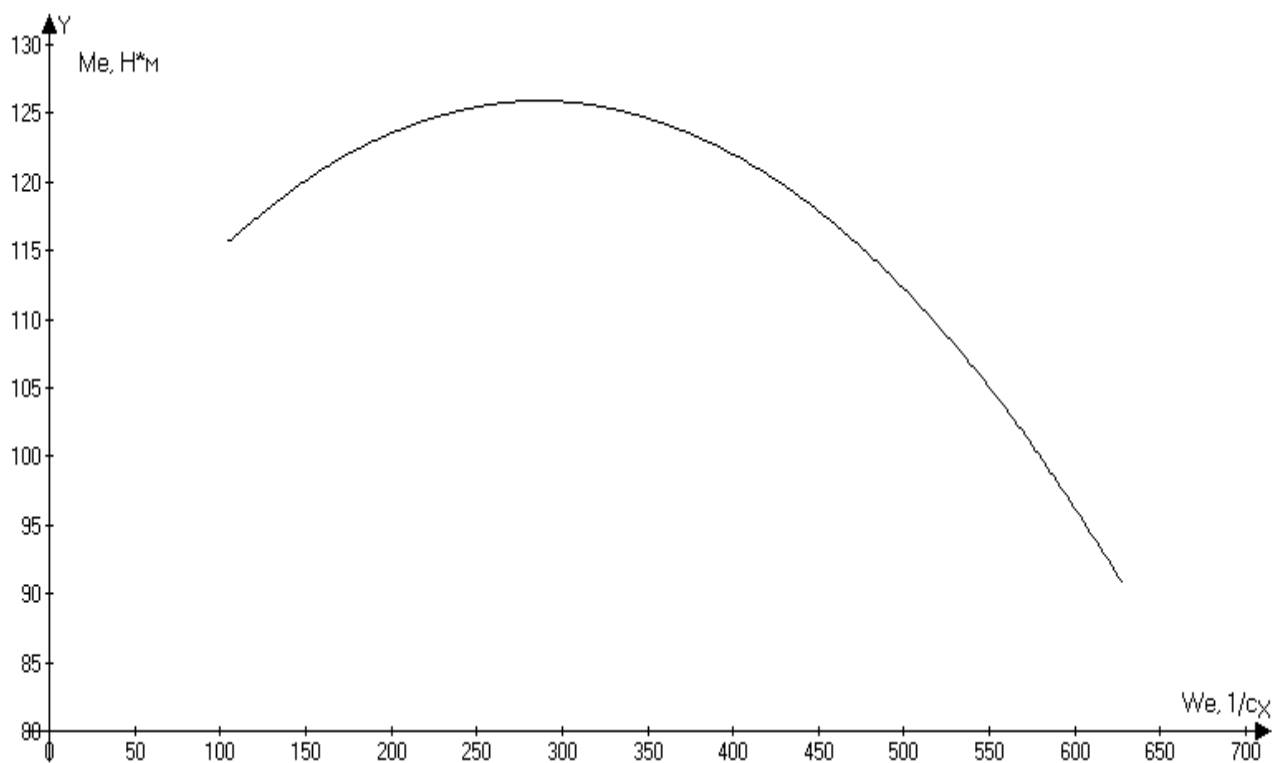


Рисунок А.1-Внешняя скоростная характеристика двигателя.

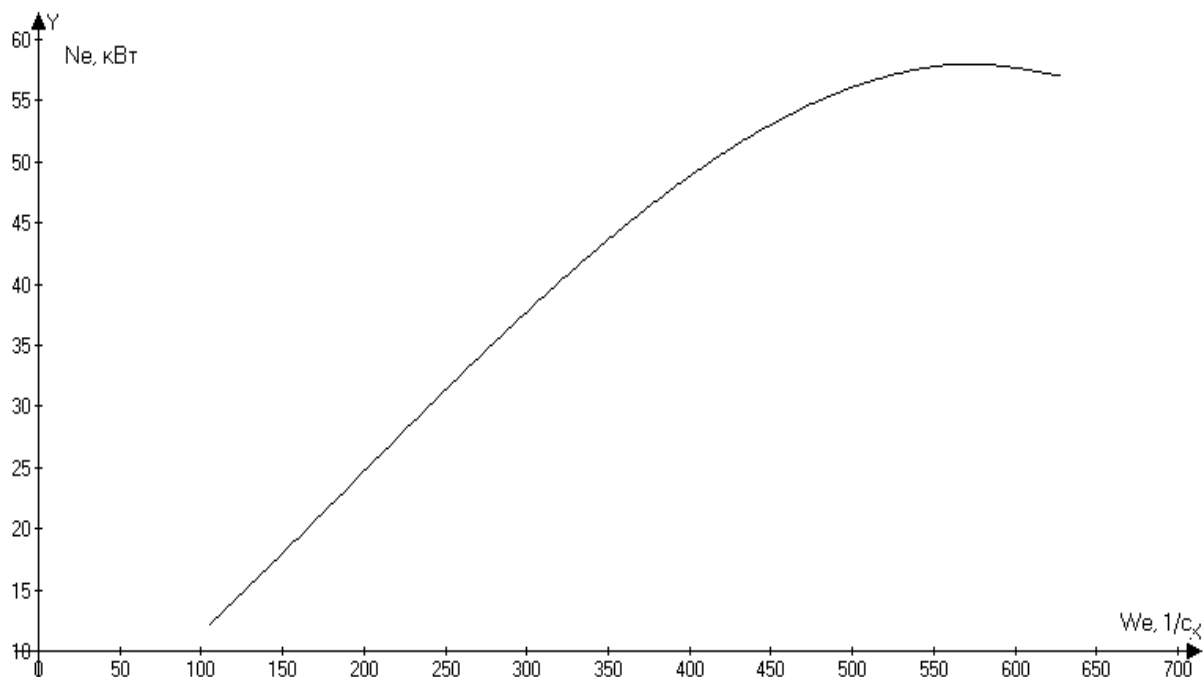


Рисунок А.2-Внешняя скоростная характеристика двигателя.



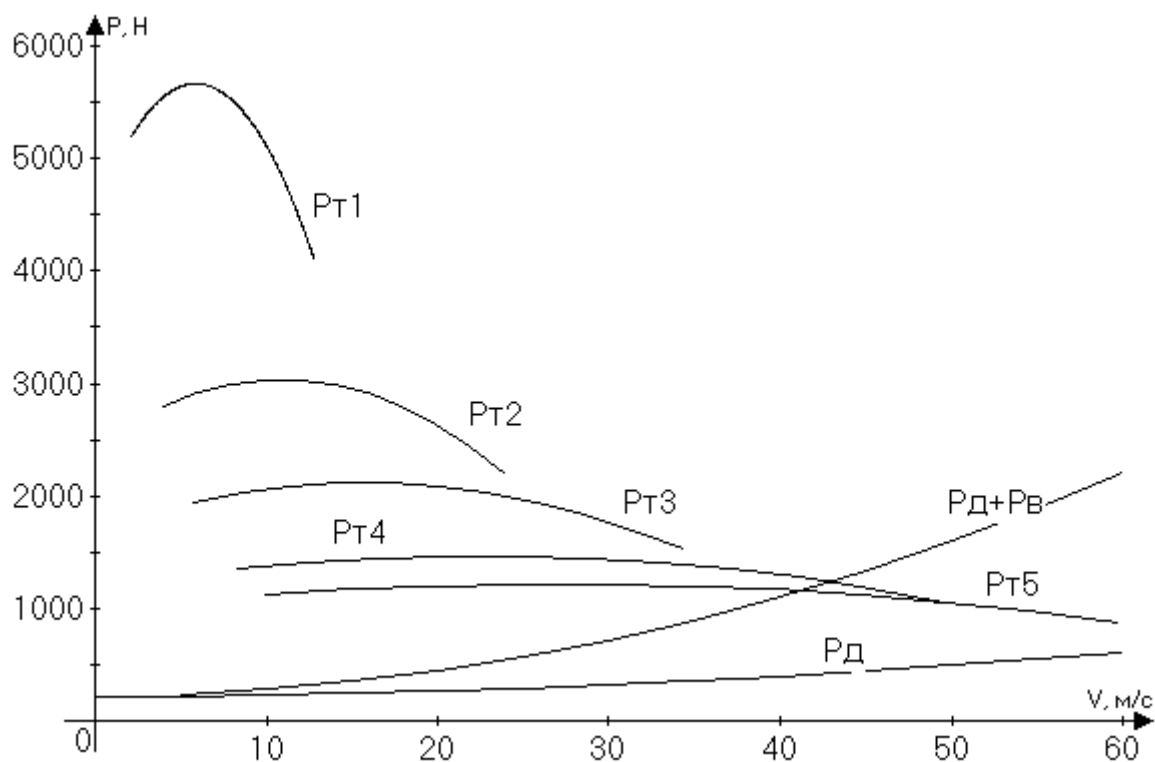


Рисунок А.3-Сила тяги на колесах в зависимости от оборотов двигателя и включенной передачи в КП.

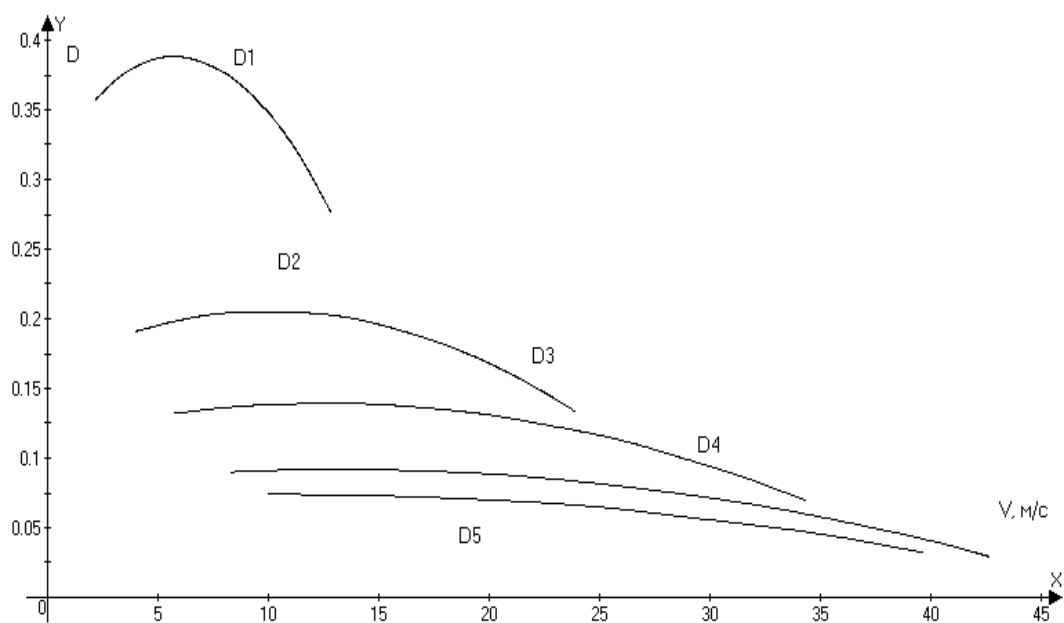


Рисунок А.4-Динамическая характеристика автомобиля.

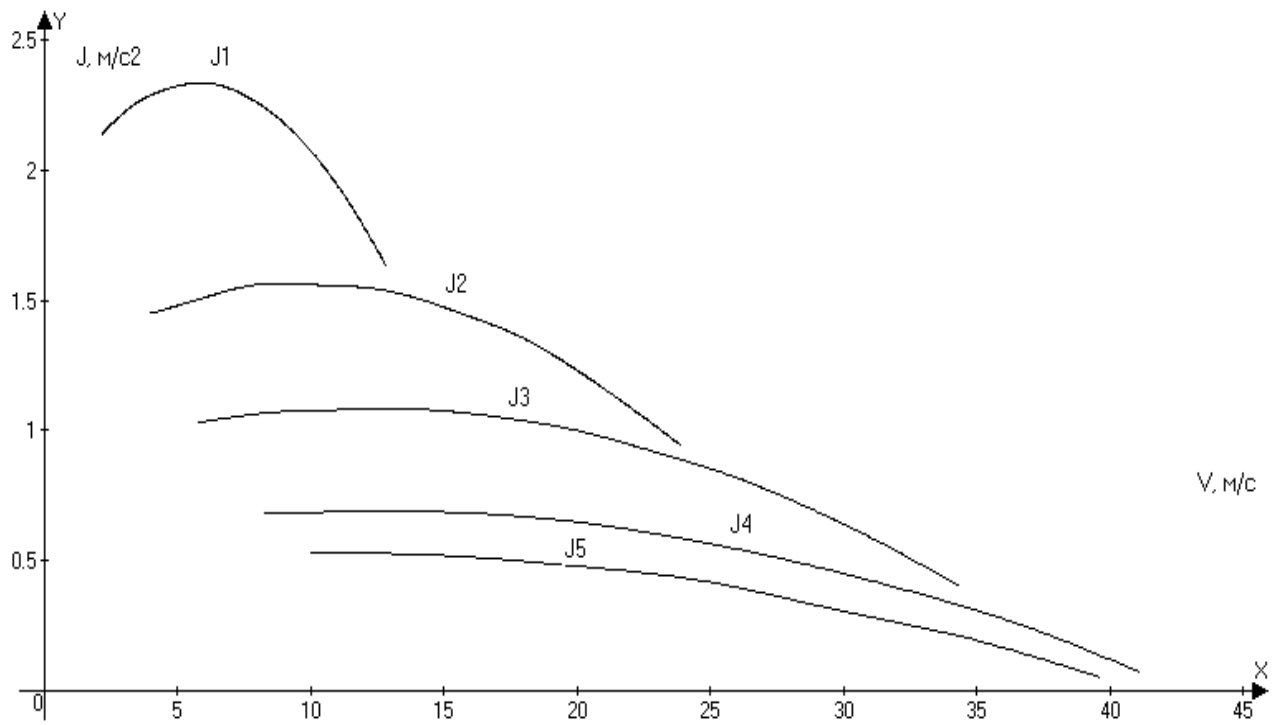


Рисунок А.5-Зависимость ускорений автомобиля от скорости.

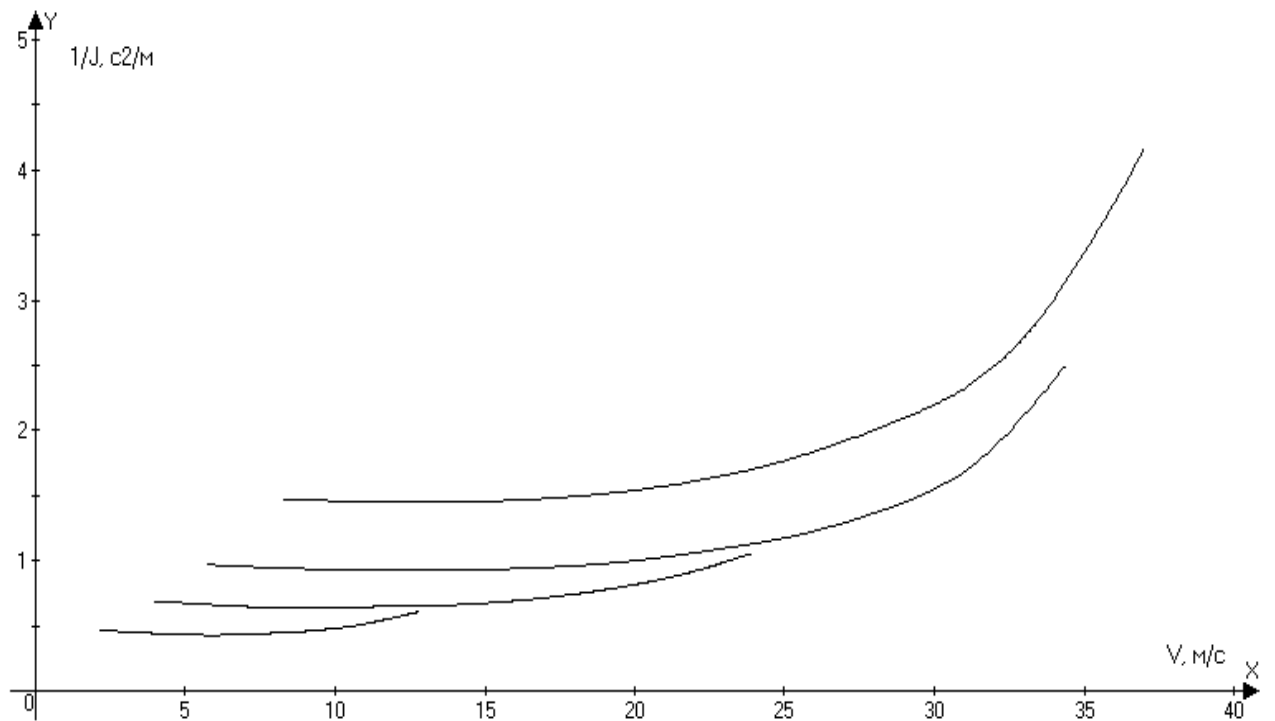


Рисунок А.6-Зависимость обратных ускорений от скорости автомобиля.

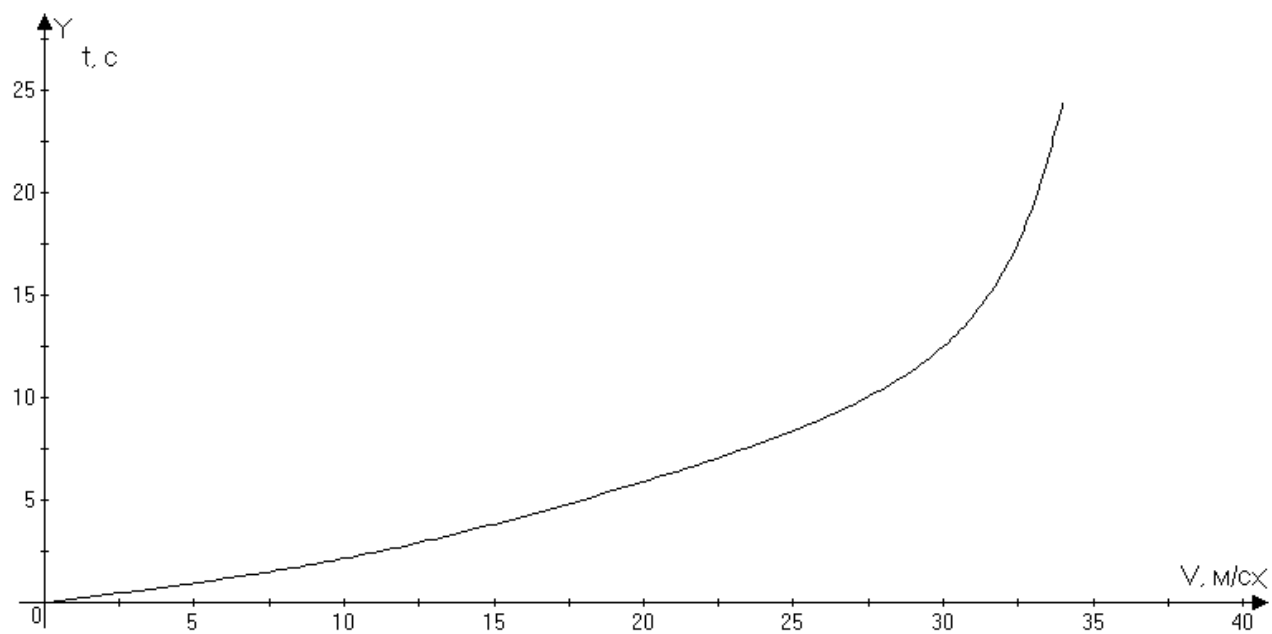


Рисунок А.7-Время разгона автомобиля.

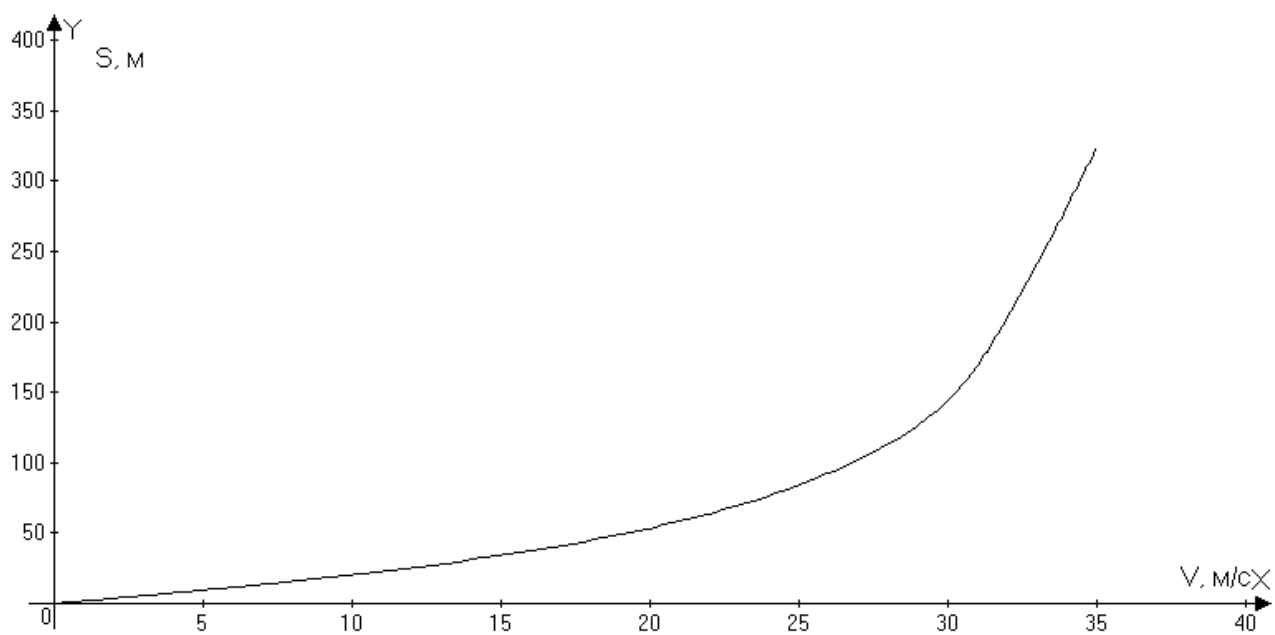


Рисунок А.8 -Путь разгона автомобиля.

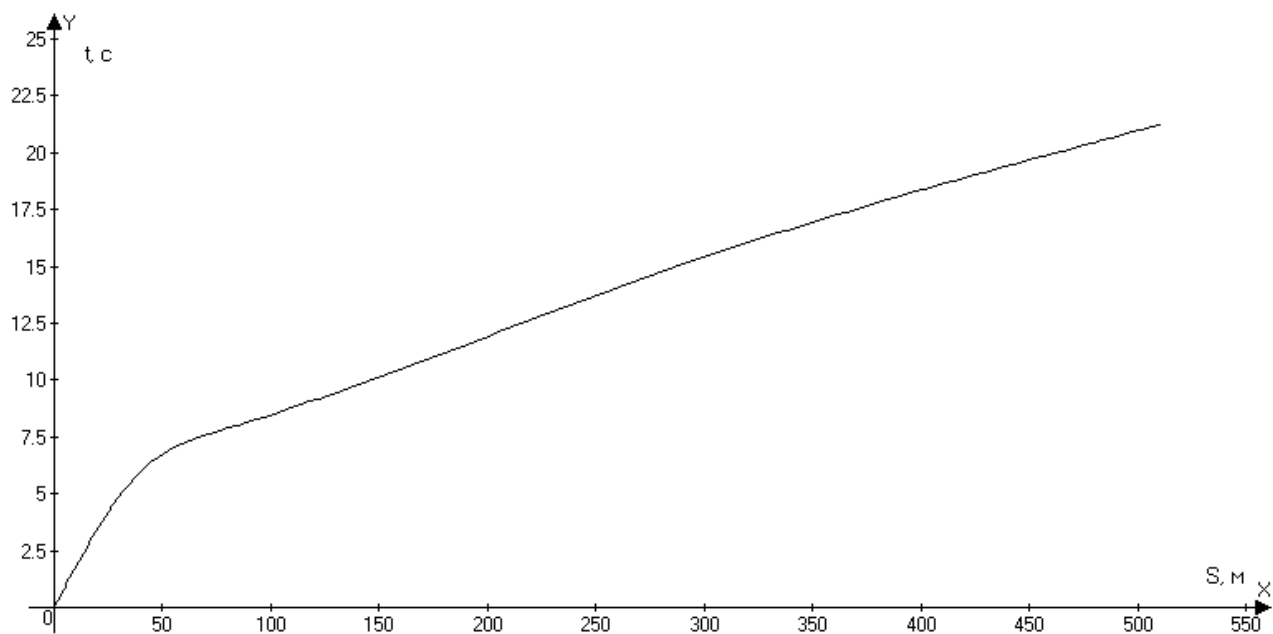


Рисунок А.9- интенсивности разгона.

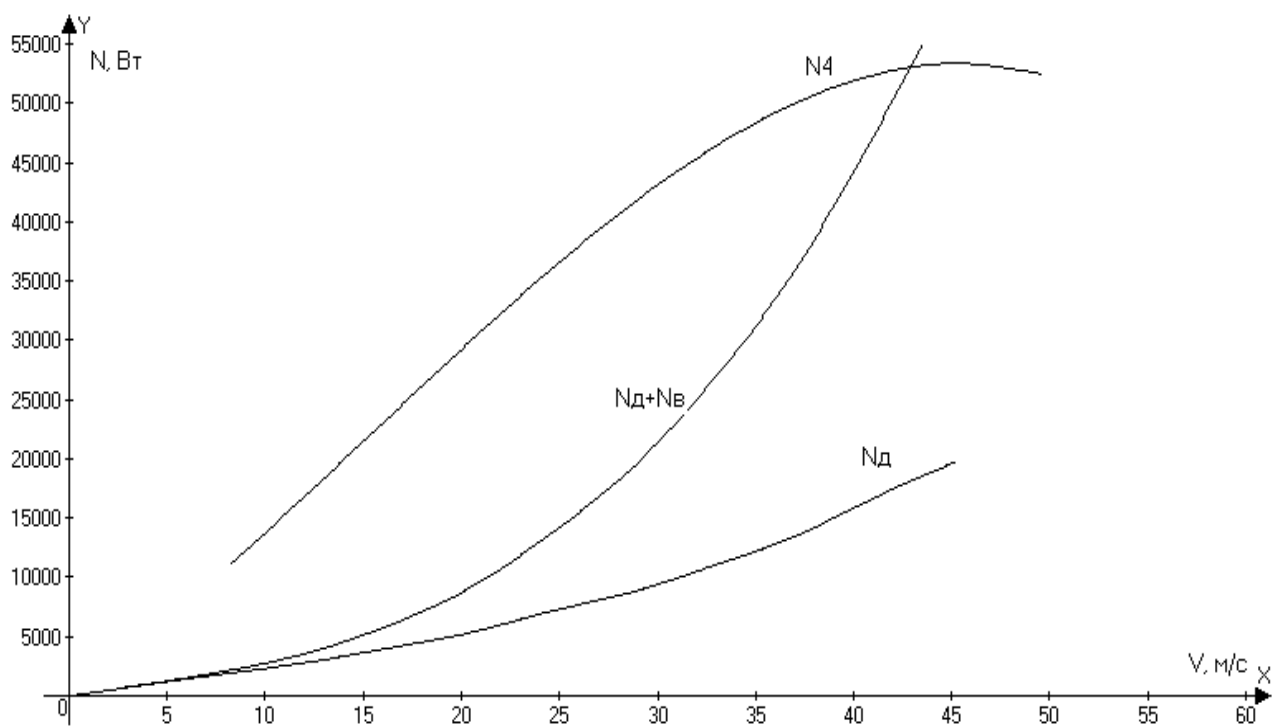


Рисунок А.10-Мощностной баланс автомобиля на 4-ой передаче.

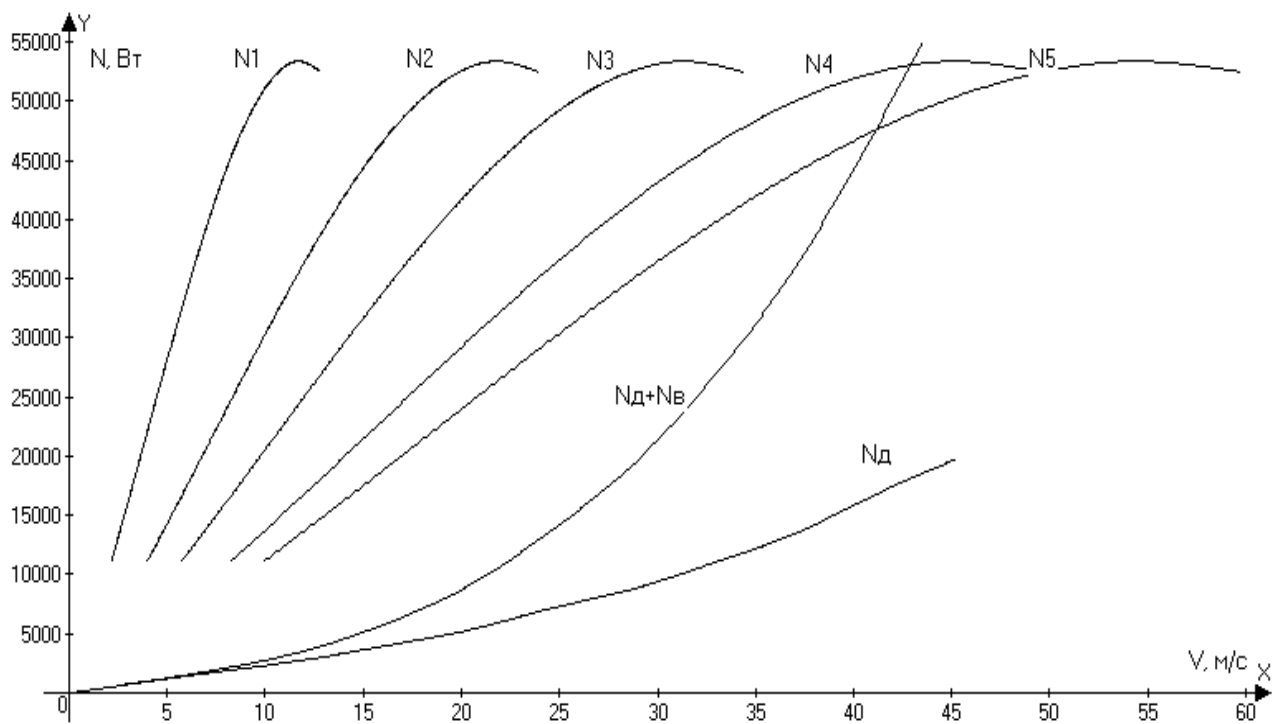


Рисунок А.11-Мощностной баланс на различных передачах.

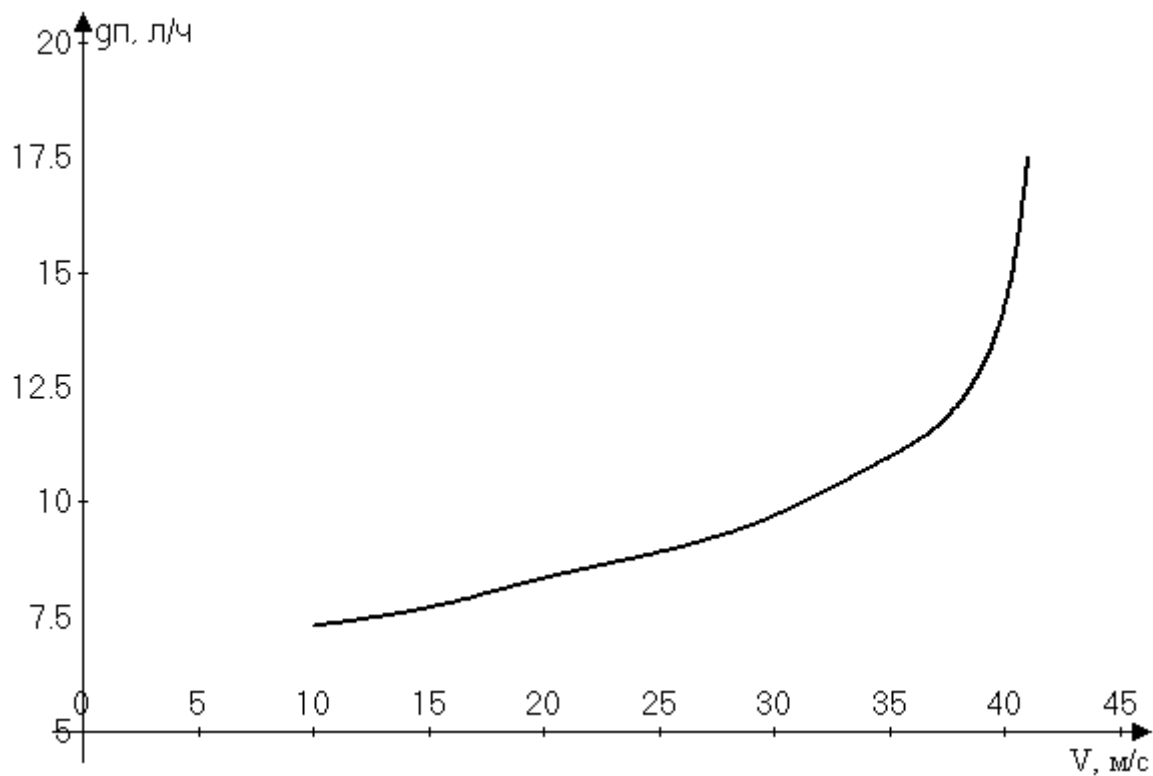


Рисунок А.12-Топливно-экономическая характеристика автомобиля.