

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 изгибной жесткости полуосей
легкового автомобиля

Студент

С.Н. Храмов

(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

Тема дипломного проекта: «Модернизация стенда для определения изгибной жесткости полуосей автомобиля». Объект исследования специалиста - полуоси автомобиля 2 класса.

Целью дипломного проекта является модернизация стенда и определение изгибной жесткости полуосей. В первой главе разъясняется задача модификации испытательного стенда для полуосей и требования к разработке полуосей с учетом систематизации элементов трансмиссии, а также анализ развития тенденций проектирования полуосей в современном автопроме. Причина выбора принятой версии исследовательской работы также изучена и объяснена.

Вторая глава посвящена расчету тягово-динамических данных легковых автомобилей 2 класса и описывает основные характеристики тензометрических датчиков.

Третья глава содержит обзор структурных изменений. Описаны модернизированный стенд и методы исследования.

Выбрана организационная модель производства, подтверждающая соответствие законодательным нормам проекта с точки зрения безопасности и экологичности, описаны рабочее положение и использованное специальное оборудование, выявлены небезопасные и вредные производственные факторы.

В экономической части произведен расчет стоимости проектируемого стенда и точки безубыточности проекта. Экономическая рентабельность проекта доказана.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки на 103 страницах, включая графическую часть на 10 листах формата А1, 28 таблиц и список из 22 источников.

ABSTRACT

Theme of the diploma project is: "Modernization of the stand to determine the Flexural stiffness of the semi-axles of the car." The object of the specialist's research is the semi-axles of a class 2 car.

The purpose of the diploma project is modernization of the stand and the determination of the flexural stiffness of the semi-axes. The first chapter explains the task of modifying the test stand for semi-axes and the requirements for the development of semi-axes, taking into account the systematization of transmission elements, as well as analyzing the development trends of semi-axes design in the modern automobile industry. The reason for the choosing the accepted version of the research work is also studied and explained.

The second Chapter is devoted to the calculation of traction-dynamic data of 2 class passenger cars and describes the main characteristics of strain gauges.

The third chapter provides an overview of structural changes. The modernized stand and research methods are described.

The organizational model of manufacturing is chosen, confirming the compliance of the legal standards of the project from the perspective of non-hazardous and environmentally friendly, the working position and the used special equipment are described, unsafe and harmful production factors are detected.

In the economic part, the calculation of the cost of the designed stand and the break-even point of the project were made. The economic profitability of the project has been proved.

The thesis consists of an explanatory note on 103 pages, including a graphic part on 10 sheets of A1 format, 28 tables and a list of 22 sources.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Состояние вопроса	7
1.1 Назначение системы	7
1.2 Требования, предъявляемые к конструкции системы.....	9
1.3 Классификация стендов.....	12
1.4 Обзор и тенденции развития стендов	13
1.5 Выбор и обоснование модернизированной конструкции стенда.....	21
2 Конструкторская часть	22
2.1 Основные характеристики тензодатчиков сопротивления.....	22
2.1.1 Виды тензодатчиков сопротивления.....	23
2.1.2 Материал для изготовления тензодатчиков сопротивления.....	24
2.1.3 Крепление тензодатчиков сопротивления детали	26
2.1.4 Наклеивание проволочных тензодатчиков на детали	28
3 Тягово-динамический расчёт автомобиля Lada Priora.....	31
3.1 Подготовка исходных данных для тягового расчёта	31
3.2 Определение передаточного числа главной передачи	34
3.3 Расчёт внешней скоростной характеристики.....	35
3.4 Определение передаточных чисел коробки передач.....	38
3.5 Тяговый баланс автомобиля.....	41
3.6 Динамическая характеристика автомобиля.....	44
3.7 Разгон автомобиля	46
3.8 Время и путь разгона автомобиля	50
3.9 Мощностной баланс автомобиля.....	55
3.10 Топливо-экономическая характеристика	57
4 Исследовательская часть	59
4.1 Описание стенда.....	59
4.2 Принцип работы стенда.....	60
4.3 Методика проведения исследования.....	60

5	Экономическое обоснование и эффективность проекта.....	67
5.1	Перечень стадий и этапов выполнения НИиОКР.....	68
5.2	Расчёт сметы затрат на НИиОКР.....	72
5.3	Расчёт показателей экономической эффективности НИиОКР.....	79
5.4	Анализ полученных экономических показателей.....	81
6	Безопасность и экологичность проекта.....	82
6.1	Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций.....	82
6.1.1	Описание технологического оборудования.....	84
6.2	Опасные и вредные производственные факторы, имеющие место при выполнении операции сборки стенда.....	86
6.2.1	Механические травмы.....	86
6.2.2	Климатические условия.....	87
6.2.3	Поражение электрическим током.....	87
6.2.4	Токсичные вещества.....	88
6.2.5	Взрыво и пожароопасность.....	88
6.3	Воздействие производственных факторов на организм рабочих.....	90
6.4	Мероприятия по созданию безопасных условий труда.....	91
6.4.1	Организационные мероприятия.....	91
6.4.2	Планировочные мероприятия.....	91
6.4.3	Технические мероприятия.....	92
6.5	Обеспечение электробезопасности на производственном участке.....	93
6.6	Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке.....	93
6.7	Экологическая экспертиза разрабатываемого объекта.....	94
6.8	Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях.....	95
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	97
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	98
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	100
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	101

ВВЕДЕНИЕ

Крутящий момент передаётся к основным колесам в вариации от вида подвески колес либо благодаря цельным валам полуосей, либо с помощью карданных валов. Полуоси используются в приводе неуправляемых колес; карданные передачи с обычными шарнирами - в приводе неуправляемых колес с поддресоренной основной передачей; полуоси с шарнирами одинаковых угловых скоростей – в приводе управляемых колес.

Привод к основным колесам обязан гарантировать полное отсутствие пульсации момента и частоты вращения равно как к неуправляемым, так и к управляемым колесам при целом ходе колеса, дозволяемого подвеской машины.

В данном дипломном проекте была проведена модернизация стенда с целью установления изгибной жесткости полуосей легковой машины.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение системы

С помощью трансмиссии, в авто выполняется передача крутящего момента от ДВС к основным колесам. Одновременно с этим передаваемый крутящий момент меняется согласно величине и делится в установленной пропорции между основными колесами.

«Крутящий момент в ведущих колесах машины находится в зависимости от передаточного числа коробки, которое равняется отношению угловой скорости коленчатого вала двигателя к угловой скорости ведущих колёс» [3]. Передаточное число коробки избирается в зависимости от функции машины, характеристик его двигателя и необходимых динамических достоинств.

Трансмиссия состоит из:

1. сцепления;
2. коробки передач;
3. карданной передачи;
4. главной передачи;
5. дифференциала;
6. ШРУСов;
7. полуосей;

Сцепление дает возможность на короткий период отсоединить коробку от двигателя и гарантирует мягкое введение коробки во время трогания машины с точки либо при переключении передач.

«Коробка передач предназначается для создания разных тяговых усилий на ведущих колесах посредством перемены крутящего момента, передаваемого от двигателя к карданному валу, а еще с целью перемены

направления вращения ведущих колес при перемещении задним ходом и ради отключения трансмиссии от мотора на продолжительный период» [1].

Карданная передача дает возможность осуществлять передачу крутящего момента, при изменяющемся угле между осями вала КП и основного вала главной передачи.

Главная передача предназначена чтобы передать крутящий момент с карданного вала к полуосям, а кроме того ради снижения количества оборотов основных колес согласно отношению к количеству оборотов карданного вала. Снижение частоты вращения элементов коробки уже после главной передачи приводит к повышению крутящего момента и, в соответствии с этим, повышает тяговые усилия на колесах.

«Дифференциал гарантирует возможность вращения правого и левого основных колес с различными скоростями на поворотах и шероховатой дороге. 2 полуоси, сопряженные с дифференциалом посредством полуосевых шестерен, передают крутящий момент с дифференциала к правому и левому основным колёсам» [1].

Шарниры равных угловых скоростей (ШРУСы) гарантируют передачу крутящего момента при углах поворота вплоть до семидесяти градусов касательно оси, применяются в концепциях привода управляемых колёс легковых машин с независимой подвеской.

Полуоси предназначаются в целях передачи крутящего момента двигателя с дифференциала к основным колесам через шарниры равных угловых скоростей.

В этом дипломном проекте были изучены составляющие трансмиссии, а кроме того проведена модернизация стенда для измерения изгибной жесткости полуосей.

Стенд для определения изгибной жёсткости полуосей необходим в следующих целях:

1. Для проведения лабораторных тестирований студентами;
2. Для облегчения трудоёмкости выполнения тестирований;

1.2 Требования, предъявляемые к конструкции системы

Ключевые условия, ставящиеся перед полуосями:

- давать возможность передачи крутящего момента к колёсам машины, не допуская появления пульсации во время их вращения при различных угловых скоростях;
- являться предохранительным элементом в моменты возникновения критических и динамических нагрузок в конструкции трансмиссии;

Приступим к анализу вышесказанных условий, а так же их использование.

Механизм исполнения передачи крутящего момента.

Во время осуществления перемещения авто по поверхности проезжей части, имеющей огромное количество как мелких, так и крупных неровностей. А так же во время выполнения поворотов и разворотов необходимо добиваться условий, при которых передача крутящего момента посредством полуосей будет происходить без проявления пульсаций во время вращения колес с непостоянной угловой скоростью.

В ситуации, когда не допускается проявление пульсации во время передачи крутящего момента, корреляция моментов отстающего и забегающего колёс удерживается неизменной.

Явление пульсации проявляется во время появления колебаний вращающихся полуосей.

Во время возникновения пульсации полуосей осуществляющих передачу крутящего момента корреляция моментов забегающего и отстающего колёс претерпевает изменения. Так же из-за пульсации изменяется корреляция угловых скоростей. То есть пульсация

неблагоприятно проявляется на многие ТТХ авто, в частности на вездеходность.

Наиболее из распространённых технологий устранения пульсации является придание полуосям требуемой жёсткости, устанавливаемой углом закручивания. Общеизвестно, что каждый метр длины полуоси не должен допускать угла закручивания превышающий восемь градусов. Если же допустить большие значения угла закручивания, то велика вероятность появления колебаний, а далее резонанса.

Во время использования автомобиля из-за появления критически высоких динамических нагрузок появляется опасность поломки элементов трансмиссии. Поэтому полуоси намеренно изготавливают наиболее слабым элементом, так как именно полуоси легче всего заменить из всего состава трансмиссии, то есть полуоси, по сути, еще являются и предохранителями трансмиссии.

Исполнение роли предохранителя полуосью достигается с помощью специальных конструктивных и технологических процедур. В ходе этих процедур обозначаются габаритные размеры полуоси, применяемый сплав металла, способы обработки, вид закалки и прочее.

Одним из ключевых способов, используемых при разработке или оценке годности автомобилей, их блоков и элементов к обычной эксплуатации, считаются проверки коробки в сборе и их элементов по отдельности.

«Тестирования трансмиссии, а также её единичных агрегатов выполняют в дорожных или же лабораторных условиях с целью установления данных блоков, коэффициента полезного действия, температурных режимов работы, шумности и вибраций, жесткости и статической прочности, надежности, долговечности» [2]. Помимо этого, изучают и прочие задачи, сопряженные с работой элементов коробки: подборка масел, работа буксования сцепления, исследование течения переключения передач в механических трансмиссиях.

Методы выполнения тестирований зависят от их задач. На стендах в основной массе случаев исследуют каждый модуль коробки. В дорожных обстановках изучают, как правило, работу целой коробки и связь её отдельных элементов. Понимать работу коробки машины необходимо при разборе крутильных и изгибных колебаний, нахождении циркулирующей мощности, изыскании реальных температурных режимов блоков, исследовании реальных нагрузочных режимов в дорожных обстоятельствах.

При исследовании крутильных колебаний коробки авто обнаруживают резонансные режимы и исследуют переходные течения, появляющиеся при подключении сцепления в миг трогания машины с точки и при переключении передач. Помимо этого, исследуют воздействие конструктивных характеристик на появление в коробке крутильных колебаний.

Крутильные колебания инициируют высокий уровень шума работы коробки особо у много приводных машин и имеют все шансы стать основанием неисправностей максимально нагруженных элементов коробки. Изгибные колебания коробки машины, так же как и крутильные, имеют все шансы быть фактором высокого шума и неисправностей картеров сцепления и КП. Возбудителями данных колебаний считаются неуравновешенные массы вращающихся элементов коробки и, в первую очередь всего, карданного вала и маховика двигателя.

В данной работе заинтересованность устремляется на стенд для определения изгибной жёсткости полуосей машины. Стенд был создан и модернизировался намеренно с целью упрощения замеров, возможности осуществлять замеры жесткости полуосей переднеприводной легковой машины студентами в процессе выполнения лабораторных занятий.

Условия, предъявляемые к стенду:

- Рама обязана быть произведена из твёрдого и крепкого материала.

- При нагружении рама никак не обязана скручиваться ради обеспечения точных показаний при снятии характеристик.
- Полуось обязана быть установлена в соответствии с руководством во избежание травмирования при проведении замеров.
- Стенд обязан иметь вероятность нагрузки полуосей усилием вплоть до 1500 Н/м.
- Полуось обязана быть закреплена относительно рамы с двух сторон при обеспечении недоступности закручивающего момента.

1.3 Классификация стендов

С помощью стендов для контроля и изучения деталей трансмиссии обычно находят:

1. срок службы деталей трансмиссии;
2. прочностные характеристики трансмиссии;
3. контроль за температурным режимом работы;
4. величины звука работы и сотрясения элементов;
5. площадь зацепления зубцов шестерен;

В подавляющем большинстве проводимых экспериментов применяются универсальные стенды, благодаря им можно устанавливать сразу несколько значений, такие стенды дают возможность многократно понизить затраты по времени и финансам.

Технологические процессы производства с момента изобретения автомобиля крайне изрядно осовременились. В наши дни авто стало довольно трудоемким в плане разработки и производства, соответственно и произвести диагностику различных поломок стало сложнее. Ради этого формируются разнообразные стенды, диагностическое, и различное испытательное спецоборудование.

1.4 Обзор и тенденции развития стендов

Стенды позволяют характеризовать таким образом:

1. Для испытания бензиновых и дизельных моторов. С целью тестирования топливных элементов. Определение мощностного баланса двигателей. Ресурсные тестирования. Обкаточные. Многоцелевые, с целью использования наиболее новейших агрегатов или систем в ДВС;
2. Для тестирования сцеплений. Проверка ведомого диска. Тестирования нажимного диска и фрикционных накладок. Проверки на срок службы;
3. Исследование КП, проверки срока службы;
4. Исследование отдельных блоков и узлов трансмиссии;

Стенды, которые позволяют испытывать отдельные составные части трансмиссии с помощью разных методов, структурируют по следующим группам:

- с непосредственным нагружением;
- с замкнутым контуром;
- с динамической загрузкой;
- с загрузкой от маховых масс;

В первую группу входят стенды, предназначенные для испытания как отдельных узлов и агрегатов трансмиссии, так и всей трансмиссии. Работа в таких стендах создаётся благодаря электрическим двигателям, прекращение работы с помощью тормозов. Положительными сторонами этих стендов можно назвать легкость проведения испытаний, простой способ расчета

коэффициента полезного действия и т.д. К отрицательным же сторонам можно отнести большие энергозатраты. Но, если установить генератор для торможения, то появляется возможность ощутимо сократить расход.

Благодаря стендам второй группы имеется возможность исследовать детали трансмиссий на срок эксплуатации и шум, а также определяют наилучшие виды смазок. Тут нагрузка возникает с помощью сил упругости, но при этом в данных стендах очень маленький расход энергии.

«Испытываемая раздаточная коробка объединена карданными валами с технологической раздаточной коробкой. Концепция приводится в оборот электродвигателем через муфту. 2 замкнутых контура системы, присутствие которых нужно для тестирования всех без исключения шестерен валов и подшипников раздаточной коробки, формируются редукторами и валами» [6].

Нагружающие приборы сделаны в облике вращающихся цилиндров. Высокое давление в полостях вращающегося цилиндра образовывается маслом, прибывающим посредством отверстий от гидронасоса. Этим самым формируются необходимые крутящие моменты в замкнутых контурах. С целью контроля установленного проекта тестирований раздаточной коробки в концепции учтены преобразователи частоты вращения и крутящих моментов.

Используя стенды третьей группы, в которых образование динамической нагрузки осуществляется с помощью гидровибраторов и гидропульсаторов. С помощью таких стендов испытывают элементы трансмиссии на рабочий период.

Проводя испытания на стендах четвертой группы, мы можем снимать измерения со сцеплений и синхронизаторов коробок на истирание, отдельных блоков коробки на усталость. Кроме того, так же на этих стендах позволяет предельно реально конструировать истинные нагрузочные режимы, не включая в состав стенда различные гидро- и электроприборы.

Тем не менее, устройство данных станков всё равно является не простым, а так же затраты на электричество очень высоки.

В тестированиях используют для установления крутильных, изгибных жесткостей токосъемные приборы. Наиболее важной деталью этих приборов являются щетки, которые, фиксируются в специальных щеткодержателях, соприкасаясь с коллектором либо же с кольцами. Щётки являются проводящим элементом от обмотки ротора к закрепленным токопроводникам. Держатели щеток крепят в щеточных пальцах.

Производство щёток осуществляется следующим образом: токопроводящие вещества измельчаются до сыпучей консистенции, соединяются с клеящими веществами и впрессовываются, их главным достоинством является очень низкое сопротивление и хорошее пришлифовывание к вращающимся элементам. Наиболее распространенные материалы для производства щёток являются:

- графит;
- кокс;
- сажа;

Не является редкостью, когда в исходную смесь добавляют металлы, которые являются отличными электропроводниками (медь, алюминий). Но так же могут добавлять и прочие виды металлов, например, подсыпание измельченного свинца или олова придаёт щеткам большей пластичности, а так же уменьшает колебания.

Из всего вышеперечисленного все щётки можно разделить на следующие категории:

- угольно-графитные;
- графитные;
- электрографитированные;
- металлографитные;

Щётка может иметь в своем составе 1 или же 2 медных провода, имеющие кабельные наконечники, с помощью которых они крепятся к бракетам или щёткодержателю. Но, есть конструкции, где ток отводится по пружине, надавливающая щётку к коллектору. Щётки подбираются по многочисленным параметрам. Наиболее лучшим способом подбора щётки, является экспериментальный способ, главное условие – отсутствие искрения. Из этого следует, что другой вид щетки устанавливать взамен старой не допускается, исключая случаи в которых это допускается производителем. Наиболее идеальный режим работы контакта получается при верно рассчитанном степени нажатия щётки, зависящее от выражения площади контакта и прилагаемого давления.

При верно рассчитанном усилии нажатия щетки пропадает опасность появления искрения при трении, способное вызвать сгорание взаимодействующих деталей.

Щетка крепится в проеме держателя, а обойма направляет её. Нажимное действие щетки на кольцо или коллектор осуществляется благодаря пружине и рычагу.

Но в больших машинах так же может присутствовать ещё одна пружинка, она выполняет функцию амортизации, при этом она должна быть изолирована диэлектриком. В свою очередь, держатель присоединяется к коробочке с помощью крепежных элементов через специальные выемки, данное решение даёт возможность сдвигать его к коллектору.

Но нельзя забывать, что во время работы соприкасаемые поверхности истираются, поэтому пружинка укорачивается. Следовательно, сила нажатия падает. Для избежания уменьшения силы нажатия, точку нажатия устанавливают так, чтобы при истирании щётки плечо усилия повышалось, это решение препятствует уменьшению нажатия щётки.

Так же в машинах других типов могут применяться держатели, установленные под определенным углом. Благодаря такой конструкции верхняя граница наклонена и это дает очень устойчивое прижатие к обойме.

Такое устройство позволяет щётке всегда быть жестко закрепленной. Но могут случаться серьезные искривления положения относительно прежней позиции, в результате этого, движение щетки сильно усугубляется и контакт становится слабым.

Эпизод, из-за которого возникает риск отклонения положения щётки удается вычислить, зная силу трения и промежуток между соприкасающимися элементами. Чем больше эпизод, тем фатальнее будет получаться искажение щётки с ухудшением её подвижности и степени соприкосновения с коллектором, следовательно, держатель и коллектор имеют незначительные промежутки. Так же величина промежутка зависит от значения напряжения и масштабов машины.

Так же изменение позиции щетки может быть вследствие неправильно приложенной силы нажатия или же из-за несоответствующих системе пружин.

Роль проводника электроэнергии выполняет металлический провод. А в миниатюрных машинах ставятся щеткодержатели с непосредственным нажатием пружины одним концом, а другой конец пружины упирается в колпачок, находящийся в держателе.

Пальцы держателей изготавливают в форме округлых стержней и в форме призмы.

Округлые пальцы производят из прочных и относительно дешевых металлов, закрепляют их стопором с одной из сторон в ушке траверсы.

Если же в машине используется постоянный ток, то палец еще выполняет роль проводника, но со стороны траверсы окончание обязательно изолируют с помощью изолирующих материалов (ПВХ, резина и т.д.). Пальцы, изготавливаемые в форме призмы обычно, производят из обычных видов стали, так же как и у округлых пальцев один конец этих пальцев так же покрывается слоем изолирующего материала. Плюсами пальцев этой формы являются: более дешевое производство и простота конструкции.

Так же в малогабаритных машинах траверса выполняется в форме звезды, а количество лучей этой звезды равняется числу полюсов, еще траверса стопорится с помощью стопора, чтобы не возникали ситуации, при которых траверса может повернуться.

В некоторых видах моторов могут применяться зажимные держатели с обращаемым гнездом под щетки. Зажимные держатели могут применяться только в тех моторах, в которых мощность невелика и можно смело использовать по одной щётке на кольцо. Но так же могут устанавливать и по две щетки для увеличения прочности.

Изгибные колебания коробки машины, так же как и крутильные, имеют все шансы являться фактором высокого шума и неисправностей картеров сцепления и КП. Возбудителями этих колебаний считаются неустойчивые массы вращающихся элементов коробки и, в первую очередь в целом, карданного вала и маховика мотора. Максимальные изгибные колебания появляются при резонансе, когда частота возбуждающего момента сходится с собственной частотой изгибных колебаний коробки, в особенности в трансмиссиях тех легковых машин, которые обладают небольшой жесткостью картеров сцепления и коробок.

Амплитуды, частоты, а также формы изгибных колебаний определяют с помощью виброизмерительной аппаратуры. При экспериментальном определении форм изгибных колебаний трансмиссии автомобиль устанавливают на жестких опорах так, чтобы задние колеса не касались дорожного полотна. Преобразователи перемещений фиксируют амплитуды колебаний по всей длине двигателя и трансмиссии в точках, в которых они установлены. При исследовании циркулирующей мощности в трансмиссии полноприводных автомобилей измеряют крутящие моменты на карданных валах или полуосях. Особое значение имеет методика проведения испытаний, когда циркулирующие моменты невелики.

«Изгибные колебания присущи агрегатам, имеющим большую длину. Изгибные колебания силового агрегата возникают при продольном его

расположении на автомобиле. В трансмиссии заднеприводных автомобилей изгибные колебания возникают в длинных карданных валах при отсутствии промежуточной опоры» [7].

В переднеприводных автомобилях также присутствуют изгибные колебания полуосей. Наличие изгибных колебаний может привести к ухудшению плавности хода, увеличению вибрации и внутреннего шума в автомобиле, а в ряде случаев и к вибрационным поломкам картерных деталей силового агрегата.

Существенное значение имеет жесткость стыков между агрегатами, входящими в состав силового агрегата (картеры маховика, сцепления, коробки переключения передач, удлинителя и делителя). Возбудителями изгибных колебаний силового агрегата и полуосей на легковых автомобилях могут быть неуравновешенные силы инерции второго порядка ДВС Р-4, а на грузовых автомобилях - повышенный динамический дисбаланс длинного карданного вала.

Последнее наблюдалось на первых опытных образцах автомобилей МАЗ и КАМАЗ, что приводило к появлению трещин в картере сцепления в районе крепления гидропривода сцепления. Изгибные колебания силового агрегата вызывали поломки картерных деталей и на грузовых автомобилях семейства ГАЗ из-за повышенного дисбаланса маховика, когда в эксплуатации снимали ограничитель числа оборотов ДВС.

«Трещины на картере сцепления появлялись на легковых автомобилях ГАЗ-24 при наличии удлинителя и отсутствии промежуточной опоры в карданной передаче. В этом случае длинный карданный вал, совершая изгибные колебания, передавал вибрацию, что приводило к значительному увеличению шума в задней части пассажирского помещения» [8].

Изгибные колебания могут возникать также в деталях, соединяющих силовой агрегат и раму (кузов). Такое явление наблюдалось на первых опытных образцах автомобилей Москвич-2141. Выяснилось, что поперечина, на которую опирались две передние опоры ДВС, имела основную частоту

изгибных колебаний около 140 Гц. Это было вызвано неуравновешенной силой инерции 2-го порядка ДВС и приводило к увеличению шума в автомобиле при 4200 об/мин. Было изготовлено много более жестких образцов опытных конструкций поперечины, однако эта частота существенно не изменилась. Только при изменении способа крепления поперечины к кузову частота повысилась примерно до 190 Гц. Экспериментальные исследования изгибных колебаний можно разделить на две стадии. Первая стадия испытаний протекает, когда система не является рабочей. Эти испытания подразделяются на два типа, на основе использования их данных. Испытания делятся на статические и динамические соответственно. Благодаря испытанию первого типа можно спокойно находить характеристики жёсткости и массы. А испытания второго типа - частоты и формы колебаний валов или роторов без вращения. Возбуждают изгибные колебания, используя различные виброагрегаты, а снимают частоты и амплитуды колебаний с помощью тензометрических датчиков.

В следующем этапе выискивают динамические, а так же статические моменты, которые нагружают объект во время работы. Кроме того, можно выяснить, возможно ли образование явления резонанса и допустимую максимально возможную скорость. Результаты исследований помогают создать четкое представление о динамическом состоянии агрегата и находить лучшие способы устранения различных проблем. Чтобы определить вариант функции нагрузки применяют как тензометрирование валов, так и вибрографированием частей картеров, которые напрямую соприкасаются с испытуемом валом.

«Тензометрирование позволяет определить постоянные и переменные составляющие деформации вала в месте наклейки тензометра. Если увеличение первых свидетельствует о степени приближения частоты вращения вала к критическим оборотам, то вторые характеризуют уровень изгибных колебаний вала» [5].

Тензодатчики применяются с той же базой, что и для измерения крутильных колебаний вала.

Источником изгибных колебаний является сам процесс работы машины. Кроме того, так же причиной могут являться:

- конструктивные нарушения;
- технологические нарушения;
- производственные нарушения;

При определении частоты собственных изгибных колебаний вал рассматривают как призматическую многопролётную балку, нагруженную по той схеме, которая ближе всего к реальному нагружению. Теоретическое решение этой задачи часто связано с трудностями использования математического аппарата. Для приближенного определения частоты собственных изгибных колебаний пользуются формулой (1.1):

$$w = \frac{\sqrt{g}}{f} \quad (1.1)$$

где, g - центробежное ускорение;

f - прогиб вала;

1.5 Выбор и обоснование модернизированной конструкции стенда

В этом дипломном проекте, задачей является проведение модернизации стенда: разработка плана измерений изгибной жесткости полуоси, составление электрической схемы измерений, наклейка тензометрических датчиков, тарировка тензометрических датчиков, проведение испытаний на определение изгибной жёсткости полуосей. Важной деталью является то, что стенд не должен включать в свой состав множество подключаемых дополнительных приборов, что позволяет уменьшить трудоёмкость во время

модернизации стенда и проведения всех испытаний. Так же необходимо, чтобы процесс снятия различных данных был как более простым.

2 Конструкторская часть

2.1 Основные характеристики тензодатчиков сопротивления

Проволочные, а так же фольговые тензометрические датчики сопротивления согласно сопоставлению с иными датчиками обладают несколькими внушительными положительными сторонами. Небольшие габариты и массу, несложны и недороги в производстве, восприимчивы к статическим и динамическим деформациям, их несложно присоединять к исследуемому телу и т. д.

Суть работы проволочного и фольгового тензометрических датчиков базируется на свойстве восприимчивого звена, переменять собственное сопротивление во время деформации элемента, к которому этот датчик наклеен. Данное случается отнюдь не только лишь в связи с переменной геометрических габаритов, однако, и с переменной физических качеств восприимчивого звена.

Исследованиями определено, что восприимчивость к деформации разнообразных сплавов колеблется в существенно более обширных границах (0,4—10). Данное колебание разъясняется тем, что удельное сопротивление использованных материалов при деформации меняется. Восприимчивость к деформации использованных материалов, использующихся в сегодняшний день в целях производства проволочных тензометрических датчиков сопротивления, находится в границах 1,9—2,9

2.1.1 Виды тензодатчиков сопротивления

Проволочные тензометрические датчики сопротивления (рисунок 3.1) разной формы производят интенсивнее всего с длиной от пяти и до двадцати миллиметров и сопротивлением от пятидесяти до двухсот Ом. В основной массе случаев основу тензометрического датчика избирают в зависимости от габаритов элемента, на которую его приклеивают. Таким образом, при измерении напряжений в зубьях шестерен, располагающих незначительным модулем, используют тензометрические датчики с длиной в три и пять миллиметров. В случаях, если габариты элемента никак не требуют, использования тензометрических датчиков с незначительной основой, могут использовать тензометрические датчики с основой двадцать миллиметров

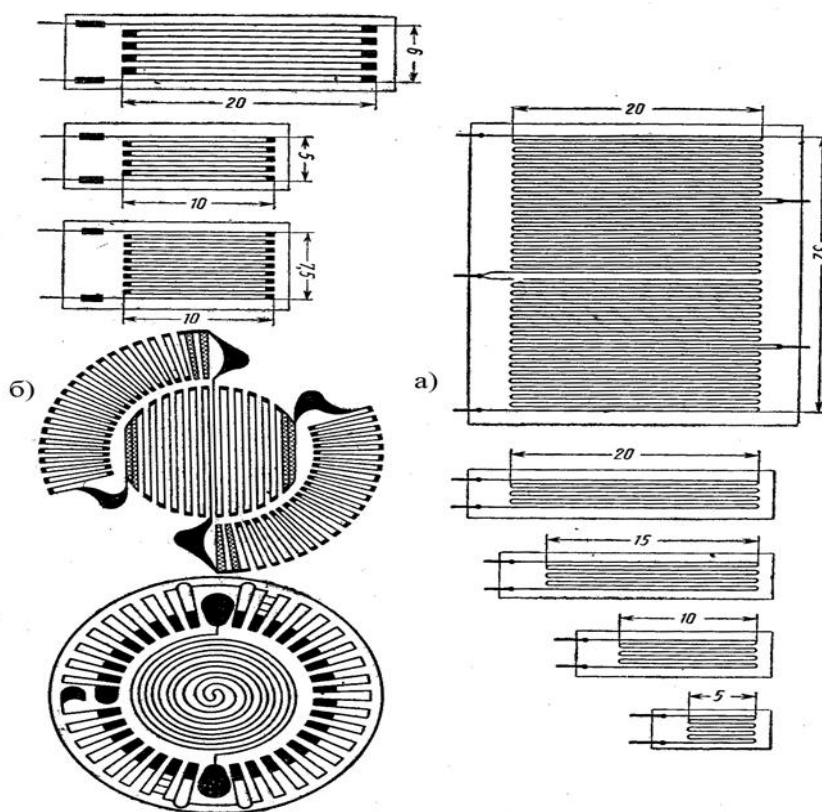


Рисунок 3.1 - Виды тензодатчиков сопротивления

а) проволочные, б) фольговые

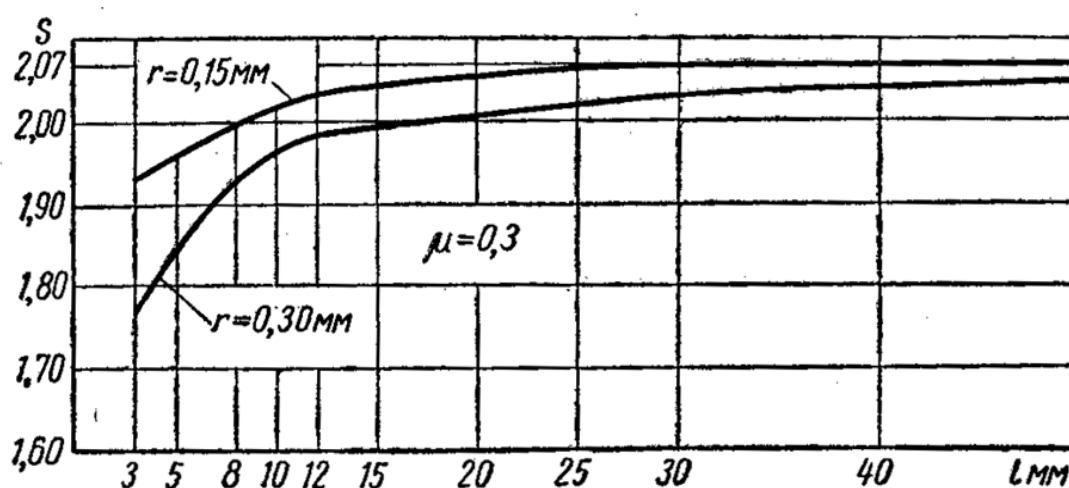


Рисунок 3.2 - Кривые зависимости восприимчивости проволочного тензометрического датчика сопротивления

На (рисунке 3.2) показаны кривые зависимости восприимчивости проволочного тензометрического датчика сопротивления, сделанного из константана, от длины l основы при разных значениях радиуса r к сетке тензометрического датчика. Окончания любой петли решетки делают наиболее обширными, что сокращает восприимчивость тензометрического датчика к поперечным деформациям. Обстоятельства остывания фольгового тензометрического датчика гораздо лучше, нежели проволочного, так как плоскость касания с элементом все больше, а промежуток от плоскости меньше. Тензометрическим датчикам из фольги несложно привнести разную необходимую конфигурацию.

2.1.2 Материал для изготовления тензодатчиков сопротивления

К используемым материалам, из которых производятся тензометрические датчики, выносят несколько важных условий.

Вот эти условия:

- высокое значение чувствительности к деформации;
- небольшой коэффициент сопротивления температуры;
- высокое удельное сопротивление;
- большая прочность;
- наиболее меньшая Э.Д.С;

В таблице 2.1 сведены характеристики константана, нихрома, хромеля и железохром-алюминиевого сплава, именно эти материалы лучше всего подходят для производства тензометрических датчиков. Проанализировав все данные таблицы можно сделать вывод о том, что самые лучшие данные показывает материал из железохром-алюминиевого сплава, у которого наибольшие шансы на широкое применение в производстве. К сожалению, промышленность пока не может разработать технологию по протяжке данного материала в проводник с диаметром до 0,02- 0,04 мм.

Таблица 2.1- Характеристики материалов, используемые в тензодатчиках

Материал и его состав в %	Чувствительность к деформации S	Температурный коэффициент эл. сопротивления	Удельное сопротивление	Т.э.д.с. в апре с медью	Предел прочности	температурный коэффициент линейного расш.
Константан	1,9-2,1	(от -50 до +50) 10^6	0,46-0,50	47	65	(14-15) 10^6
Нихром	2	(150 - 170) 10^6	0,9-1,7	22		14* 10^6
Хромель	2,5	(100 - 500) 10^6	0,7-1,1	16		14,8* 10^6

По этой причине на данный момент самым применяемым материалом из перечисленных является константан. В случае применения этого материала промышленные предприятия добились более лучших успехов и спокойно изготавливают константановую проволоку под маркой МНМц 40—1,5. Так же промышленные предприятия могут изготавливать константановую фольгу, которая идёт

на создание тензометрических датчиков. Особенности изготовления константа весьма интересны: чтобы стабилизировать константан ему осуществляют отжиг в вакуумной камере, нагнетая температуру до шестисот пятидесяти градусов Цельсия. С помощью отжига из константана убирается наклёп, а так же улучшает возможность константана к деформации. Кроме того, возрастает чувствительность и при этом, падает коэффициент температурного сопротивления. Но недостаток отжига заключается в том, что у константана падает прочность в 1,4-1,6 раза, а сами датчики, изготовленные из константана, могут применяться с температурой до четырехсот градусов Цельсия.

Преимущества нихромовых проводников заключаются в достаточно большом удельном сопротивлении и переносимость очень высоких температур. Поэтому, тензометрические датчики, изготовленные из нихрома используют, в случаях, когда исследования необходимо проводить при очень высоких температурах, до девятисот градусов Цельсия.

2.1.3 Крепление тензодатчиков сопротивления к детали

Приготовление поверхностей и подбор лучшей марки клея

Нужный участок исследуемой детали необходимо очень хорошо обрабатывать перед поклейкой на нее тензометрического датчика. Обработка производится в следующем порядке: Во-первых, с участка удаляют всю грязь, краски, окислы, и прочие загрязнения с помощью напильника или других подобных инструментах. Затем с помощью наждачных бумаг, имеющие различную зернистость затирают необходимую область с целью убрать все выемки и шероховатости. И в последнюю

очередь обрабатываемую поверхность обезжиривают с помощью ацетона или с помощью других обезжиривателей.

И только после всего вышеперечисленного начинается подбор вида клея, учитывая все условия в которых будет проводиться исследование. Клеи бывают высыхающими и полиризующимися.

Основным признаком, по которому определяют качество клея является его ползучесть. Степень ползучести находят от изменяемого значения тензометрического датчика, который оказывается под нагрузкой на протяжении шестидесяти минут и с показателем деструкции не более 0.1%. В таблицу 2.2 собраны ТТХ самых распространённых видов клея при проведении данных работ.

Во время изготовления тензометрических датчиков, при склеивании проволоки с бумагой используют быстросохнувший ацетоно-целлулоидный клей. Хотя раньше он еще применялся и при непосредственной наклейке тензометрических датчиков на испытуемый объект.

Таблица 2.2 – Характеристики основных видов клея

Наименование клея	Марка	Ползучесть в %	Время высыхания в часах при 20 С	Допустимая температура использования
Ацетоно-целлулоидный		2-20	10-12	±60
Карбиновый		1,5-11	30-36	±60
Бакелито-фенольный	БФ-2	2-4	48-72	+180
	БФ-4	2-4	48-72	-50
Кремненитроглифталевый	192-Т	1,5	12-18	±70

Помимо ацетоно-целлулоидного клея еще широко применяют карбинольный клей. Он одинаково хорошо подходит как для производства датчиков, так и для их приклеивания к объектам исследования.

Данный вид клея производится по следующей схеме. Сначала измельчают перекись бензоила и высыпают его в фарфоровую емкость, затем туда добавляется карбинольный спирт и полученную смесь растирают на протяжении получаса, до однородной консистенции. Этот клей можно использовать в течение двух часов с момента изготовления, затем он начинает полимеризоваться, на это ему нужно около тридцати

шести часов. Преимуществом этого вида клея является то, что он очень устойчив перед бензином, маслами, растворителями (в том числе органическими). Но он может использоваться при температурах не более шестидесяти градусов Цельсия, а так же он не приклеивает к латунным деталям.

Карбинольный клей очень продолжительное время используется при поклейке тензометрических датчиков, данный клей демонстрирует очень хорошие показатели в плане стабильности измерений и ползучести.

Еще представителями данной группы клеев являются БФ-2 и БФ-4. Достоинством клея марки БФ-2 является то, что его можно применять при температурах до ста восьмидесяти градусов по Цельсию. Высыхание и процесс полимеризации клея марки БФ-2 проходит так – вначале производится термообработка при сорока, пятидесяти градусах, продолжительностью два часа, а после сорок – пятьдесят минут с температурой сто пятьдесят градусов. Аналогичный порядок высыхания и полимеризации у клея марки БФ-4, только конечная температура полимеризации должна проходить при температуре в сто десять градусов. Данные марки клея хорошо выдерживают воздействие масел и керосина, а вот из-за ацетона и спирта он растворяется.

2.1.4 Наклеивание проволочных тензодатчиков на детали

Порядок склейки тензометрических датчиков с различными поверхностями отличается от вида датчиков и от вида клея применяемого при склеивании основы датчика.

В процессе наклеивания проволочного тензометрического датчика на картонной базе ацетоноцеллулоидным клеем на приготовленную плоскость элемента последний распределяют незначительным пластом, на каковой далее прикладывают датчик таким образом, для того чтобы маркировка на

элементе сходилась с осями, нанесенными на датчике. Оказывая давление на датчик, из него отжимают лишнюю часть клея, его убирают бумагой. В дальнейшем на протяжении пяти минут на датчик устанавливают груз массой в 500—600 г, а позднее просушивают на открытом воздухе на протяжении 10—12 часов.

Если же применяется клей марки БФ-2 для приклейки датчика с бумажной основой, то этот клей сначала наносят на поверхность детали, затем ему дают подсохнуть, после чего процедуру повторяют, только потом устанавливают датчик как необходимо и прижимают. Потом поверх накладывается кусочек картона и фиксируется липкой лентой. Затем, датчик вместе с деталью нагревают до температуры в сто восемьдесят градусов на два три часа. Или же деталь с датчиком склеиваются при комнатной температуре на протяжении двух трех дней.

В ситуациях, когда датчик будет использоваться при температурах, не превышающих двухсот градусов, решетку устанавливают не в бумаге, а в пленке, образованной клеем БФ-2. Порядок поклейки этих видов датчиков следующий, на нужный участок элемента размазывается небольшой слой клея БФ-2, и оставляют на два часа на открытом воздухе. Затем всё это подогрывается в течение часа с температурой в шестьдесят градусов и еще в течение часа уже при температуре сто градусов. После всего выше перечисленного детали дают остыть и процедуру повторяют вновь. И только потом приклеивают сам датчик, затем все это покрывают картонкой и кусочком металлической пластинки, фиксируя все это, теперь выполняется финальный нагрев детали с датчиком до ста пятидесяти – двух ста градусов продолжительностью шесть часов.

Если необходимо приклеить датчики, созданные с применением карбонильного клея, то сначала на поверхность детали прикладывают папиросную бумагу, которая предварительно пропитывается этим самым клеем и только затем уже приклеивается сам датчик. Прижимая датчик к детали из под него выходят излишки клея их убирают. Потом сверху на

датчик накладывается резиновая прокладка, которую зажимают прессом на двадцать четыре часа.

Разработка специальных марок клея, которые смогут выполнять свои функции при высоких температурах является довольно проблематичной целью, потому что при получении высоких жаропрочных достоинств начинают падать электроизоляционные характеристики. Еще такие марки клея должны иметь отличную адгезию, прочность, пластичность.

Если температуры не будут превосходить значения равным 250—300°C то в качестве клея изредка могут использовать кремнийорганический лак ФГ-9. Если решетка датчика сделана из константана и при производстве она была отожжена по специальной технике, то такие датчики могут выдерживать температуры до четырехсот пятидесяти – пятисот градусов. Если, решетка тензодатчика произведена из жаростойких сплавов, то можно его применять при температуре до семисот градусов Цельсия.

3 Тягово-динамический расчёт автомобиля Lada Priora

Исходные данные:

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

3.1 Подготовка исходных данных для тягового расчета

«Полная масса автомобиля» [12]:

$$\langle m_a = m_0 + m_c(n) + m_b \text{ [12]} \rangle \quad (3.1)$$

«где, m_a – снаряженная масса автомобиля» [12];

« m_0 – снаряженная масса автомобиля» [12];

« m_c – 75 кг масса человека» [12];

« n – число пассажиров, включая водителя» [12];

« m_6 – вес багажа по 10 кг на 1 пассажира» [12];

$$\ll m_a = 1088 + 75 * 5 + 10 * 5 = 1513 \text{ кг.} \gg [12]; \quad (3.2)$$

«Нагрузка по осям» [12]:

«- Нагрузка на заднюю ось 40%»[12].

«- Нагрузка на переднюю ось 60%»[12].

$$\ll m_1 = 1513 * 0.60 = 907.8 \text{ кг.} \gg [12]. \quad (3.3)$$

$$\ll m_2 = 1513 * 0.40 = 605.2 \text{ кг.} \gg [12]. \quad (3.4)$$

«Подбор шин» [12]:

$$\ll r_{cm} = 0.5 * d + \lambda_z * H \gg [12]. \quad (3.5)$$

«где, d – посадочный диаметр шины» [12].

« λ_z – коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин» [12].

$$\ll \frac{H}{B} = 0,65 \text{ мм} \gg [12]. \quad (3.6)$$

«На дорогах с твердым покрытием» [12]:

$$\ll r_{cm} \approx r_d \approx r_k \gg [12]. \quad (3.7)$$

где, « r_d – динамический радиус колеса» [12].

« r_k – радиус качения колеса» [12].

$$\ll r_{cm} = 0.5 * 0.3556 + 0.65 * (0.185 * 0.65) = 0.27 \gg [12]. \quad (3.8)$$

«Коэффициент обтекаемости» [12]:

$$\ll k = \frac{c_x * \rho}{2} \gg [12]. \quad (3.9)$$

где, « ρ – плотность воздуха в нормальных условиях 760 мм.рт.ст» [12].

« $\rho = 1,293$ » [12].

$$\ll k = \frac{0.32 * 1.293}{2} = 0.21 \gg [12]. \quad (3.10)$$

«Лобовая площадь» [12]:

$$\ll F = 0.8 * b_{\Gamma} * H_{\Gamma} \gg [12]. \quad (3.11)$$

где, « b_{Γ} – габаритная ширина автомобиля» [12].

« H_{Γ} – габаритная высота автомобиля» [12].

$$\ll F = 0.8 * 1.680 * 1.420 = 1.9 \text{ м.} \gg [12]. \quad (3.12)$$

«КПД трансмиссии автомобиля примем» [12]:

$$\langle \eta_{mp} = 0,92 \rangle [12]. \quad (3.13)$$

«Коэффициент сопротивления качению» [12]:

$$\langle F = f_0 \left(1 + \frac{V^2}{2000}\right) \rangle [12]. \quad (3.14)$$

где, « f_0 – коэффициент сопротивления качению автомобиля с малой скоростью» [12].

« V – скорость автомобиля в м/с» [12].

$$\langle V = \frac{180 * 1000}{3600} = 50 \frac{m}{c} \rangle [12]. \quad (3.15)$$

$$\langle f = 0.01 \left(1 + \frac{50^2}{2000}\right) = 0.027 \rangle [12]. \quad (3.16)$$

3.2 Определение передаточного числа главной передачи

$$\langle U_0 = \frac{r_k * W_{max}}{u_k * v_{max}} \rangle [12]. \quad (3.17)$$

где, « ω_{max} – максимальная угловая скорость коленчатого вала» [12].

« U_k – передаточное число высшей передачи, на которой достигается максимальная скорость автомобиля» [12].

$$\ll n_{\max} = 5600 \frac{\text{об}}{\text{мин}} \gg [12].$$

$$\ll \omega_{\max} = \frac{5600 * \pi}{30} = 586.43 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \gg [12]. \quad (3.18)$$

$$\ll u_k = 0.78 \gg [12].$$

«Передаточное число главной передачи» [12]:

$$\ll u_0 = \frac{0.276}{0.78} * \frac{586.43}{50} = 4.15 \gg [12]. \quad (3.19)$$

3.3 Расчет внешней скоростной характеристики

«Мощность двигателя при максимальной скорости» [12]:

$$\ll n_v = \frac{1}{\eta_p} (g_a * \psi_v * v_{\max} + \frac{c_x * \rho}{2} * F * v_{\max}^3) \gg [12]. \quad (3.20)$$

где, « ψ_v – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля» [12].

«Полный вес автомобиля» [12]:

$$\ll G_a = m_a * g \gg [12]. \quad (3.21)$$

$$\langle g_a = 1513 * 9.81 = 14842.53 \text{ Н} \rangle [12]. \quad (3.22)$$

$$\langle \psi_v = f \rangle [12]. \quad (3.23)$$

$$\langle n = \frac{1}{0.92} (14842.53 * 0.027 * 50 + \frac{0.32 * 1.293}{2} * 1.9 * 50^3) = 75145 \text{ Вт} \rangle [12]. \quad (3.24)$$

«Максимальная мощность двигателя» [12]:

$$n_{\max} = \frac{n_v}{\alpha * \lambda + b * \lambda^2 - c * \lambda^3} \quad (3.25)$$

«где, a, b, c – эмпирические коэффициенты» [12].

$$\langle a = b = c = 1 \rangle [12]. \quad (3.26)$$

« $\lambda = \frac{\omega_{\max}}{\omega_N}$ - отношение частоты вращения коленчатого вала при максимальной скорости к частоте вращения коленчатого вала при максимальной мощности» [12].

«Принимаем $\lambda = 1,15$ » [12].

$$\langle \omega_N = \frac{\omega_{\max}}{\lambda} \rangle [12]. \quad (3.27)$$

$$\langle \omega_N = \frac{586,43}{1,15} = 509,94 \text{ рад сек} \rangle [12]. \quad (3.28)$$

$$\langle n_{\max} = \frac{75145}{1 \cdot 1.15 + 1 \cdot 1.15^2 - 1 \cdot 1.15^3} = 78965 \text{ Вт} \rangle [12]. \quad (3.29)$$

«Рассчитываем внешнюю скоростную характеристику» [12]:

$$\langle N_e = N_{\max} \left(a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \frac{\omega_e}{\omega_N}^2 - c \frac{\omega_e}{\omega_N}^3 \right) \rangle [12]. \quad (3.30)$$

где, « ω_e – текущее значение угловой скорости коленчатого вала (рад/сек)» [12].

« N_e – текущее значение эффективной мощности двигателя (Вт)» [12].

«Для построения кривой эффективного момента двигателя применим формулу» [12]:

$$\langle M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \rangle [12]. \quad (3.31)$$

«Выбрав 7 значений в диапазоне $\omega_{\min} \dots \omega_{\max}$, рассчитаем зависимости, $N_e \omega_e$ и $M_e \omega_e$. Результаты расчётов сводим в таблицу 3.1» [12].

Таблица 3.1 – зависимости эффективного момента двигателя [12].

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

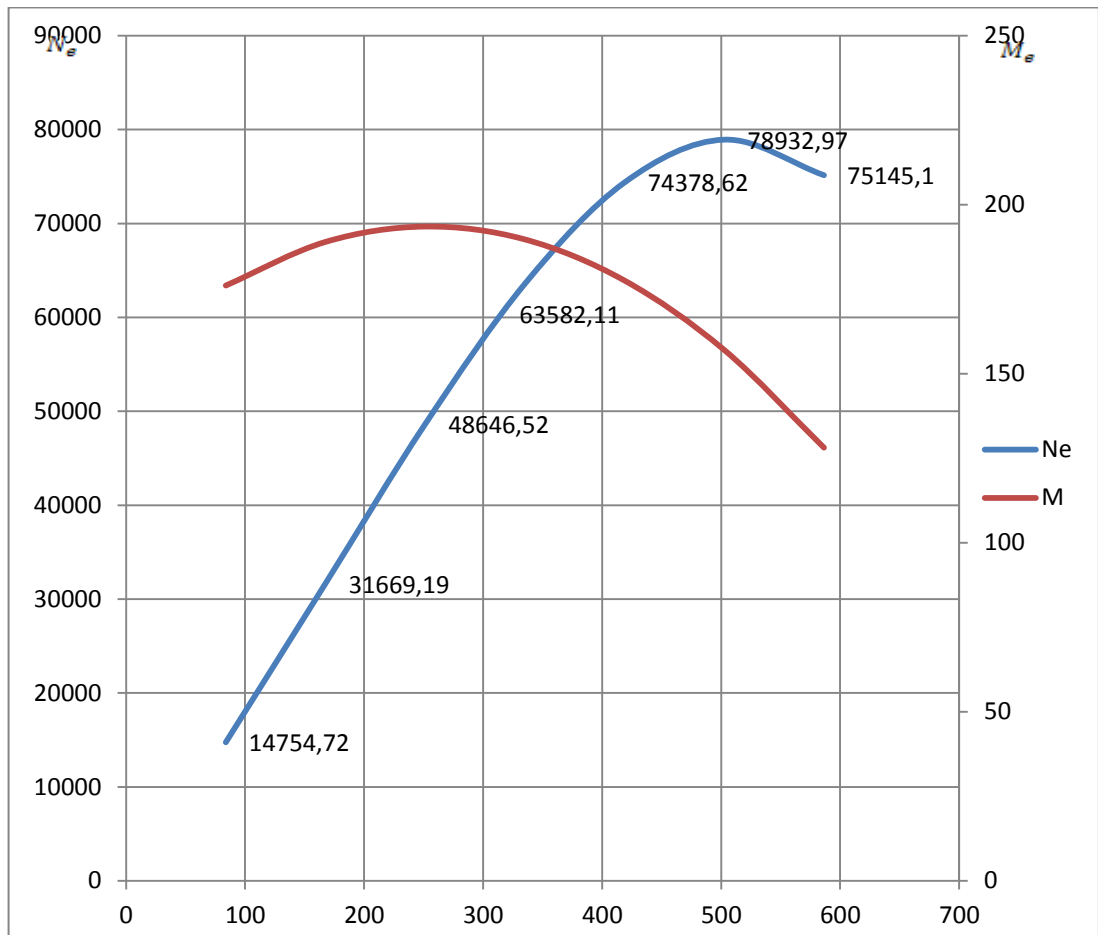


Рисунок 3.1 - Внешняя скоростная характеристика двигателя [12].

3.4 Определение передаточных чисел коробки передач

«Определим передаточное число первой передачи» [12]:

$$\left\langle \frac{M_{max} \cdot \eta_{тр} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \geq G_a \cdot \psi_{max}, \text{ или } U_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{max} \cdot r_k}{M_{max} \cdot \eta_{тр} \cdot U_0} \right\rangle [12]. \quad (3.32)$$

где, « U_0 – передаточное число главной передачи» [12].

« U_1 – передаточное число коробки передач при включенной первой передаче» [12].

«Во избежание буксования ведущих колес тяговая сила на первой передаче должна быть меньше силы сцепления колес с дорогой» [12].

$$\left\langle \left\langle \frac{M_{max} \cdot \eta_{тр} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \leq G_{сц} \cdot \varphi, \text{ или } U_1 \leq \frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{max} \cdot \eta_{тр} \cdot U_0} \right\rangle \right\rangle [12]. \quad (3.33)$$

где, « $G_{сц}$ – сцепной вес автомобиля» [12].

« φ – коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой» [12].

$$\left\langle G_{сц} = m_1 \cdot G_1 = 907,8 \cdot 9,81 = 8905,52 \right\rangle [12]. \quad (3.34)$$

где, « G_1 – вес, приходящийся на переднюю ось автомобиля» [12].

« m_1 – коэффициент перераспределения нагрузки на передние колеса» [12].

« $m_1 = 0,9$ » [12].

« $\varphi = 0,7$ (сухое асфальтированное шоссе в состоянии)» [12].

$$\left\langle G_{сц} = 8905,52 \cdot 0,9 = 8014,97 \text{ Н} \right\rangle [12]. \quad (3.35)$$

$$\left\langle U_1 \geq \frac{14842,53 \cdot (0,3 + 0,012) \cdot 0,276}{193,55 \cdot 0,92 \cdot 4,15} = 1,73 \right\rangle [12]. \quad (3.36)$$

$$\left\langle U_1 \leq \frac{8014,97 \cdot 0,7 \cdot 0,276}{193,55 \cdot 0,92 \cdot 4,15} = 2,1 \right\rangle [12]. \quad (3.37)$$

«Примем $U_1 = 2,0$ » [12].

«Передаточные числа для пятиступенчатой коробки передач» [12]:

$$\langle U_2 = \sqrt[3]{U_1^2} = 1,59 \rangle [12]. \quad (3.38)$$

$$\langle U_3 = \sqrt[3]{U_1} = 1,28 \rangle [12]. \quad (3.39)$$

$$\langle U_4 = 1 \rangle [12]. \quad (3.40)$$

$$\langle U_5 = 0,78 \rangle [12]. \quad (3.41)$$

$$\langle U_{3X} = 1,2 \cdot U_1 = 2,4 \rangle [12]. \quad (3.42)$$

«Произведем расчет скорости автомобиля для каждой передачи» [12]:

$$\langle V = \frac{r_k \cdot \omega_e}{U_0 \cdot U_n} \rangle [12]. \quad (3.43)$$

где, « U_n – передаточное число коробки передач» [12].

« ω_e – текущие значения угловой скорости вала» [12].

Таблица 3.2 –Значения передаточных чисел коробки передач [12].

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

3.5 Тяговый баланс автомобиля

«Уравнение тягового баланса» [12]:

$$\langle P_T = P_d + P_v + P_{и} \rangle [12]. \quad (3.44)$$

где, « P_T – сила тяги» [12].

« P_d – сила дорожного сопротивления» [12].

« P_v – сила сопротивления воздуха» [12].

« $P_{и}$ – сила сопротивления разгону автомобиля» [12].

«Сила тяги на ведущих колесах для каждой передачи рассчитывают по формуле» [12]:

$$\langle P_T = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{TP}}{r_k} \rangle [12]. \quad (3.45)$$

где, « U_k – передаточное число коробки передач» [12].

« M_e – величина эффективного момента двигателя (Нм)» [12].

«Сила сопротивления дороги» [12]:

$$\langle P_d = G_a \cdot \psi \rangle [12]. \quad (3.46)$$

где, « ψ – коэффициент сопротивления дороги» [12].

« $\psi = i + f$, т.е.» [12].

$$\langle \psi = i + f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000} \right) \rangle [12]. \quad (3.47)$$

«Сила сопротивления воздуха» [12]:

$$\langle P_B = \frac{c_x \cdot \rho \cdot F \cdot V^2}{2} \rangle [12]. \quad (3.48)$$

«Рассчитаем тяговую силу на ведущих колесах автомобиля. Результаты расчетов сводим в таблицу 3.3» [12].

Таблица 3.3 - Тяговая сила на ведущих колёсах автомобиля [12].

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

«Рассчитываем силу сопротивления воздуха и силу дорожного сопротивления» [12].

Таблица 3.4 - Значения сил сопротивления [12].

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

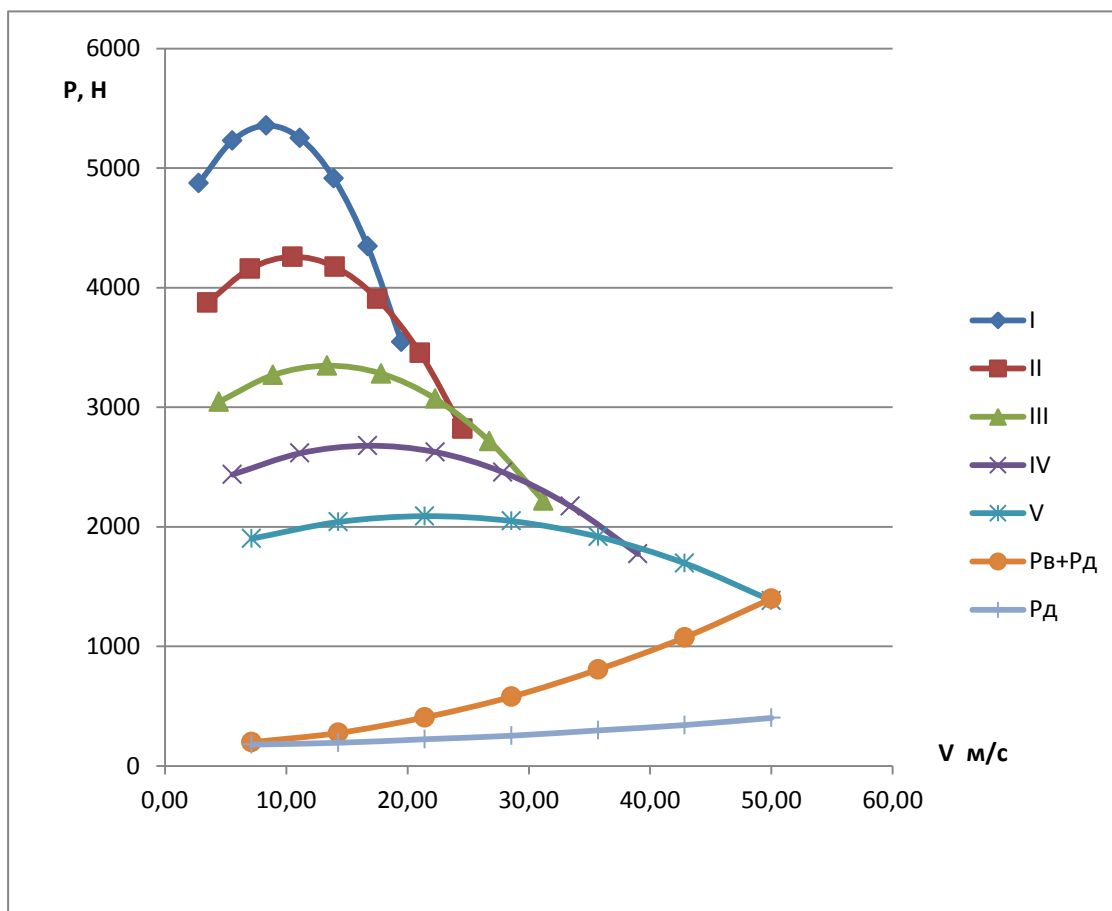


Рисунок 3.2 - Тяговый баланс автомобиля [12].

«Рассчитаем сопротивление воздуха на каждой передаче и результаты расчётов сведём в таблицу 3.5» [12].

Таблица 3.5 –Сопротивление воздуха на каждой передаче [12].

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

3.6 Динамическая характеристика автомобиля

«Динамический фактор на соответствующей передаче» [12]:

$$\langle D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \rangle [12]. \quad (3.49)$$

где, « P_g – сила сопротивления воздуха» [12].

« P_m – тяговая сила на ведущих колесах автомобиля» [12].

« G_a – полный вес автомобиля» [12].

«Рассчитаем динамический фактор на каждой передаче, результаты сведём в таблицу 3.6 » [12].

Таблица 3.6 – Динамический фактор на каждой передаче [12].

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

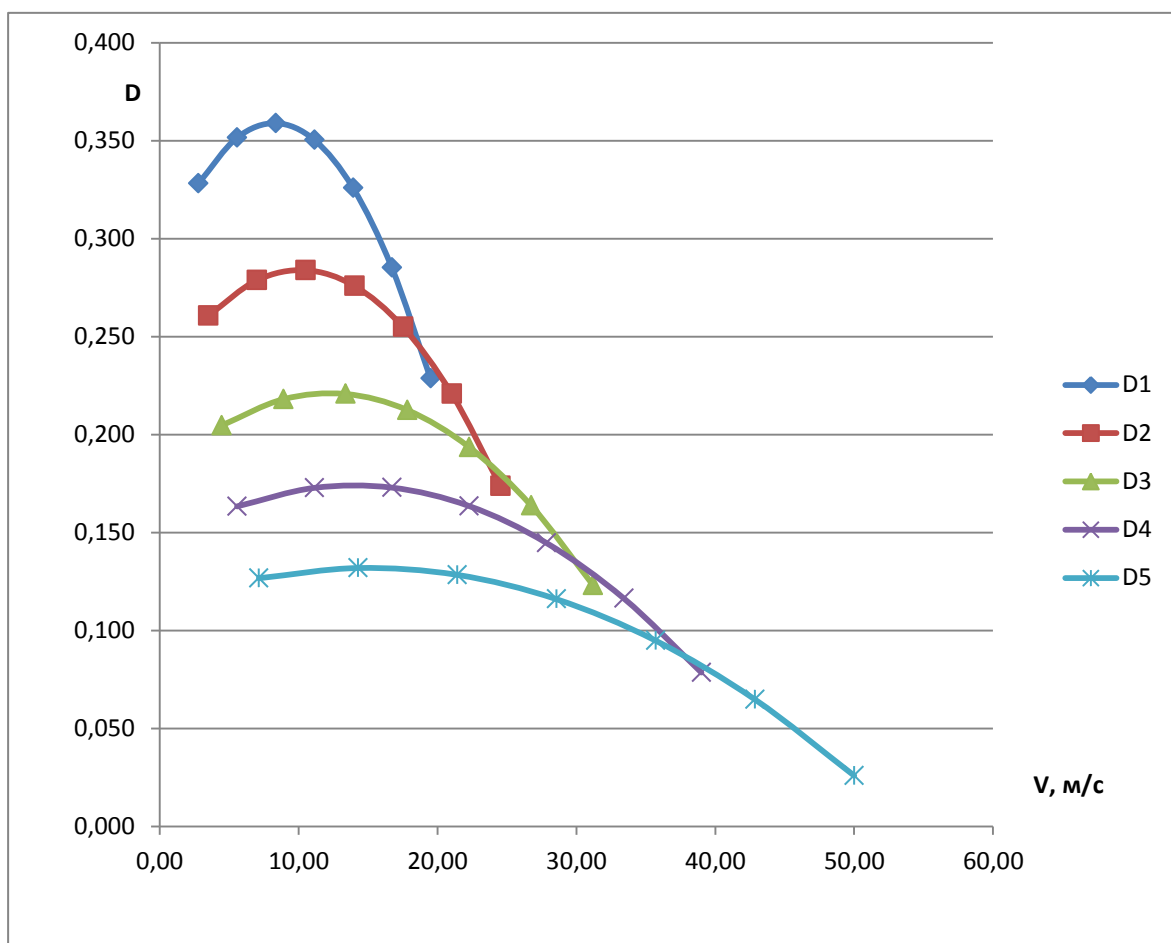


Рисунок 3.3 - Динамический фактор [12].

3.7 Разгон автомобиля

«Ускорение во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге ($i=0$) с твердым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствия и буксования ведущих колес» [12].

«Ускорение находят из выражения» [12]:

$$\langle J = \frac{D-f \cdot g}{\delta_{вр}} \rangle [12]. \quad (3.50)$$

где, « $\delta_{вр}$ – коэффициент учета вращающихся масс» [12].

$$\langle \delta_{вр} = 1 + \frac{I_M \cdot \eta_{тр} \cdot U_{тр}^2 + I_K \cdot g}{G_a \cdot r_k^2} \rangle [12]. \quad (3.51)$$

где, « I_M – момент инерции вращающихся частей двигателя» [12].

« $U_{тр} = U_0 \cdot U_K$ – передаточное число трансмиссии» [12].

« I_K – суммарный момент инерции ведущих колес» [12].

«Определим коэффициент вращающихся масс по формуле» [12]:

$$\langle \delta_{вр} = 1 + \delta_1 + \delta_2 \cdot U_K^2 \rangle [12] \quad (3.52)$$

где, « δ_1 – коэффициент учета вращающихся масс колес» [12].

« δ_2 – коэффициент учета вращающихся масс двигателя» [12].

«Примем $\delta_1 = \delta_2 = 0,04$ » [12].

«Рассчитаем коэффициент вращающихся масс каждой передачи, результаты сведём в таблицу 3.7» [12].

Таблица 3.7 - Коэффициент вращающихся масс каждой передачи [12].

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

«Коэффициент сопротивления качению на каждой передаче, результаты сведем в таблицу 3.8» [12]:

$$\langle f = f_0 \left(1 + \frac{v^2}{2000} \right) \rangle [12]. \quad (3.53)$$

$$\langle f_0 = 0,012 \rangle [12]. \quad (3.54)$$

Таблица 3.8 - Коэффициент сопротивления качению каждой передачи [12].

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

«Рассчитаем ускорения автомобиля на каждой передаче, а результаты сведем в таблицу 3.9» [12].

Таблица 3.9 - Ускорения автомобиля на каждой передаче [12].

n, об/мин	I	II	III	IV	V
800	2,58	2,14	1,71	1,37	1,05
1600	2,77	2,29	1,83	1,45	1,09
2400	2,83	2,33	1,85	1,45	1,05

Продолжение таблицы 3.9

3200	2,76	2,26	1,77	1,35	0,91
4000	2,56	2,07	1,59	1,16	0,69
4800	2,22	1,77	1,31	0,89	0,38
5600	1,75	1,36	0,94	0,52	0,16

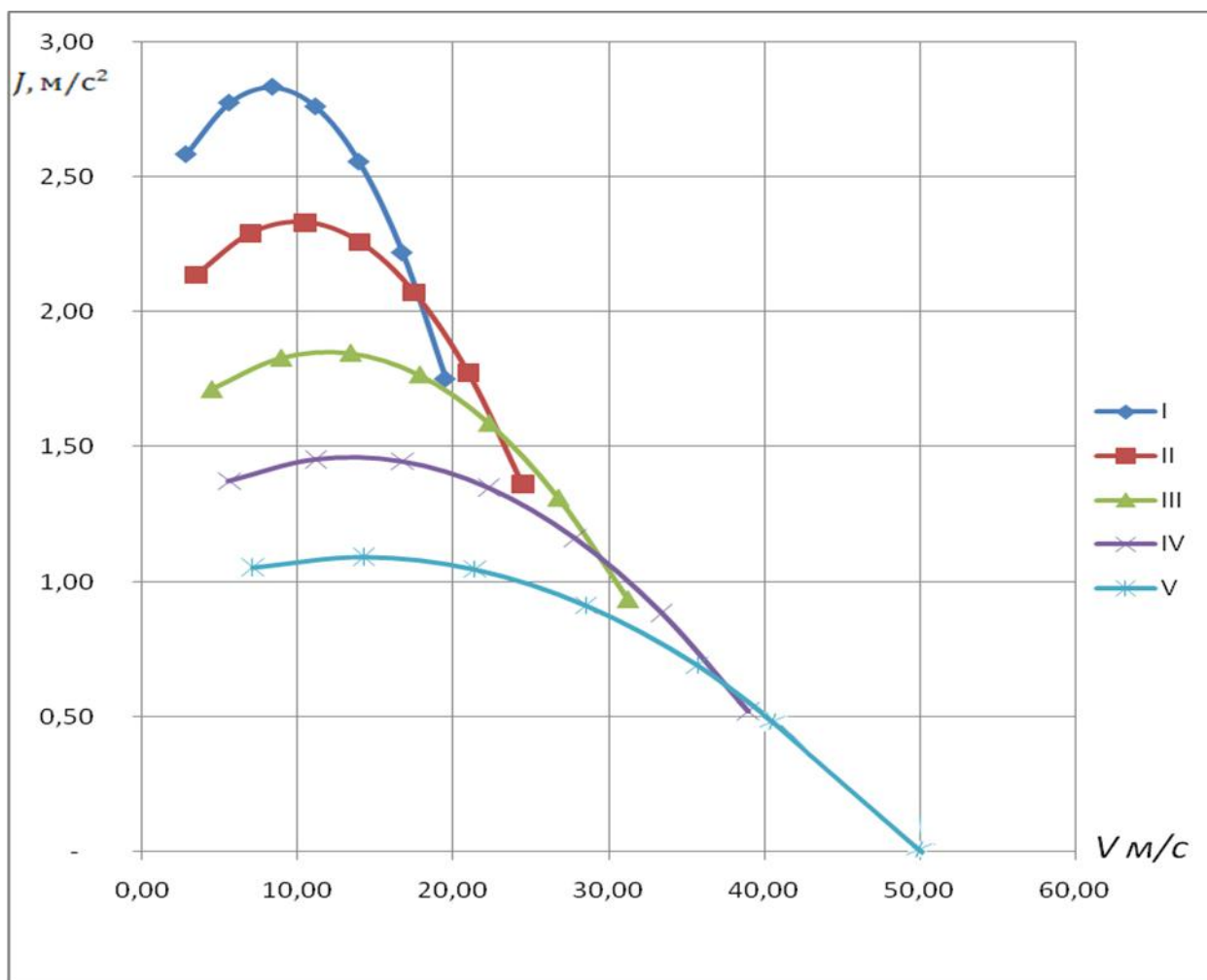


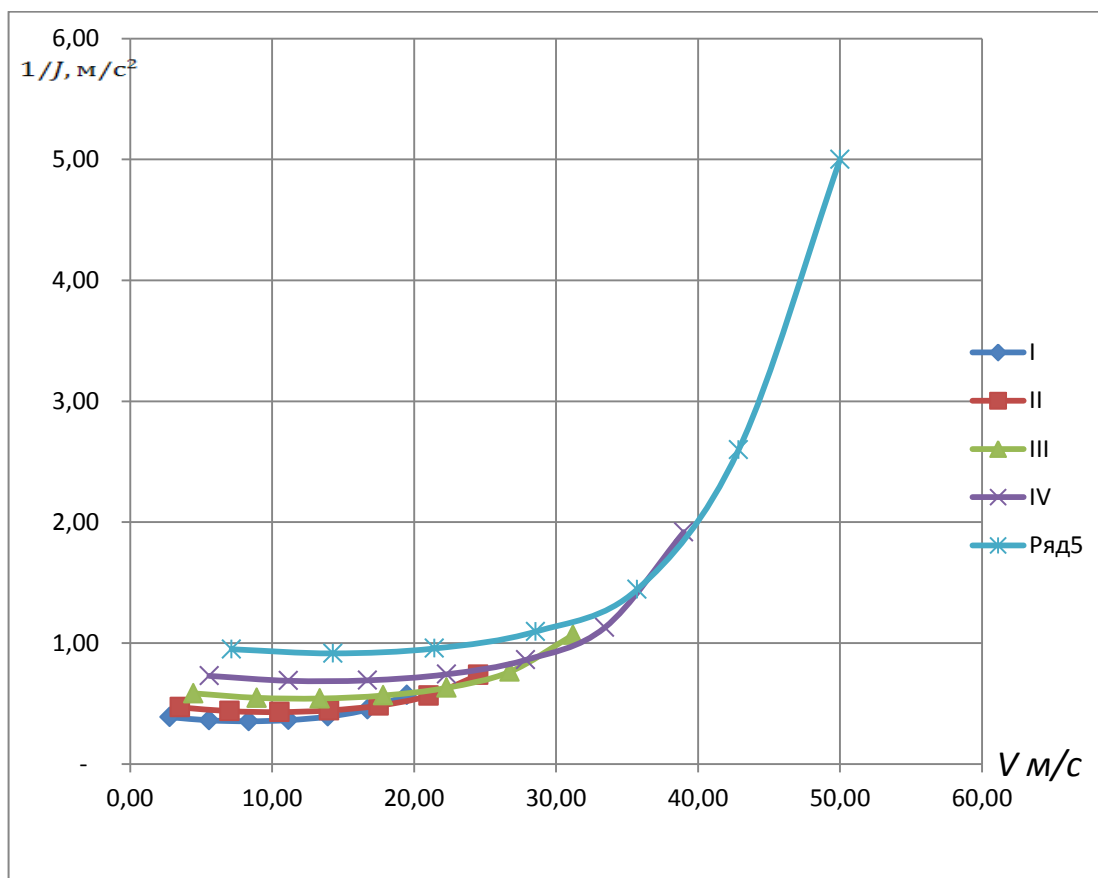
Рисунок 3.4 - Ускорения автомобиля [12].

«Рассчитаем обратные ускорения» [12]:

«Поскольку при скоростях близких к максимальной, ускорение стремится к нулю, то для расчёта обратных ускорений ограничиваются скоростью» « $V=(0,8\dots 0,9)V_{\text{max}}$. Полученные значения сведём в таблицу 3.10» [12].

Таблица 3.10 – Обратные ускорения [12].

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



«Рисунок 3.5 - Обратные ускорения автомобиля» [12].

3.8 Время и путь разгона автомобиля

«Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом» [12].

«Интегрирование заменяем суммой конечных величин» [12].

$$\langle v_{\text{мин}} = 2,79 \text{ м с} \rangle [12]. \quad (3.55)$$

$$\langle v_{\text{макс}} = 50 \text{ м с} \rangle [12]. \quad (3.56)$$

$$\langle 50 - 2,79 = 47,21 \rangle [12]. \quad (3.57)$$

$$\langle 47,21/8 = 5,90 \rangle [12]. \quad (3.58)$$

«Определим из графика обратных ускорений величину $1 J$:» [12]

$$\langle t = 0,35 \cdot 5,90 = 2,07 \text{ с} \rangle [12]. \quad (3.59)$$

$$\langle t = 0,3 \cdot 5,90 + 2,07 = 3,84 \text{ с} \rangle [12]. \quad (3.60)$$

$$\langle t = 0,45 \cdot 5,90 + 3,84 = 6,49 \text{ с} \rangle [12]. \quad (3.61)$$

$$\langle 2t = 0,7 \cdot 5,90 + 6,49 = 10,62 \text{ с} \rangle [12]. \quad (3.62)$$

$$\langle t = 1,1 \cdot 5,90 + 10,62 = 17,11 \text{ с} \rangle [12]. \quad (3.63)$$

$$\langle t = 1,8 \cdot 5,90 + 17,11 = 27,74 \text{ с} \rangle [12]. \quad (3.64)$$

$$\langle t = 2,95 \cdot 5,90 + 27,74 = 45,14 \text{ с} \rangle [12]. \quad (3.65)$$

$$\langle t = 5 \cdot 5,90 + 45,14 = 74,65 \text{ с} \rangle [12]. \quad (3.66)$$

Таблица 3.1 1 - Соотношение диапазона скоростей и времени к величине $1 J$ [12].

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

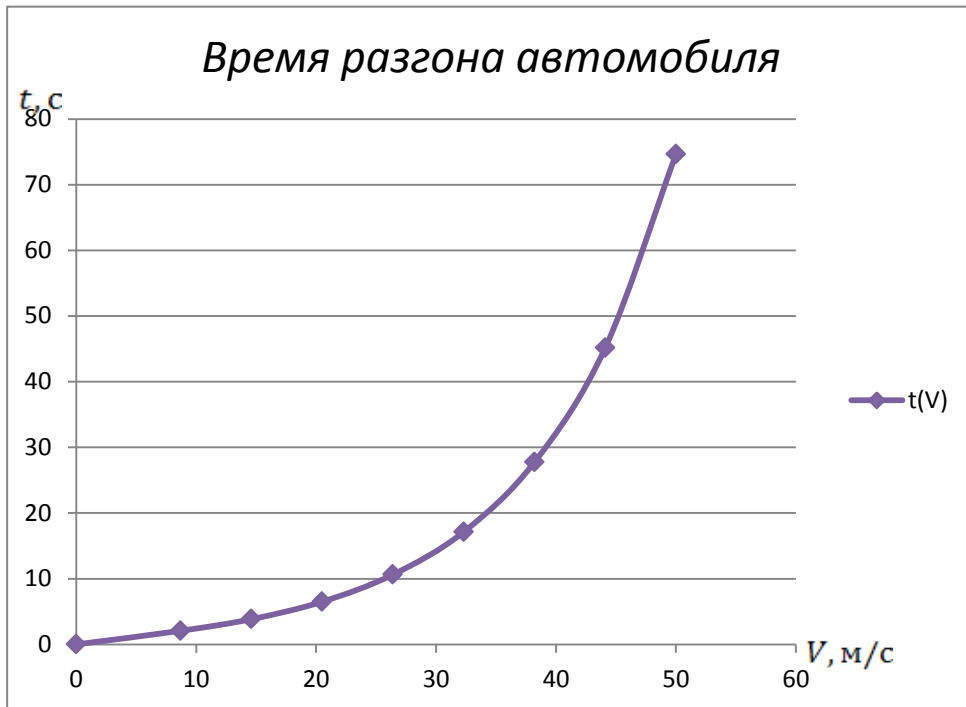


Рисунок 3.6 - Путь разгона [12].

$$\langle v_{cp} = \frac{8,69}{2} = 4,35 \text{ м/с} \rangle [12]. \quad (3.67)$$

$$\langle v_{cp} = \frac{(14,59-8,69)}{2} + 8,69 = 11,64 \text{ м/с} \rangle [12]. \quad (3.68)$$

$$\langle v_{cp} = \frac{(20,49-14,59)}{2} + 14,59 = 17,54 \text{ м/с} \rangle [12]. \quad (3.69)$$

$$\langle v_{cp} = \frac{(26,40-20,49)}{2} + 20,49 = 23,44 \text{ м/с} \rangle [12]. \quad (3.70)$$

$$\langle v_{cp} = \frac{(32,30-26,40)}{2} + 26,40 = 29,35 \text{ м/с} \rangle [12]. \quad (3.71)$$

$$\langle v_{cp} = \frac{(38,20-32,30)}{2} + 32,30 = 35,25 \text{ м/с} \rangle [12]. \quad (3.72)$$

$$\langle\langle v_{cp} = \frac{(44,10-38,20)}{2} + 38,20 = 41,15 \text{ м/с} \rangle\rangle [12]. \quad (3.73)$$

$$\langle\langle v_{cp} = \frac{(50,0-44,10)}{2} + 44,10 = 47,05 \text{ м/с} \rangle\rangle [12]. \quad (3.74)$$

« t возьмем из таблицы 3.11» [12].

$$S = v_{cp} \cdot \Delta t [12]. \quad (3.75)$$

$$S_1 = 4,35 \cdot 2,07 = 9 \text{ м} [12]. \quad (3.76)$$

$$S_2 = 11,64 \cdot 3,84 - 2,07 + 9 = 29,6 \text{ м} [12]. \quad (3.77)$$

$$S_3 = 17,54 \cdot (6,49 - 3,84) + 29,6 = 76,1 \text{ м} [12]. \quad (3.78)$$

$$S_4 = 23,44 \cdot (10,62 - 6,49) + 76,1 = 172,9 \text{ м} [12]. \quad (3.79)$$

$$S_5 = 29,35 \cdot (17,11 - 10,62) + 172,9 = 363,4 \text{ м} [12]. \quad (3.80)$$

$$S_6 = 35,25 \cdot (27,74 - 17,11) + 363,4 = 738,1 \text{ м} [12]. \quad (3.81)$$

$$S_7 = 41,15 \cdot (45,14 - 27,74) + 738,1 = 1454,1 \text{ м} [12]. \quad (3.82)$$

$$S_8 = 47,05 \cdot (74,65 - 45,14) + 1454,1 = 2842,5 \text{ м} [12]. \quad (3.83)$$

Таблица 3.12 - Соотношение диапазона скоростей и времени к величине S [12].

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



Рисунок 3.7 – Величина разгона [12].

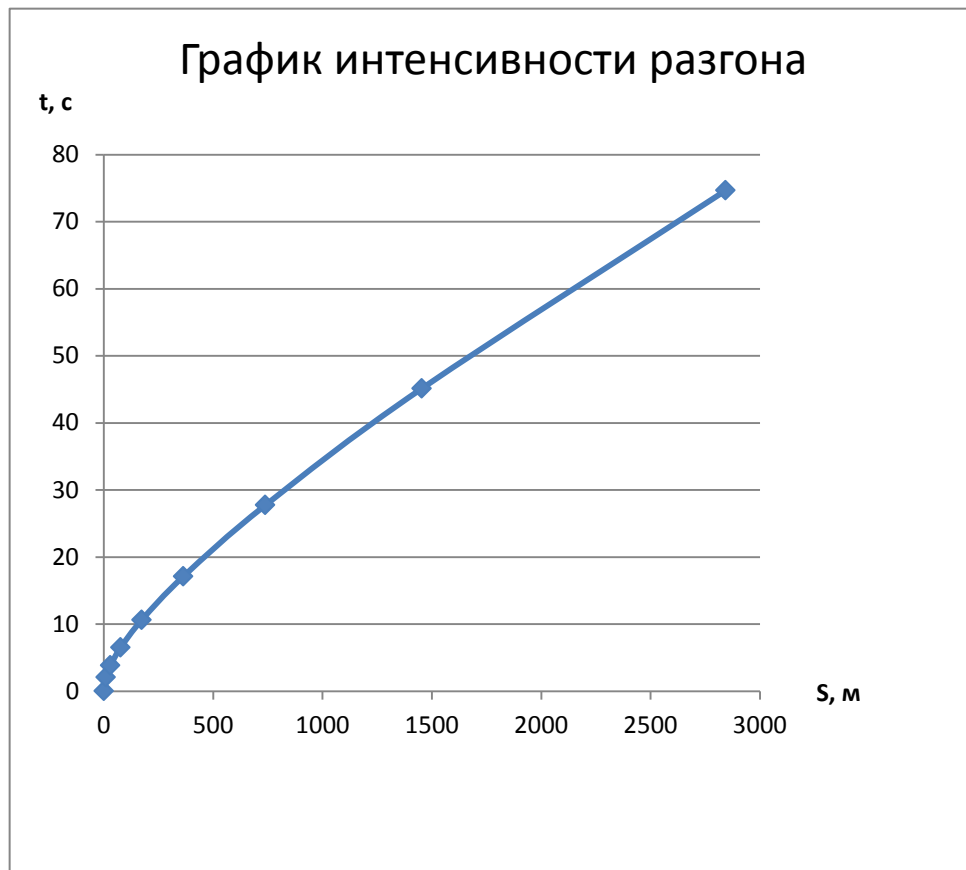


Рисунок 3.8 – Интенсивность разгона [12].

3.9 Мощностной баланс автомобиля

«Уравнение мощностного баланса» [12]:

$$N_e - N_{\text{тр}} = N_f + N_{\text{п}} + N_{\text{в}} + N_{\text{и}} \quad [12]. \quad (3.84)$$

где, « $N_{\text{т}}$ – тяговая мощность, или мощность, подводимая к ведущим колесам» [12].

« $N_{\text{тр}}$ – мощность, теряемая в агрегатах трансмиссии» [12].

« $N_f = P_f \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивлению качения колес» [12].

« $N_{\Pi} = P_{\Pi} \cdot V$ – мощность, затрачиваемая на преодоление сил сопротивления подъему» [12].

« $N_{\text{В}} = P_{\text{В}} \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление силы сопротивления воздуху» [12].

« $N_{\text{и}} = P_{\text{и}} \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление силы сопротивления инерции» [12].

« $N_{\text{д}} = P_{\text{д}} \cdot V = N_f + N_{\Pi}$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления дороги» [12].

«Составим таблицу 3.13» [12].

Таблица 3.13 - Мощности, затрачиваемые на преодоление сил сопротивления [12].

« $v, \text{ м с}$	7,14	14,29	21,43	28,57	35,72	42,86	50,00
$N_e, \text{ кВт}$	14754,7 2	31669,1 9	48646,5 2	63582,1 1	74378,6 2	78932,9 7	75145,1
$N_m, \text{ кВт}$	13574,3 4	29135,6 5	44754,8 0	58495,5 4	68428,3 3	72618,3 3	69133,4 9
$N_g, \text{ кВт}$	142,87	1171,45	3921,59	9314,48	18179,1 6	31415,5 5	49901,4 4
$N_{\delta}, \text{ кВт}$	1272,32	2756,48	4771,05	7209,29	10602,1 3	14631,1 6	20038,0 8
$N_g + N_{\delta}$	1415,18	3927,94	8692,64	16523,7 7	28781,2 9	46046,7 1	69939,5 2
$(N_g + N_{\delta}) / N_m$	0,10	0,13	0,19	0,28	0,42	0,63	1,01»

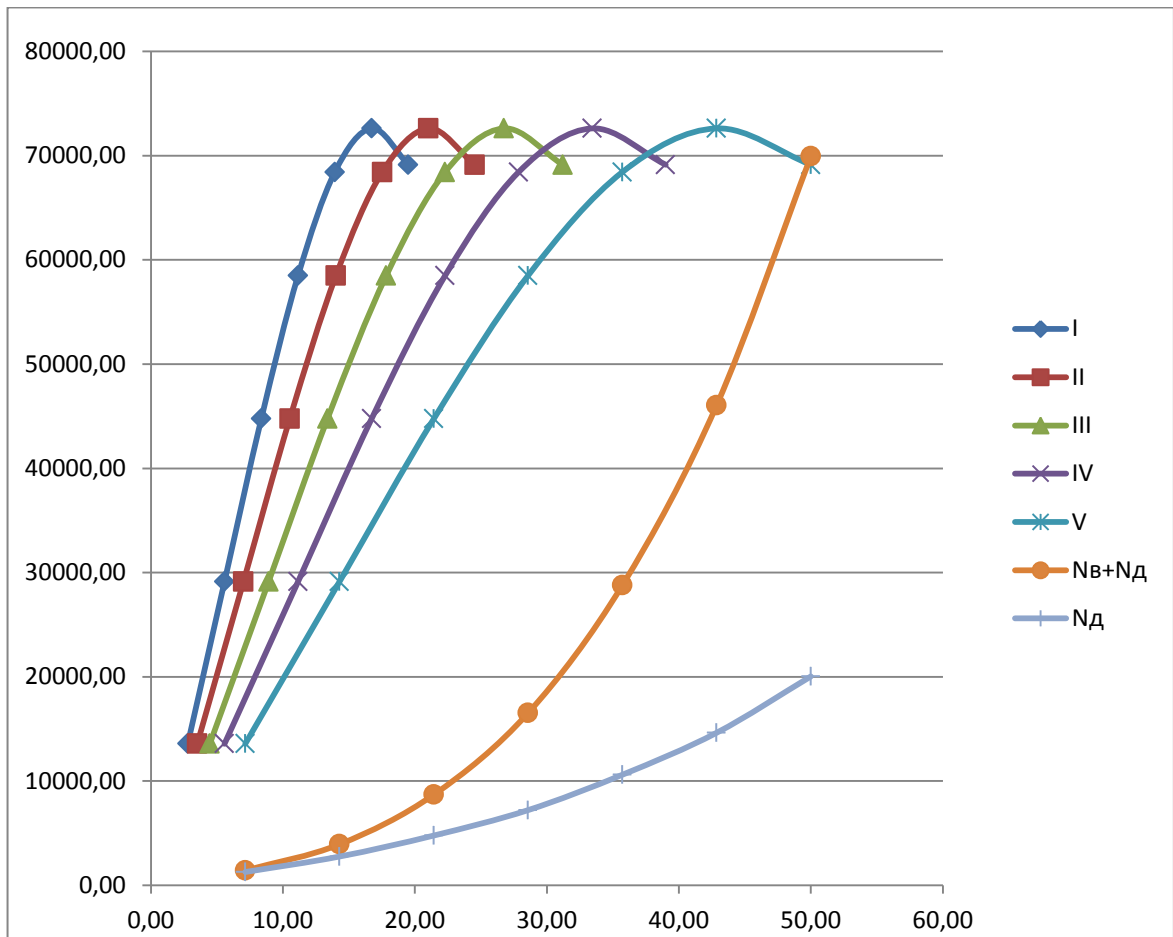


Рисунок 3.9 - Мощностной баланс автомобиля [12].

3.10 Топливо-экономическая характеристика

$$\langle q_{\Pi} = \frac{k_{ск} \cdot k_{и} \cdot P_{д+P_{и}} \cdot g_{emin} \cdot 1,1}{36000 \cdot \rho_{т} \cdot \eta_{тр}} \rangle [12]. \quad (3.85)$$

где, « $k_{ск}$ – коэффициент, учитывающий изменение эффективного расхода топлива в зависимости от ω » [12].

« $k_{и}$ – коэффициент, учитывающий изменение эффективного расхода топлива в зависимости от N » [12].

« g_{emin} – минимальный эффективный расход топлива» [12].

«Принимаем равным 340 г/кВт ч» [12].

« ρ_T – плотность топлива» [12].

«Принимаем равной 0,72 кг/л» [12].

«Коэффициенты $k_{ск}$ и $k_{и}$ определяем по графикам» [12].

Таблица 3.14 - Эффективность расхода топлива

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

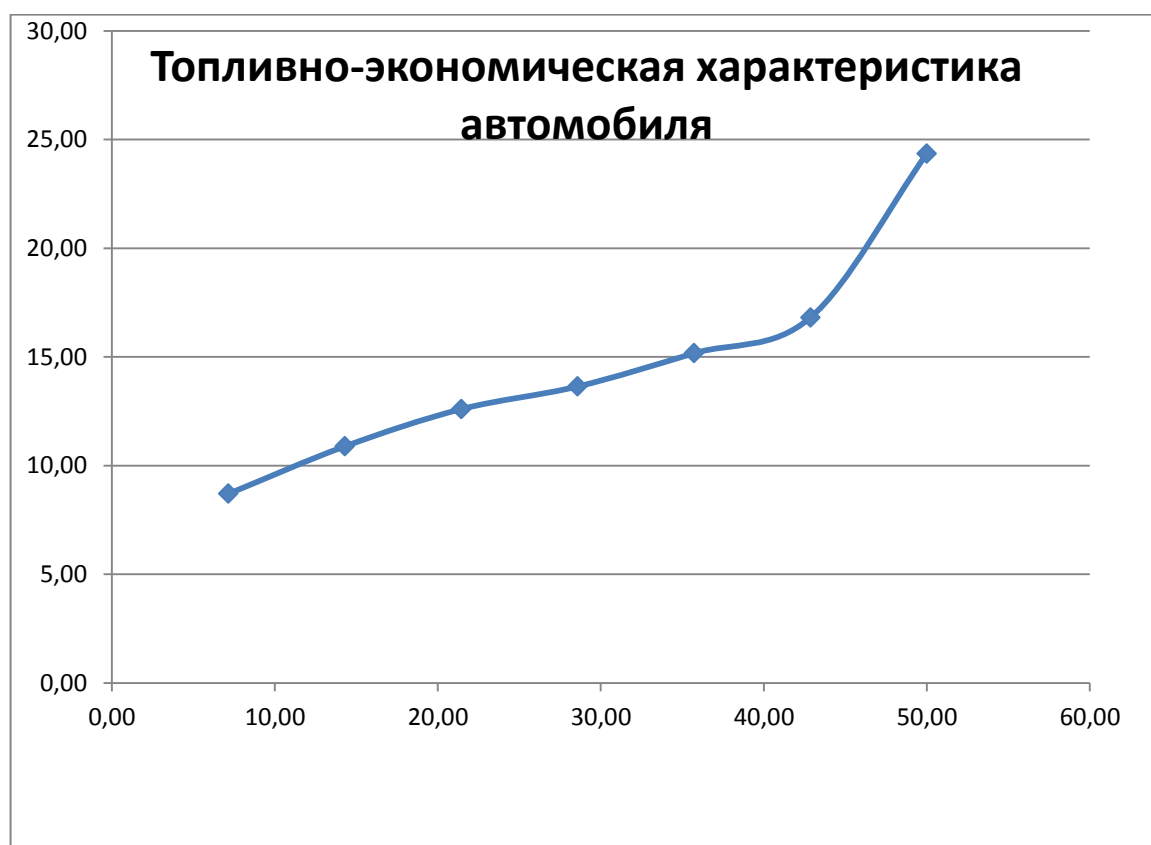


Рисунок 3.10 – Топливо-экономическая характеристика автомобиля [12].

4 Исследовательская часть

4.1 Описание стенда

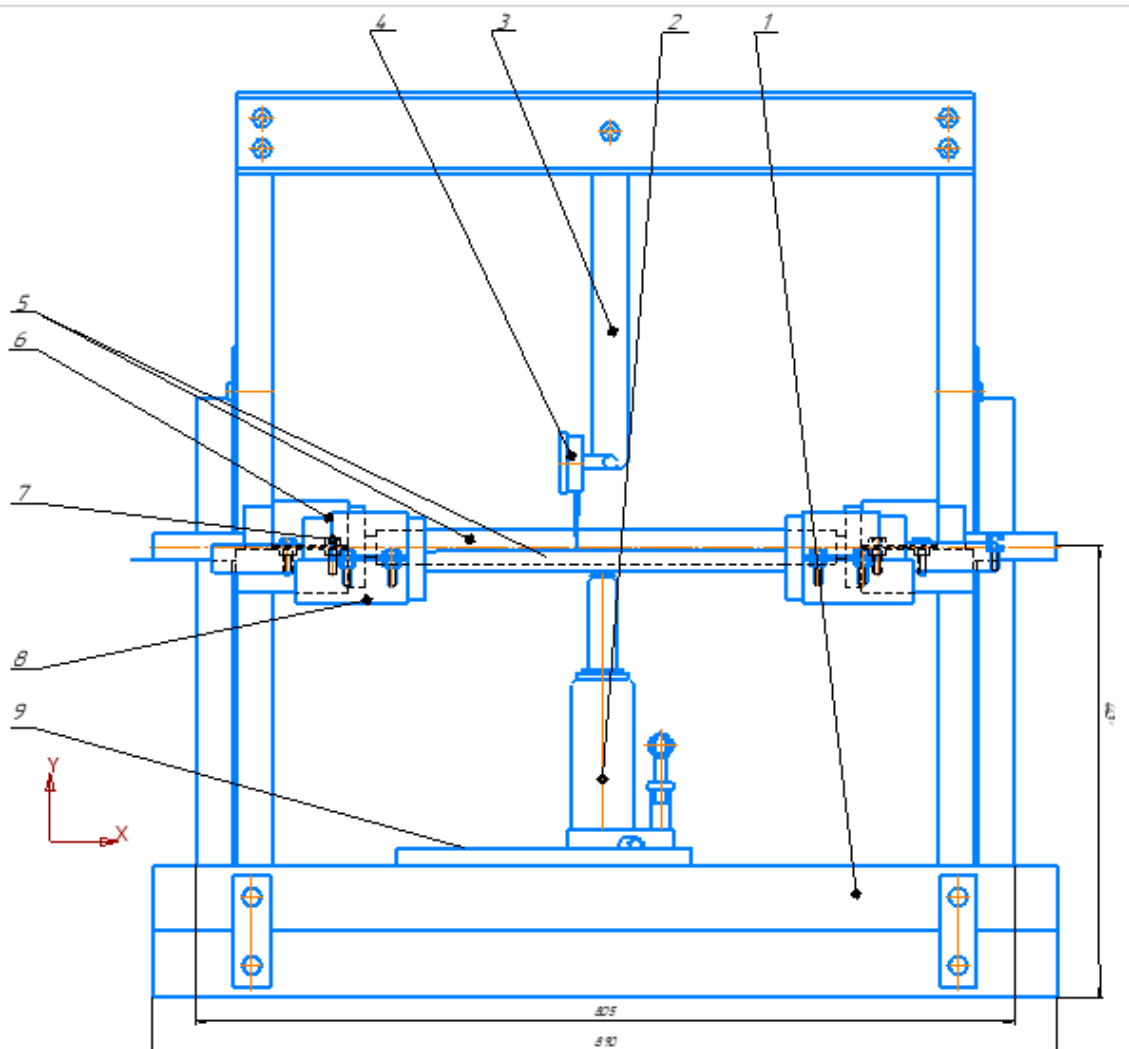


Рис.4.1 – Общий вид стенда

Стенд для определения изгибной жесткости полуосей состоит из следующих частей:

1-Рама, выполненная из швеллеров, а так же прямоугольных труб и балки углового сечения. На этой самой балке зафиксированы все детали и агрегаты, которые задействованы в работе стенда;

2-Домкрат предназначен для нагружения полуосей;

3-Кронштейн для крепления индикатора ИЧ-10;

- 4-ИЧ-10(индикатор часового типа);
- 5-Испытуемые полуоси;
- 6-“Чашка” для крепления полуосей сверху, чтобы под действием нагрузки полуоси не двигались;
- 7-Болт и гайка крепления верхней и нижней опоры – “чашки”;
- 8-Нижняя “чашка”. Для того чтобы у полуосей была опора;
- 9-Пластина крепления домкрата;

4.2 Принцип работы стенда

Разработанный стенд позволяет определить изгибную жесткость двух полуосей. Нагрузка создается с помощью домкрата с длиной штока 0,315 м. Полуоси вместе с шрусами (нужны для опоры), установлены горизонтально в нижние “чашки” и закреплены верхними “чашками”, сверху на полуоси опирается ножка индикатора. С правого края полуосей, сверху и снизу наклеены тензодатчики $R=200$ Ом и базой $L=20$ мм параллельно испытуемым объектам, соединенные в мостовую схему, которая подключена к усилителю. Напряжение на выходе усилителя измеряется мультиметром (модель:DT-838), после нагружения полуосей снимаем показания с индикатора и мультиметра, после производим расчет и получаем изгибную жесткость для каждой полуоси.

4.3 Методика проведения исследования

Перед началом испытаний проводится тарировка тензодатчиков, т.е. определение усилия, приложенного к полуосям от напряжения на выходе усилителя. Выставив ИЧ-10 на нулевую отметку начинаем, нагружать с помощью динамометра (общего назначения), равномерно с шагом в 50 Н.

Замеры производились, при нагружении полуосей и при их разгрузке. Опыт проводится не менее шести раз, по полученным данным строятся тарировочные графики для большей Рисунок 4.2, и малой полуосей Рисунок4.3).

Т

График тарирования большей полуоси

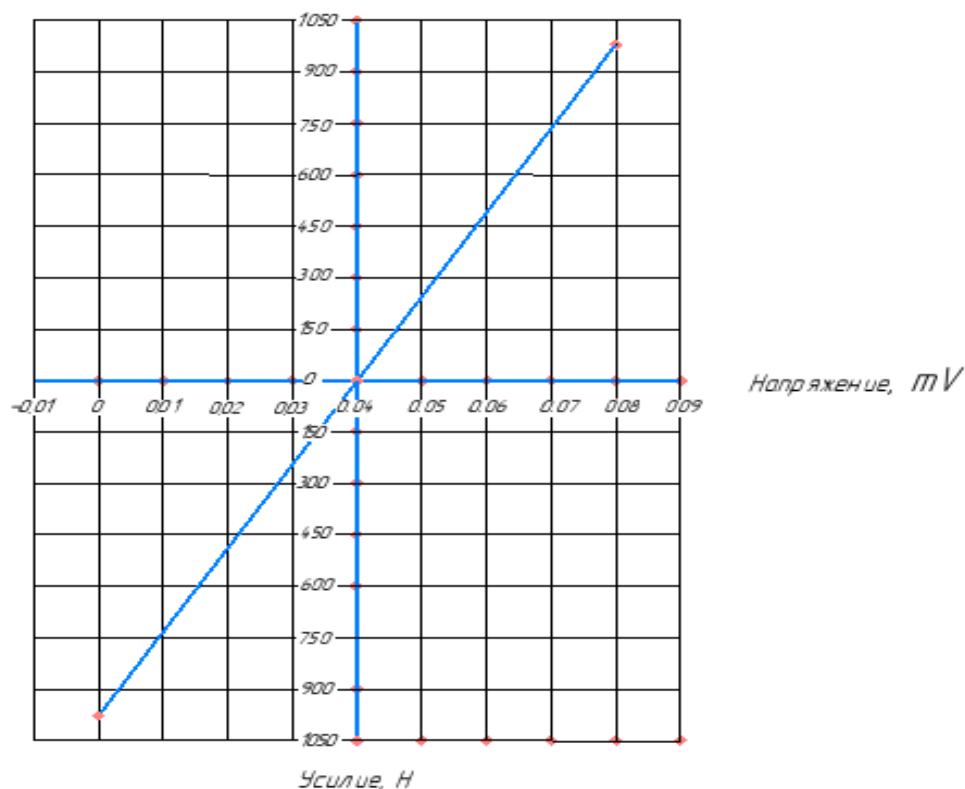


Рисунок 4.2- График тарирования большей полуоси

Получаем тарировочный коэффициент для большей полуоси равным:

$$K_{тб} = \frac{F}{U}. \quad (4.1)$$

$$K_{тб} = \frac{1029}{0.04} = 25725 \frac{H}{mV} \quad (4.2)$$

График тарирования малой полуоси

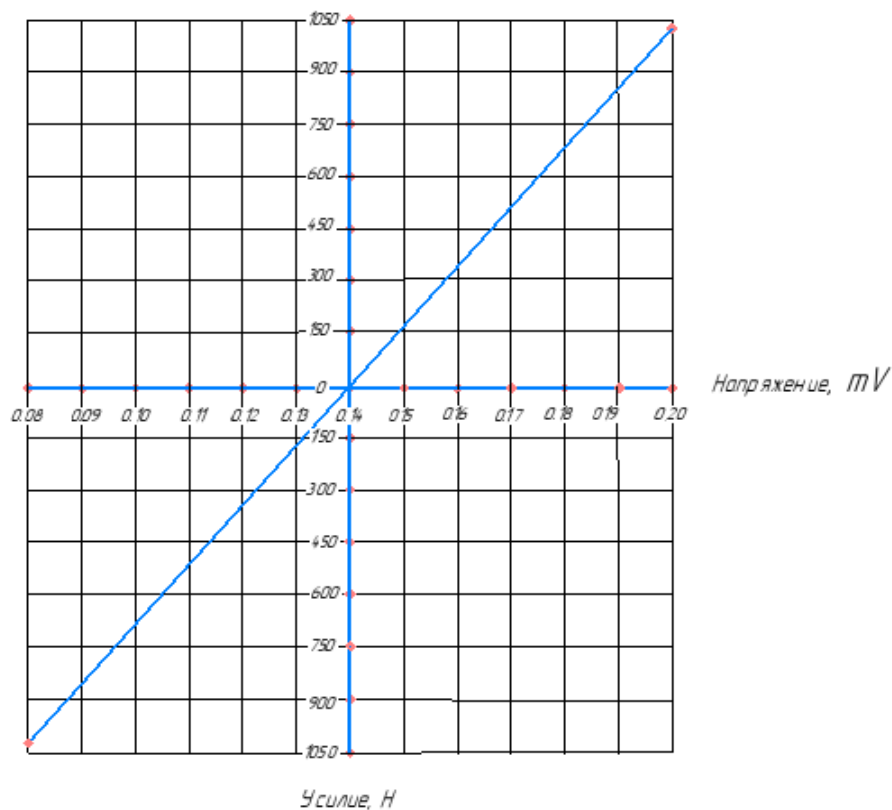


Рисунок 4.3 – График тарирования малой полуоси

Получаем тарировочный коэффициент для малой полуоси равным:

$$K_{Tm} = \frac{F}{U}. \quad (4.3)$$

$$K_{Tm} = \frac{1029}{0.06} = 17150 \frac{H}{mV} \quad (4.4)$$

Используя значения тарировочных коэффициентов определяется, изгибная жесткость. С помощью домкрата начинаем нагружать испытуемые объекты (полуоси). Через каждые 50Н снимаем показания с мультиметра, по

полученным значениям напряжения, через произведение тарировочного коэффициента находим величину нагружающей силы. Одновременно измеряем деформацию – h полуосей. Опыт проводим три раза, на прямом и обратном ходе. По полученным результатам строятся графики Рисунок 4.4, Рисунок 4.5 и рассчитываются значения изгибной жесткости для каждой полуоси.

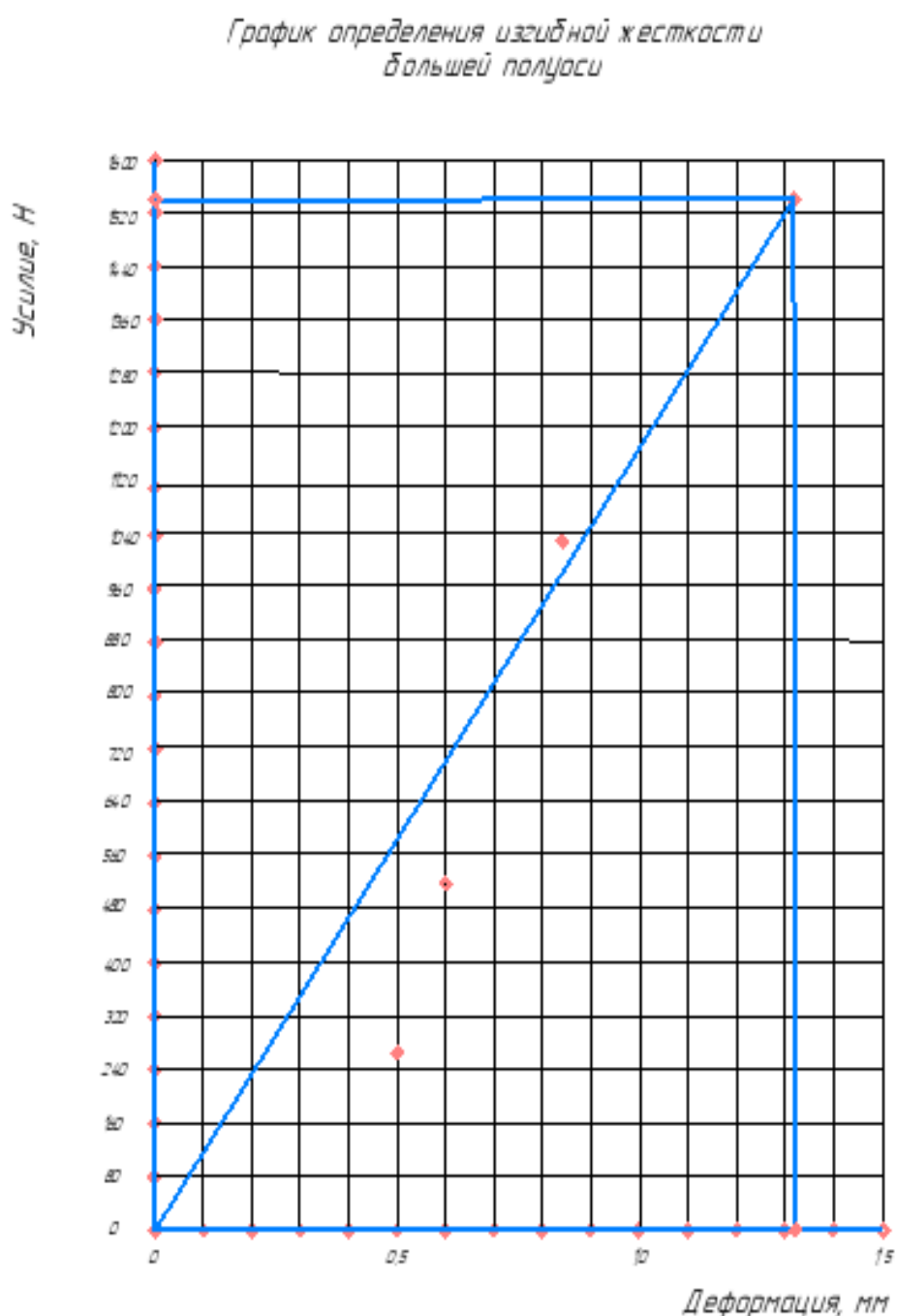


Рисунок 4.4 – График определения изгибной жесткости большой полуоси

График определения изгибной жесткости
малой полуоси

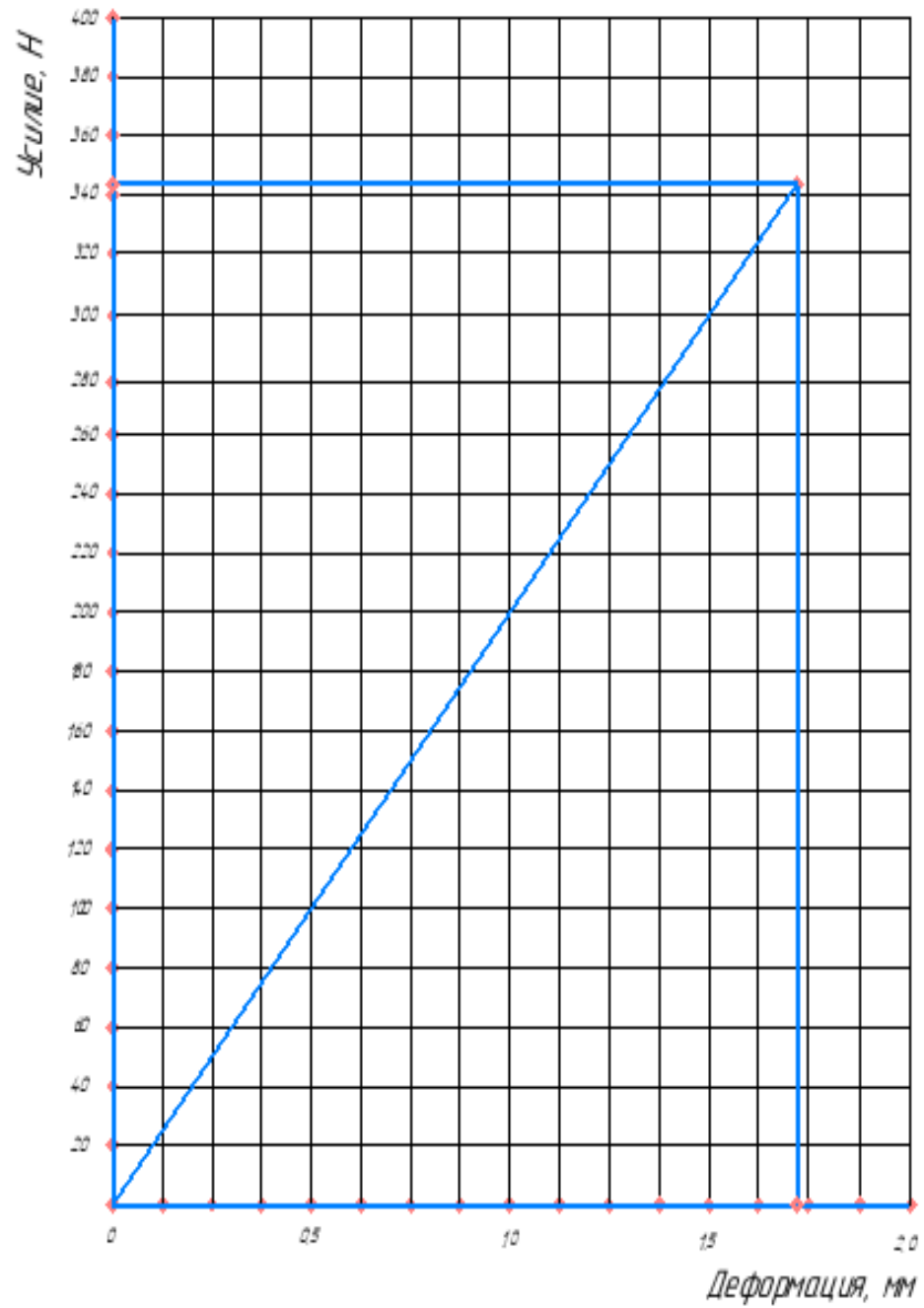


Рисунок 4.5 - График определения изгибной жесткости малой полуоси

$$\text{Сизгиб} = \frac{F}{h} \quad (4.5)$$

где: F-приложенное усилие

h-деформация

Изгибная жесткость для большей полуоси:

$$\text{Сизгиб. бол.} = \frac{1543,5}{1,32} = 1169,3 \frac{\text{Н}}{\text{мм}} \quad (4.6)$$

Изгибная жесткость для малой полуоси:

$$\text{Сизгиб. мал.} = \frac{343}{1,7} = 202 \frac{\text{Н}}{\text{мм}} \quad (4.7)$$

Используя значения тарировочного коэффициента определяются усилия, приложенные к полуосям. Далее, имея значение деформации, подсчитываем изгибную жёсткость.

Расчеты критических частот системы вал-опора при проектировании машин в наивысшей степени определяют принятие одной из всевозможных вариантов конструкции. Определяются частоты (угловые скорости) вращения и формы изгиба вала на его опорах, при которых прямолинейная форма вала перестает находиться в устойчивом равновесии, и появляются его прогибы. «Такое состояние вала принято называть резонансным или критическим; соответственно угловая скорость вращения ω и частота вращения n вала называются критическими. При этом n -я критическая частота вращения равна n -й собственной частоте изгибных колебаний системы вал - опоры»[12].

В каждой конструкции вопрос об определении степени опасности критических оборотов должен решаться в комплексе с совершенством балансировок вращающихся деталей, демпфировании колебаний, интенсивности их передачи на детали и узлы конструкции, оценки величин амплитуд колебаний и пр. Найдем критическую скорость вращения вала и частоту собственных изгибных колебаний, исходя из полученных данных нашей исследовательской работы.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{h}} \quad (4.8)$$

$$\omega_b = \sqrt{\frac{980}{0.132}} = 237 \text{ с}^{-1} \quad (4.9)$$

$$\omega_m = \sqrt{\frac{980}{0.170}} = 184 \text{ с}^{-1} \quad (4.10)$$

где, g - центробежное ускорение;
 f -прогиб вала;

$$\omega_{\text{крит}} = \sqrt{\frac{9800}{0.132}} = 749.9 \text{ рад/с} \quad (4.11)$$

$$\omega_{\text{крит}} = \sqrt{\frac{9800}{0.170}} = 582.3 \text{ рад/с} \quad (4.12)$$

А теперь угловая скорость полуоси при 5600 об/мин, при движении на первой и пятой передачах.

$$\omega = \omega_e * U_{\text{кп1}} * U_{\text{гп}} \quad (4.13)$$

$$\omega_1 = 560 * 2,0 * 4,15 = 4648 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (4.14)$$

$$\omega_5 = 560 * 0,78 * 4,15 = 1812 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (4.15)$$

Получаем, что критическая частота вращения много больше частоты собственных изгибных колебаний. Система в резонанс не входит.

5 Экономическое обоснование и эффективность проекта

Один из основополагающих методов, используемых в создании, либо оценке авто, блоков и агрегатов к стандартной эксплуатации, считаются тестирования трансмиссии в структуру каковой входят полуоси. Особо наилучшие итоги представляют тестирования авто на полигонах в ситуациях, приближенным к рабочим. Осуществление подобных тестирований требует значительных трат времени, материальных и трудовых ресурсов, сильной привязки к атмосферным условиям. Неудовлетворительная стабильность повторяемости входных действий от проезжей части (данное обуславливается неосуществимостью предоставления одинаковых атмосферных условий, и микро профиля проезжей части во вторичных тестированиях), несомненно, это приводит к неосуществимости использования данного варианта тестирований в объёме, нужном с целью полного обеспечения потребностей.

Целесообразностью тестирования стенда для определения изгибной жесткости станет сокращение расходов на НИиОКР. С целью установления величины расходов был составлен план продолжительности стадий НИиОКР, составлена смета расходов на проектировку исполнения НИиОКР. Созданный стенд способен применяться в экспериментальных лабораториях института, а так же в качестве тренировочных стендов, с целью подготовки студентов по специальности «автомобиле и тракторостроение».

5.1. Перечень стадий и этапов выполнения НИиОКР

Таблица 5.1- Перечень стадий и этапов выполнения НИиОКР[15].

№	«Наименование работ	Трудоемко сть, Дни		Должность исполнителя	Кол-во исполните лей чел.	Применяе мое оборудова ние
		t _{mini}	t _{maxi}			
1	2	3	4	5	6	7
1. Маркетинговые исследования						
1. Изучение конъюнктуры (спроса и предложения) товарного рынка:						
1.1.	Сбор информации и анализ рынка по методам исследования изгибной жесткости полуоси.	1	3	Инженер б/к	1	ПК
1.2.	Разработка собственного прогноза конъюнктуры рынка.	1	3	Инженер б/к	1	ПК
1.3.	Оценка эффективности использования результатов прогноза.	1	3	Инженер б/к	1	ПК
2. Конструкторская подготовка						
2.1	Разработка электрической схемы подключения, схемы определения изгибной жесткости полуоси.	0,5	1	Инженер б/к Вед. инженер	1 1	ПК

Продолжение таблицы 5.1

2.2	Установка тензодатчиков сопротивления.	1	2	Инженер б/к	1	
2.3	Установка и подключение измерительно-регистрирующей аппаратуры.	0,5	1	Инженер б/к	1	
2.4	Работы по доводке и настройке оборудования, тарировка тензодатчиков сопротивления.	1	2	Инженер б/к Вед. инженер	1 1	Стенд
2.5	Проведение испытаний.	1	2	Инженер б/к Вед. инженер	1 1	Стенд
2.6	Обработка результатов, построение графиков.	2	3	Инженер б/к Вед. инженер	1	ПК
2.7	Доводка стенда по результатам испытаний.	0,5	1	Инженер б/к	1	
2.8	Проведение повторных испытаний.	1	2	Инженер б/к Вед. инженер	1 1	Стенд
2.9	Обработка результатов, построение графиков.	2	3	Инженер б/к Вед. инженер	1 1	ПК
3. Оформление результатов НИиОКР						
3.1	Составление отчетной документации.	3	4	Инженер б/к	1	ПК
3.2	Расчет затрат на проведение НИиОКР.	2	3	Инженер б/к	1	ПК
3.3	Непредвиденные работы.	1	2	Инженер б/к	1»	
Итого:		18,5	35			

«Определение ожидаемой трудоемкости» [15].

«Ожидаемая трудоемкость выполнения каждой работы и каждого этапа, чел-дн, рассчитывается по формуле» [15]:

$$\langle\langle t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5} \rangle\rangle \quad (5.1.)$$

«где t_{mini} - минимальная трудоемкость i -го этапа» [15].

« $t_{\text{max}i}$ - максимальная трудоемкость i -го этапа» [15].

«Определение суммарной длительности НИР, и нарастание технической готовности по этапам» [15].

«Длительность каждого этапа, дн, определяется по формуле» [15]:

$$T_{\text{э}i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{\tau_i} \quad (5.2.)$$

«где τ_i – численность исполнителей»[15].

«Суммарная длительность НИР, дн, определяется по формуле» [15]:

$$\langle\langle T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m T_{\text{э}i} \rangle\rangle [15]. \quad (5.3.)$$

«Удельный вес каждого этапа определяется в %, принимая T_{Σ} за 100%:»[15].

$$\langle\langle \text{Уд}_{\text{э}i} = \frac{T_{\text{э}i}}{T_{\Sigma}} \cdot 100\% \rangle\rangle [15]. \quad (5.4.)$$

«Исходные данные по численности исполнителей и результаты расчетов заносятся в таблицу 5.2 , строится план-график»[15].

Таблица 5.2 - Исходные данные численности исполнителей [15].

«№ Этапа	Численность исполнителей			T _{эти}	T _Σ	Уд _{эти}	Δ %
	Инженер б/к	Вед. инженер	Всего				
1.1	1	0	1	1,8	20,25	7,95%	7,95
1.2	1	0	1	1,8		7,95%	15,9
1.3	1	0	1	1,8		7,95%	23,85
2.1	1	1	2	0,35		1,55%	25,4
2.2	1	0	1	1,4		6,18%	31,58
2.3	1	0	1	0,7		3,09%	34,67
2.4	1	1	2			3,09%	37,76
2.5	1	1	2	0,7		3,09%	40,85
2.6	1	1	2	1,2		5,93%	51,45
2.7	1	0	1	0,7		3,09%	54,54
2.8	1	1	2	0,7		3,09%	57,63
2.9	1	1	2	1,2		5,93%	68,23
3.1	1	0	1	3,4		15,01%	83,24
3.2	1	0	1	2,4		10,6%	93,84
3.3	1	0	1	1,4		6,18%	100»

Таблица 5.3 - График длительности этапов выполнения НИиОКР [15].

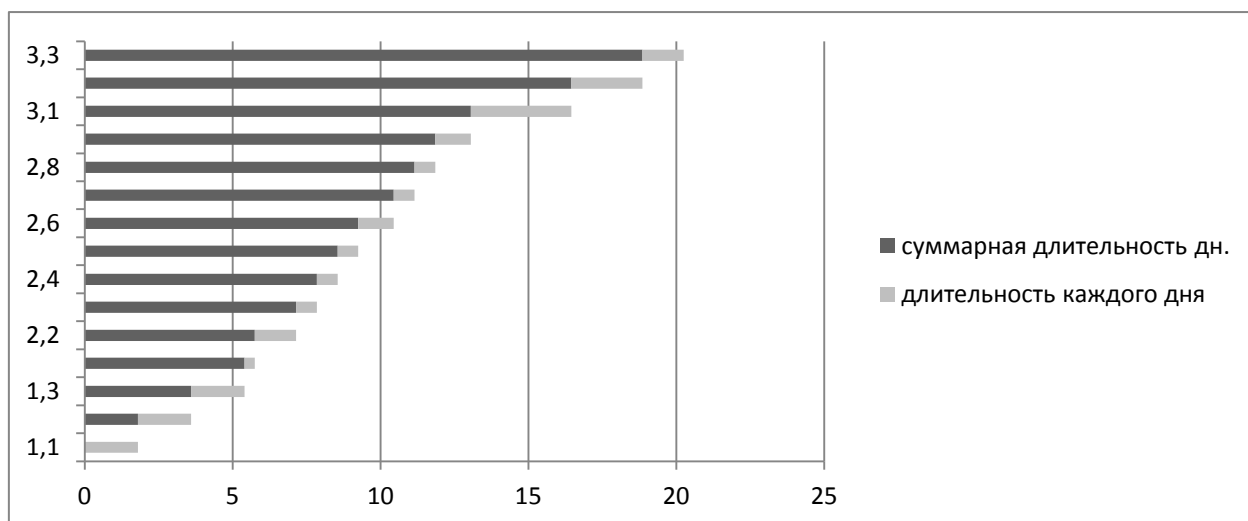


Таблица 5.4 - Табулирование работ НИиОКР [15].

«№ этапа	Исполнители	
	Ведущий инженер	Инженер б/к
1.1		1,8
1.2		1,8
1.3		1,8
2.1	0,35	0,35
2.2		1,4
2.3		0,7
2.4	0,7	0,7
2.5	0,7	0,7
2.6	1,2	1,2
2.7		0,7
2.8	0,7	0,7
2.9	1,2	1,2
3.1		3,4
3.2		2,4
3.3		1,4
Всего:	4,85	20,25»

5.2 Расчёт сметы затрат на НИиОКР

Сметы расходов оформляются с целью сопоставления базовой и проектной технологии введения образца новейшей техники в изготовление и с целью расчета себестоимости производства новейшей техники, установления стоимости.

«Расчет эффективного годового фонда рабочего времени» [15]:

$$\langle F_{\text{эф}} = 365 - П - В - Н q - Н_{\text{пр}} \rangle [15]. \quad (5.5)$$

где, «П - праздничные дни» [15];

«В - выходные дни» [15];

«Н - количество планируемых невыходов» [15];

«q - количество часов в смену» [15];

«Н_{пр} - количество нерабочих часов в предпраздничные дни» [15];

$$\langle F_{\text{эф}} = 365 - 4 - 30 - 0 * 8 - 0 = 2648 \text{ ч} \rangle [15]. \quad (5.6)$$

«Расчет среднего количества рабочих дней в месяц (округляется до ближайшего большего целого числа)» [15].:

$$\langle D = \frac{F_{\text{эф}}}{12q} \rangle [15]. \quad (5.7)$$

$$\langle D = \frac{2648}{12 * 8} = 27,58 \text{ дн} \rangle [15]. \quad (5.8)$$

«Расчет времени работы $i^{\text{ого}}$ исполнителя» [15]:

$$\langle K_{\text{исп.}i} = \frac{Fi}{D} \text{ мес.} \rangle [15]. \quad (5.9)$$

$$\text{«Инженер б/к: } K_{\text{исп}} = \frac{20,25}{27} = 0,75 \text{ мес.} \text{» [15].} \quad (5.10)$$

$$\text{«Вед.инженер: } K_{\text{исп}} = \frac{4,85}{27} = 0,18 \text{ мес.} \text{» [15].} \quad (5.11)$$

«Где: F_i – количество отработанных дней i -м исполнителем (берется из табеля учета рабочего времени)» [15].

«Расчет заработной платы исполнителей с должностными окладами» [15]:

$$\text{« } Z_{\text{итр.}} = K_{\text{исп.}i} * \text{Окл} * N \text{» [15].} \quad (5.12)$$

«где, $K_{\text{исп.}i}$ – время работы i -го исполнителя, мес.» [15].

«Окл. – должностной оклад i -го исполнителя, руб» [15].

« N – количество исполнителей, чел» [15].

«Расчет заработной платы исполнителей с должностными окладами сведен в таблицу 5.5.» [15].

Таблица 5.5 - Расчет заработной платы исполнителей с должностными окладами [15].

«Должность исполнителя	Кол-во исполнителей , чел.	Среднеме сячный оклад,	Время работы, месяцы	Заработная плата, руб.
1. Ведущий. инженер	1	30000	0,18	5400
2. Инженер б/к	1	5700	0,75	4275
Итого				9675»

«Расчет заработной платы всех исполнителей» [15]:

$$\langle Z_{исп.} = Z_{имп.} = 9675 \rangle [15]. \quad (5.13)$$

«Расчет страховых взносов в ПФР, ФОМС, ФСС» [15]:

$$\langle C_{св.} = Z_{исп.} \cdot K_{соц.} / 100 = 9675 * 30 / 100 = 2902,5 \text{ руб.} \rangle [15]. \quad (5.14)$$

«где: $K_{соц.}$ – коэффициент отчислений в страховые взносы» [15].

«Расчет затрат на электроэнергию» [15]:

$$\langle C_{эл.} = N_y \cdot K_{исп.} \cdot K_{загр.} \cdot D_i \cdot n \cdot q \cdot C_{эл.э.} \rangle \quad (5.15)$$

«где: N_y – мощность оборудования» [15];

« $K_{исп}$ – коэффициент использования» [15];

« $K_{загр}$ – коэффициент загрузки» [15];

« D_i – время работы $i^{ого}$ оборудования (определяется из ленточного графика)» [15];

«Расчёт затрат на электроэнергию сведён в таблицу 5.6.» [15];

Таблица 5.6 - Расчёт затрат на электроэнергию [15];

«Наименование оборудования	N_y , кВт	$K_{загр}$	$K_{исп.}$	D_i , дни	n эксп.	$C_{эл.руб.}$	$C_{эл.}$ Руб.
1.Стенд	0,05	1	0,6	2,1	9	3.4	1,93
2.Компьютер	0,08	1	0,9	16,35	9	3.4	36,02
Итого:							37,95»

«Расчет амортизационных отчислений» [15];

«Затраты на амортизацию определяются только для оборудования используемое в данной НИиОКР.» [15];

$$\langle \sum C_{ам} = \frac{Соб. \cdot Нам. \cdot \sum tm.}{F_{обор.} \cdot 100}, \text{руб.} \rangle [15]; \quad (5.16)$$

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

$$\langle F_{\text{обор.}} = (365 - П - В) * q * n * K_{\text{заг}} \rangle [15]; \quad (5.17)$$

$$\langle F_{\text{обор.}} = (365 - 4 - 30) * 8 * 1 = 2648 \rangle [15]; \quad (5.18)$$

где, « $N_{\text{ам}}$ – норма амортизационных отчислений» [15];

« $K_{\text{загр.}}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования» [15];

« $T_{\text{м}}$ – общее время работы оборудования, равное» [15]:

$$\langle T_{\text{м}} = D_{\text{обор.}i} * q * n * K_{\text{исп}} \rangle [15]; \quad (5.19)$$

$$\langle \text{Усилитель: } T_{\text{м}} = 2,1 * 8 * 0,6 = 10,08 \text{ час} \rangle [15]; \quad (5.20)$$

$$\langle \text{Компьютер: } T_{\text{м}} = 16,35 * 8 * 0,9 = 117,72 \text{ час} \rangle [15]; \quad (5.21)$$

«где: $D_{\text{обор.}i}$ – время работы i -го оборудования» [15];

« n – количество экспериментов» [15];

« $K_{\text{исп.}}$ – коэффициент использования i -го оборудования» [15];

« $C_{\text{об}}$ – первоначальная стоимость оборудования» [15];

«Расчёт затрат на амортизацию сведен в таблицу 5.7.» [15];

Таблица 5.7 - Расчёт затрат на амортизацию [15];

«Наименование оборудования	$C_{\text{об}}$ Руб.	$K_{\text{заг}}$ р.	$K_{\text{исп.}}$	$N_{\text{ам}}$	$\Sigma t_{\text{м}}$ час	$F_{\text{обор.}}$ Час.	$C_{\text{ам}}$ Руб.
1. Стенд	30257,1	1	0,6	20	10,08	2648	23,04
2. Компьютер	25000		0,9	20	117,72		222,28
Итого:							245,32»

«Расчет накладных расходов» [15]:

$$\langle S_{накл} = \frac{Z_{исп} * K_{накл}}{100} \rangle [15]; \quad (5.22)$$

$$\langle S_{накл} = \frac{9675 * 35}{100} = 3386,25 \rangle [15]; \quad (5.23)$$

«где: $K_{накл} = 35$ - коэффициент накладных расходов,%» [15];

« $Z_{исп}$.- заработная плата исполнителей» [15];

«Расчёт затрат на основные материалы с учетом транспортно-заготовительных расходов и расчет статьи затрат “Покупные изделия и полуфабрикаты”»[15];

$$\langle M = C_{mi} * B_{mi} * (1 + \frac{K_{тзр}}{100}) \rangle [15]; \quad (5.24)$$

« где, C_{mi} - оптовая цена материала i-го вида, руб.» [15];

« B_{mi} – норма расхода материала i-го вида, кг, м» [15];

« $K_{тзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %»[15];

« $K_{вот}$ – коэффициент возвратных отходов, %»[15];

Таблица 5.8 – Расчёт затрат на основные материалы [15];

«Наименование материала»	«Марка размер»	«Единицы измерения»	«Норма расхода B_M »	«Отпускная цена C_M »	«Общая сумма S_M »
1. Миллиметровка	A3	лист	1	3,5	3,5
2. Липкая лента	2	м	2	20	40

Продолжение таблицы 5.8

3. Клей	1	10 мл	1	20	20
4. Провод медный	ШввП	м	5	20	100
5. Тензодатчики		шт.	4	200	800
6. Усилитель		шт.	1	1000	1000
Итого					1963,5

$$\langle P_i = C_i * V_{ni} (1 + \frac{K_{mзр}}{100}), \text{руб} \rangle [15]; \quad (5.25)$$

«где, - C_i – оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, руб.» [15];

« V_{ni} – количество покупных изделий и полуфабрикатов i -го вида, шт.» [15];

«Расчет рекомендуется выполнять в табличной форме (таблица 5.9).» [15];

«Капитальных вложений по данной НИР не планируется» [15];

$$\langle S_{предпр} = K_{тек} \rangle [15]; \quad (5.26)$$

«Результаты расчетов сводятся в таблицу 5.9» [15];

Таблица 5.9 - Смета затрат на проектирование выполнение НИР [15];

№	«Статьи	Обозначение	Сумма, руб.
	1. Текущие затраты, $K_{тек}$.		
1.	Материальные затраты, в т. ч.:		

Продолжение таблицы 5.9

	- сырье и материалы, покупные изделия	М	1963,5
	- энергоносителей	Сэл	37,95
	и т. д.		
2.	Фонд оплаты труда исполнителей	Зисп	9675
3.	Отчисления на страховые взносы в ПФР	Ссв	2902,5
4.	Амортизационные отчисления	Сам	245,32
5.	Накладные расходы	Снакл	3386,25
	Предпроизводственные затраты, Всего Спредпр.:		18210,52»

5.3 Расчет показателей экономической эффективности НИиОКР

«Текущий чистый доход» [15]:

$$\langle \text{ЧД} = \text{Сдор.исп} - \text{Спредпр} \rangle [15]; \quad (5.27)$$

$$\langle 100000 - 48467,62 = 51532,38 \text{ руб.} \rangle [15]; \quad (5.28)$$

«Сдор.исп=100000 – затраты на дорожные испытания» [15];

«Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет» [15]:

$$\langle J_0 = \text{Спредпр} + \text{Сстенд}, (\text{руб.}) \rangle [15]; \quad (5.29)$$

« $J_0 = 48467,62$ руб.» [15];

«Индекс доходности» [15]:

$$\langle JD = \frac{\text{ЧД}}{J_0} \rangle [15]; \quad (5.30)$$

$$\ll JD = \frac{51532.38}{48467.62} = 1,06 \gg [15]; \quad (5.31)$$

«Срок окупаемости проекта» [15]:

$$\ll \text{Токуп.} = \frac{Jo}{ЧД}; \gg [15]; \quad (5.32)$$

$$\ll \text{Токуп} = \frac{48467,62}{51532,38} = 0,94 \gg [15]; \quad (5.33)$$

«Расчет коммерческой эффективности проектируемого изделия сводится в таблицу 5.10.»

Таблица 5.10 - Расчет коммерческой эффективности проектируемого изделия [15];

1.	«Текущий чистый доход	ЧД	51532,38
2.	Капиталообразующие инвестиции	Jo	48467,62
3.	Индекс доходности	JD	1,06
4.	Срок окупаемости проекта	Токуп	0,94»

5.4 Анализ полученных экономических показателей

«При расчете коммерческой эффективности дорожные испытания полуоси на изгибную жесткость оказались дороже, чем лабораторные на стенде. $S_{\text{пр}} < S_{\text{дор. исп.}}$.

Чистый доход положителен ($ЧД = 51532,38$ руб.), поэтому проект является эффективным и можно рассматривать вопрос о его принятии.

Высокий индекс доходности $JD=1,06 > 1$. Означает, что проект эффективен. $JD > 1$ показывает какова отдача на каждый рубль, вложенный в инвестиционный проект.

Малый срок окупаемости $T_{\text{ок}}=0,94$, что свидетельствует о малой рискованности проекта.

Таким образом, разработанный стенд для испытания полуоси на изгибную жесткость в лабораторных условиях является экономически эффективным» [15];

6 Безопасность и экологичность проекта

6.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

«Эскиз рабочего места» [17];

Участок сборки стенда

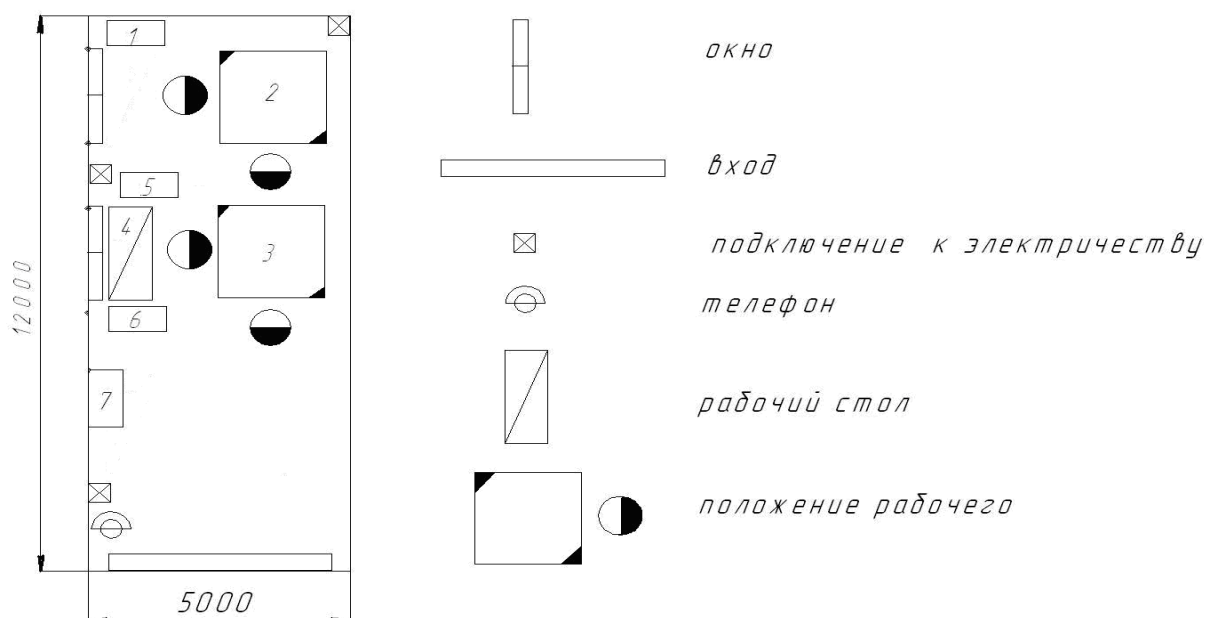


Рисунок 6.1 – Рабочее место

План эвакуации людей при чрезвычайных ситуациях [17];

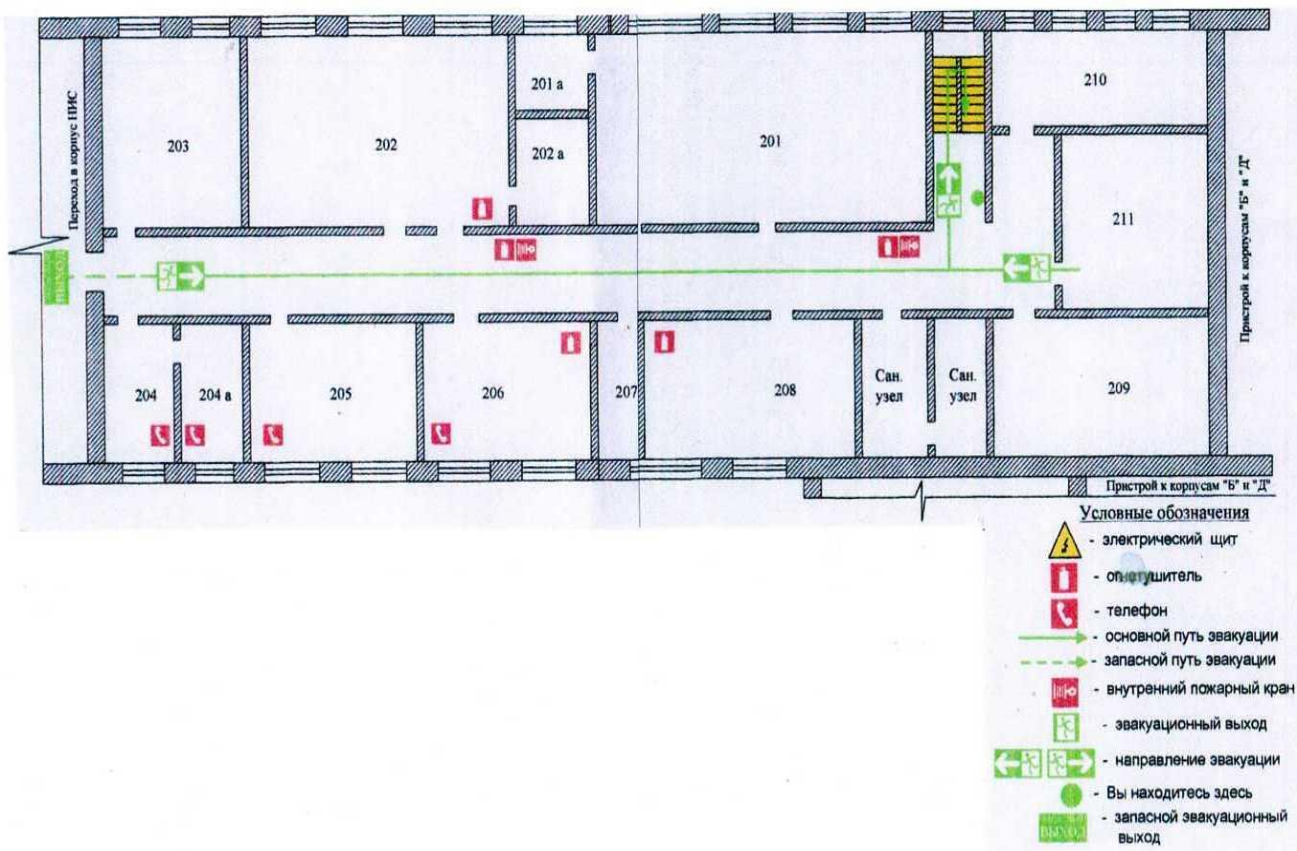


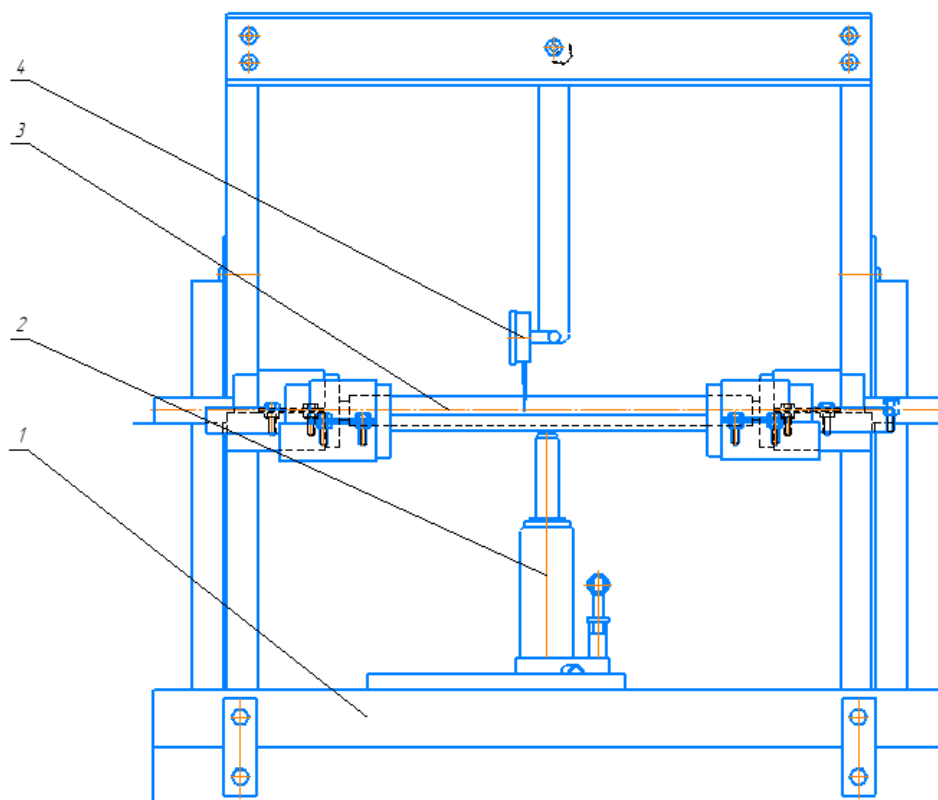
Рисунок 6.2 – План эвакуации

6.1.1 Описание технологического оборудования

Таблица 6.1- Список технологического оборудования

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

В этом дипломном проекте всё внимание сосредотачивается на стенде, который позволяет определить изгибную жёсткость полуосей. Вся конструкция стенда была собрана из стального каркаса.



- 1- Рама в сборе;
- 2- Домкрат гидравлический;
- 3- Полуоси в сборе;
- 4- Индикатор часового типа;

Рис. 6.3 - Схема общего вида станда

Модернизированный стенд позволяет с высокой степенью гарантировать:

- 1) Неопасность при проведении исследований;
- 2) Исправность;
- 3) Долгий срок службы;
- 4) Бесперебойность;
- 5) Несложность проводимых испытаний;
- 6) Не иметь существенных отклонений при снятии показаний;

6.2 Опасные и вредные производственные факторы, имеющие место при выполнении операции сборки станда

6.2.1. Механические травмы

Механические травмы при проведении работ на данной рабочей позиции могут возникать по следующим причинам:

а) повреждения, полученные при неправильной работе с угловой шлифовальной машиной, их можно избежать, если придерживаться правилам техники безопасности (применять защитный кожух и защитные очки).

б) повреждения, возникшие вследствие падения массивных деталей. Они так же не допускаются, если соблюдены требования техники безопасности (вести работу не более с чем одной деталью, а узлы и агрегаты помещать в контейнеры во избежание их падения).

в) травмы, которые возникли при непосредственном контакте глаз и частей тела со сваркой, так же их можно спокойно избежать при соблюдении правил безопасности (обязательно применять элементы индивидуальной защиты: перчатки, сварочную маску, сварочную одежду).

Шум исходит от следующих приборов:

- а) дрель ударно-вращательная в рабочем режиме;
- б) шлифовальная угловая машинка в рабочем режиме;

В качестве предпринимаемых мер от излишнего шума могут применяться:

- беруши;
- противозумные наушники;

6.2.2 Климатические условия

В рабочем помещении должен поддерживаться благоприятный микроклимат со следующими показаниями:

а) в летнее время года должны быть следующие показатели (когда средняя температура превышает $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$) температура должна поддерживаться на уровне $+20\text{...}22\text{ }^{\circ}\text{C}$, влажность воздуха $40\text{...}60\%$, скорость потока воздушных масс не превышать $0,4\text{ м/с}$;

б) в зимнее время (со средней температурой ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$): температуру поддерживать на уровне $+17\text{...}19\text{ }^{\circ}\text{C}$, влажность воздуха $40\text{...}60\%$, скорость потока воздушных масс не превышать $0,3\text{ м/с}$;

Освещение в рабочем помещении является совмещенным - естественное (с помощью окон) и искусственное (лампы накаливания и настольные светильники). Лампы накаливания размещены на потолке рабочего помещения, расстояние между которыми не превышает $1,5\text{ метра}$, расстояние между рядами, не более 4 метра . Лампы закреплены на высоте $2,4\text{ метра}$.

6.2.3 Поражение электрическим током

При выполнении работ по модернизации стенда и проведении испытаний существует риск получить удар электрическим током, вследствие того, что может быть нарушена изоляция проводников тока. По степени опасности рабочее место попадает во второй класс – цех с высокой степенью опасности. Чтобы избежать фактора поражения электричеством требуется осуществить заземление всех электроприборов.

6.2.4 Токсичные вещества

Во время модернизации стенда применялась акриловая краска, так как краска является легко возгораемым и токсичным материалом, следует придерживаться правилам техники безопасности при покраске, то есть необходимо обязательно делать вентиляцию помещения, а для сбережения кожи нужно использовать резиновые перчатки.

6.2.5 Взрыво и пожароопасность

Рабочее место по параметрам взрыво и пожароопасности попадает в категорию «В», потому что в помещении находятся множество горючих предметов (рабочие столы, стулья, шкафы для хранения инструментов, документация, краска, клей).

Таблица 6.2 - Опасные и вредные факторы

«Общие вредные производственные факторы	Оборудование, приспособление, инструменты	Воздействие на организм
1. Физические		
1. Подвижные части производственного оборудования	Вращающиеся части инструмента	Шум, общая вибрация, повреждение частей тел

Продолжение таблицы 6.2

2.Повышенная запыленность и загрязненность воздуха интенсивное тепловыделение	Электрическая угловая шлифовальная машина; сварочный аппарат	Воздействие на органы дыхания, перегрев организма
3.Повышенное напряжение электросети	Электросети и оборудование с электроприводом	Поражение электрическим током»
«4.Острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхности заготовки или инструмента	Заготовки, детали, инструменты, контейнеры	Повреждение частей тела
5.Отсутствие или недостаток естественного освещения	Производственные помещения, осветительное оборудование	Влияние на органы зрения, повышенная утомляемость, усталость»
2. Химические		
«1.Раздражающие вещества	Смазка, краска, пыль	Раздражение кожи, воздействие на органы дыхания»
3. Психофизические		

Продолжение таблицы 6.2

1.Физические перегрузки		Статические и динамические перегрузки нагрузка на ноги
2.Нервно-психические		Общение в коллективе, утомление, усталость, эмоциональность»

6.3 Воздействие производственных факторов на организм рабочих

«Источники механических травм вызывают у человека поражения кожи, мягких тканей, костей, внутренних органов, что приводит к потере работоспособности, инвалидности и даже смерти. Незначительные травмы и царапины без своевременной обработки могут вызвать заражение и тяжелые последствия»[9].

Из-за источников предельного шума у работников могут возникать боли в голове, быструю утомляемость и появление серьезных проблем со слухом. Так же, если в рабочем помещении будет плохое освещение, то со временем у работников будет падать острота зрения, вследствие чего заметно ухудшится производительность. При контакте человека с электричеством в его организме повреждаются многие ткани, и органы путём термического, электролитического и биологического влияния.

Во время сильных ожогов вызванного термическим воздействием на ткани человека сильно повреждаются органы и жидкости в организме.

6.4 Мероприятия по созданию безопасных условий труда

6.4.1. Организационные мероприятия

Для достижения охраны труда следует проводить инструктаж рабочих и служащих по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране и другим правилам охраны труда.

Имеется ряд разновидностей инструктажа. Было проведено вступительное инструктирование, его должны пройти все без исключения прибывающие работники в организацию, а кроме того командированные и обучающиеся, пришедшие на практику.

Для предоставления приемлемой трудоспособности и сбережения здоровья высококлассных специалистов в течении рабочей смены необходимо назначать регламентированные паузы. Для рабочих участка с учетом их категории труда и степени серьезности необходимо определить регламентированные интервалы спустя 2 часа от начала рабочей смены и через $1,5 \div 2,0$ часа после перерыва на прием пищи, длиной 15 минут каждый или же по 10 минут после каждого часа рабочего времени.

6.4.2. Планировочные мероприятия

В понятие планировочные мероприятия входит процедура, предусматривающая целесообразную расстановку рабочих агрегатов и рабочих мест в производственном цеху, которое позволяет:

- а) беспрепятственный и удобный проход трудящегося к стенду и дополнительному оборудованию;
- б) при возникновении чрезвычайных происшествий проводить стремительную эвакуацию всех трудящихся;
- в) экранирование всех приборов и агрегатов, издающий повышенный шум звукопоглощающими материалами;

6.4.3. Технические мероприятия

В технические же мероприятия входит верный расчёт и установка осветительных приборов, системы вентиляции помещения, а так же создания приемлемой температуры воздуха в помещении. Так же все электроприборы и приборы с подвижными элементами должны быть защищены различными кожухами, изолирующими материалами и ограждениями от непосредственного контакта с рабочими. Ещё одним важным фактором является, установка различных информационных указателей и схем, с целью ориентирования персонала о пути движения к эвакуационным выходам.

Во время проведения работ по модернизации стенда необходимо использовать специальную одежду на основе хлопка. Применять средства защиты рук (резиновые перчатки), шумозащитные наушники, защитные очки и специальную обувь с металлическим подноском. Так же требуется исполнение всех пунктов техники безопасности при проведении тестирований, в которые входит:

- 1) Исключение возможности контакта с острыми углами;
- 2) Не давать попадать конечностям под движущиеся части и механизмы;

- 3) Принимать меры, не допускающие смещения и переворота стенда;

6.5 Обеспечение электробезопасности на производственном участке

Согласно уровню угрозы поражения электрическим током здание принадлежит ко 2 классу (здания с высокой угрозой), таким образом на участке вероятно прикосновение трудящихся к электрооборудованию и металлоконструкциям либо инженерному оборудованию имеющему контакт с почвой. К данной группе помещений принадлежат механические цеха и области с обычной температурой, сыростью без отделения пыли, однако с напольными покрытиями, имеющие возможность проводить ток.

«В качестве средств-предохранения от поражения электрическим током следует применять»:

Заземление - специальное электрическое соединение с почвой либо её эквивалентом железных нетоковедущих элементов, какие смогут оказаться под напряжением. Защитному заземлению подлежат железные составляющие электроустановок, легкодоступные для соприкосновения с ними рабочим и никак не обладающие другими разновидностями защиты.

6.6 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке

Как уже упоминалось ранее, помещение, в котором располагается рабочее место и стенд по взрыво и пожаробезопасности попадает под

категорию «В», потому что в нём присутствует множество легко воспламеняемых предметов.

В случаях возникновения пожара в таком помещении нужно применять огнетушители следующих типов:

- огнетушители класса «Е» (для тушения электроустановок);
- огнетушители класса «А» (твердые горючие материалы);
- огнетушители класса «В» (плавящиеся при нагревании материалы);

При появлении возгораний и нахождении их в начальной стадии к их тушению может привлекаться персонал, для этого необходимо размещать в легкодоступных местах огнетушители, пожарные гидранты и пожарный инвентарь. В здании так же установлено охранопожарная сигнализация, оповещающая отделения пожарной защиты о возгорании и участке его появления - гарантируется автономной (благодаря датчикам-извещателям) либо ручной (нажатием клавиши) пожарной сигнализацией и еще с помощью радио- и телефонной связи.

6.7 Экологическая экспертиза разрабатываемого объекта

Во время проведения модернизации стенда и проведения экспериментов каких-либо значимых выбросов в окружающую среду не происходит (во внимание не применяются испарения при нанесении краски, т.к. они незначительны).

Практически все компоненты стенда при их поломке или окончании срока службы могут быть повторно переработаны и вновь использованы.

Так же присутствует незначительное излучение (тепловое и электромагнитное), но они практически не оказывают никакого воздействия

на окружающее пространство, а уровень шума не превышает предельных показаний, утвержденных в соответствующих нормативных документах.

6.8 Безопасность объекта при аварийных и чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайное положение – ситуация, при котором вследствие появления источника, появляется риск жизни, самочувствию людей, наносится урон достоянию населения, общенародному хозяйству и окрестной среде.

В рабочем помещении применяется два ключевых течения минимизации вероятности появления и следствия чрезвычайных ситуаций. 1-ое состоит в исследованию инженерных и организационных мероприятий, которые уменьшают возможность реализации опасного поражающего потенциала нынешних технологических концепций. С целью этого технологические концепции снабжают предохранительными приборами – средствами взрыво - и пожарозащиты.

Второе течение состоит в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и жителей к действиям в обстоятельствах чрезвычайных ситуаций, с целью формирования каковых необходимы подробные разработки сценариев и вероятных аварий и катастроф на определенных объектах.

С целью реализации контроля, за соблюдением мер защищенности оценки эффективности событий, по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Она содержит в себе следующие сегменты:

- единые данные об объекте;
- обзор угроз промышленного объекта;
- снабжение готовности промышленного объекта к ликвидации ЧС;
- оповещение общественности;
- дополнения, содержащие план объекта и информационный бланк;

Декларация представляется в органы Ростехнадзора Российской Федерации при получении лицензии на выполнение промышленной деятельности.

Из всего выше перечисленного делаем следующий вывод:

В данной части дипломного проекта под наименованием «Безопасность и экологичность объекта» был проведен анализ всевозможных вредных и опасных источников и степень их влияния на людей.

Из всего вышеперечисленного выработались нижеследующие мероприятия для обеспечения безопасного труда:

- Обеспечение электробезопасности;
- Обеспечение пожаробезопасности;

Имеющаяся система освещения полностью удовлетворяет нормам освещения в производственных помещениях подобного класса. Вентиляция так же полностью справляется со всеми своими функциями, поэтому в данном помещении созданы все благоприятные условия для проведения модернизации стенда с последующим проведением испытаний полуосей легкового автомобиля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте:

- Проведен анализ стендов для испытания трансмиссии автомобиля;
- Проведена модернизация стенда для определения изгибной жесткости полуосей легкового автомобиля;
- Проведены испытания по определению изгибной жесткости полуосей легкового автомобиля;
- Стенд будет использован в учебном процессе на кафедре ПиЭА по дисциплине «Теория автомобиля».
- По результатам работы подготовлена статья для публикации в сборник «Дни студенческой науки ТГУ».

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т.Т.2 / В.И. Анурьев - М.: Машиностроение, 1978. - 559 с.
2. Автомобильная промышленность, 1987. №4 - 56 с.
3. Гришкевич, А.И. Автомобили. Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть, / А.И. Гришкевич - Мн. Выш. шк., 1987.
4. Валхламов, В.К. Автомобили основы конструкции. 2-е издание, / В.К. Валхламов, 2006.
5. Тарасов, А.Я. Влияние резонансных изгибных колебаний силового агрегата на поломки картерных деталей. / А.Я. Тарасов - Автомобильная промышленность, 1981. №3, - С. 12-15.
6. Лукин П.П. Конструирование и расчёт автомобиля, / П.П. Лукин - Машиностроение 1984. - 373с.
7. Раймпель, И. Шасси автомобиля, / И. Раймпель - М.: Машиностроение, 1986. - 320 с.
8. Высоцкий, М.С. Изгибные колебания и нагруженность картерных деталей силового агрегата грузового автомобиля, / М.С. Высоцкий, А.Г. Выгонный, Г.В. Мерников - Автомобильная промышленность. 1981. №9, - С.10-12.
9. Соломатин, Н.С. Итоговая государственная аттестация, (государственный экзамен, дипломное проектирование), / Н.С. Соломатин – Тольятти, ТГУ, 2006. - 161с.
10. Маслов, Г.С. Расчеты колебаний валов, справочник, / Г.С. Маслов - М.: Машиностроение, 1980.
11. Латышев, Г.В., Изгибные колебания силовой передачи и шум в кузове легкового автомобиля, / Г.В. Латышев, В.Е. Тольский - Куйбышев, 1982. - С.23-30.

12. Черепанов, Л.А. Тяговый расчет автомобиля, / Л.А. Черепанов - Тольятти, 2001.
13. Верменюк, В.Н., Проектирование подвески автомобиля, / В.Н. Верменюк, Л.А. Черепанов - Куйбышев, 1984. - 58 с.
14. Ротенберг, Р.В. Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода, / Р.В. Ротенберг - 1972.
15. Справочник автомобилиста, 2005.
16. Успенский, И.Н. Проектирование подвески автомобиля, / И.Н. Успенский - М.: Машиностроение, 1976. - 168с.
17. Пехальский, И.А. Устройство автомобилей, / И. А. Пехальский - М.:Машиностроение, 1986.
18. Dearholt, J.D. Career Paths Mechanics, / J.D. Dearholt; - Express Publishing, 2012. - 261 с.
19. Duffy, J.E. Modern Automotive Technology, / J.E. Duffy; - Liberty Publishing House, 2014. - 301 с.
20. Schnubel, M. Automotive Suspension and Steering Systems, / M. Schnubel; - Express Publishing, 2013. – 389 с.
21. Knowles, D. Automotive Technician Test Preparation, / D. Knowles; - Liberty Publishing House, 2011. – 210 с.
22. Erjavec, J. Automotive Technology / J. Erjavec; - Harper Collins, 2010. – 364с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягово-динамического расчёта

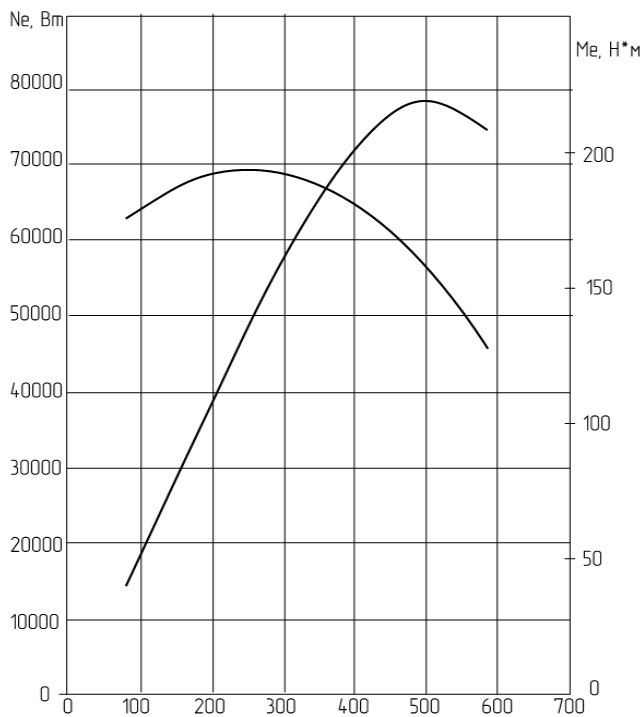


Рисунок А.1 – Внешняя скоростная характеристика двигателя

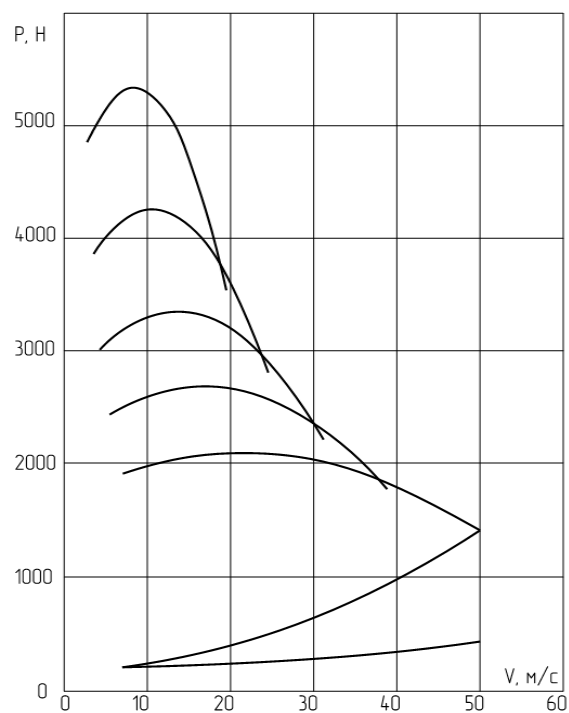


Рисунок А.2 – Тяговый баланс автомобиля

характеристика двигателя

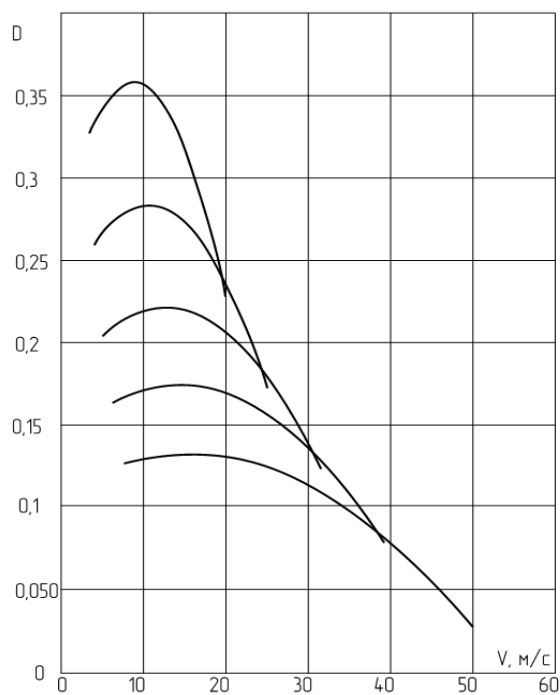


Рисунок А.3 – Динамический фактор

автомобиля

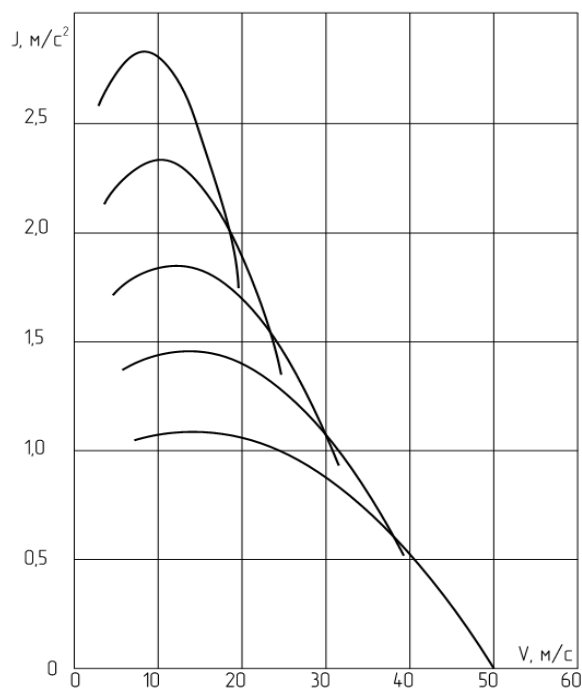


Рисунок А.4 – Ускорение

автомобиля

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Графики тягово-динамического расчёта

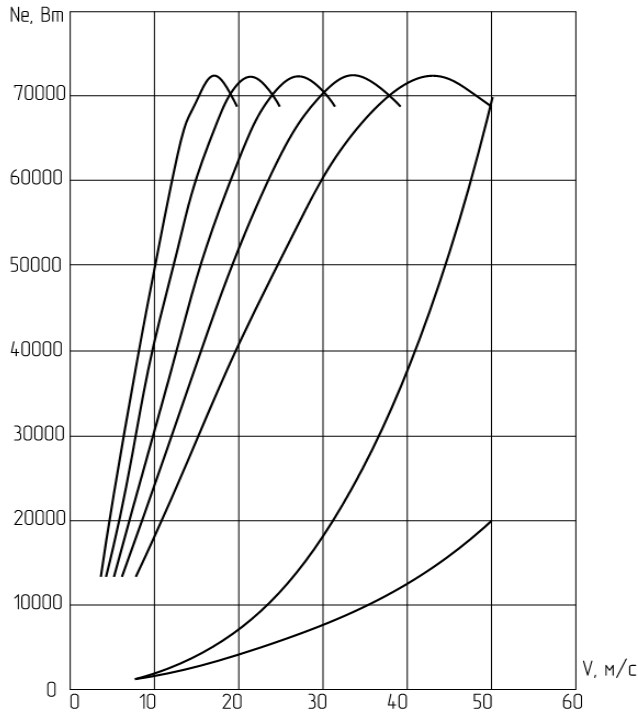


Рисунок Б.1 – Мощностной баланс

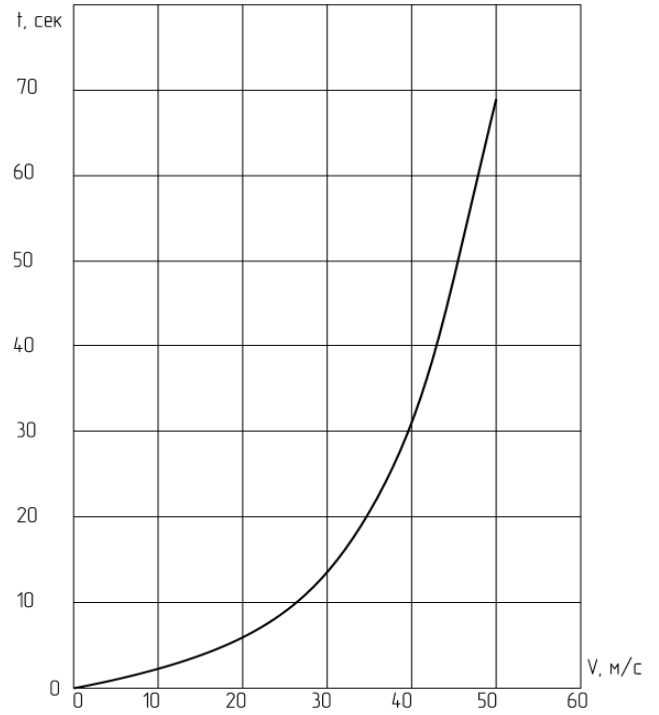


Рисунок Б.2 – Время разгона

автомобиля

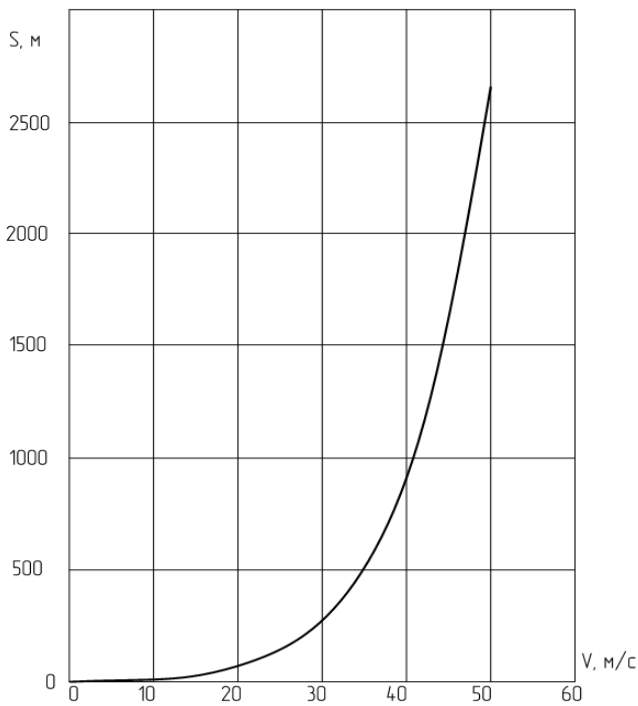


Рисунок Б.3 – Путь разгона

автомобиля

автомобиля

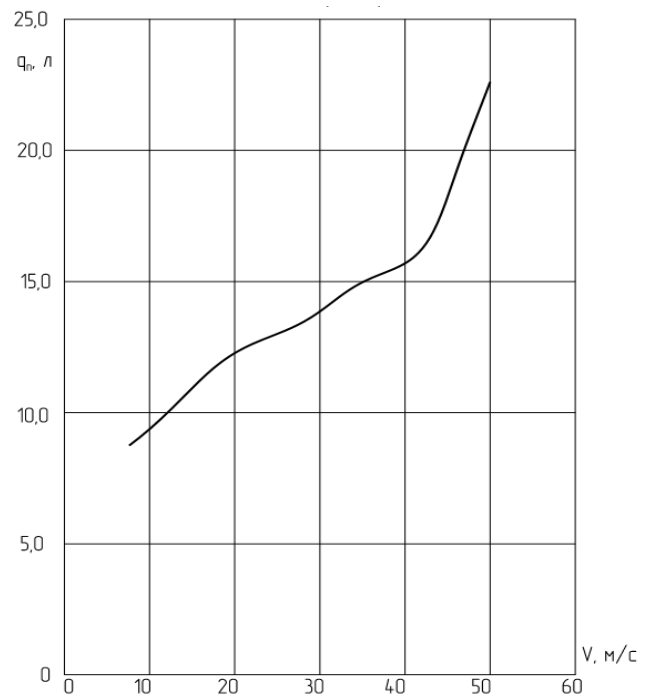


Рисунок Б.4 - Топливно-экономическая

характеристика автомобиля