

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 Разработка стенда для определения собственных колебаний

поддрессоренной массы легкового автомобиля. Создание конструкции стенда

Студент

Д.О. Дашук

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Л.А. Черепанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

О.М. Сярдова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

С.А.Гудкова

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ »

20 19 г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

Целью данного дипломного проекта является разработка стенда для определения собственных колебаний поддресоренной массы легкового автомобиля, а также создание конструкции стенда.

Вопросам улучшения плавности хода автомобилей уделяется постоянно большое внимание поэтому работа выполненная в данном направлении актуальна.

В дипломном проекте, проведен анализ существующих конструкций стендов для испытаний автомобиля на плавность хода, на основании которого спроектирован и разработан стенд для определения собственных колебаний поддресоренной массы легкового автомобиля.

Разработаны и рассмотрены вопросы по безопасности жизнедеятельности и экономической эффективности проекта.

Дипломный проект содержит 8 листов формата А1, 26 таблиц, 72 страницы пояснительной записки, которые включают в себя 6 разделов, введение, заключение и список литературы

## **ABSTRACT**

The title of the graduation work is: « The development of the stand for definition of own fluctuations car ».

This graduation work is devoted to question of definition of own fluctuations of the car, their studying and the review of stands.

The aim of the work is to give some information about report data on definition of the car own fluctuations and to the review of stands.

The research methods include practical tests of the stand for definition of damped oscillations and also studying of operational properties of the car - smoothness of the course.

In analytical part of work the analysis of subject of the thesis is carried out. The stand for measurement of smoothness of the course of the car is designed.

The indicators and standards of smoothness of the course for establishment of acceptable level of fluctuations on human body are detailed and described.

The special part of the project gives details about the test bench for determination of the parameters affecting smoothness of the course of the car.

The graduation work consists of an explanatory note on 72 pages including 22 figures, 26 tables, and the graphic part on 8 A1 sheets.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 Понятие о плавности хода автомобилей .....	7
2 Обзор стендов .....	10
2.1 Стенд для измерения плавности хода авто.....	16
2.2 Испытательный стенд для определения характеристик, влияющих на плавность хода автомашины.....	17
2.3 Стенд для испытаний амортизаторов подвески автомобилей.....	21
3 Стенд для определения собственных колебаний подрессоренной массы легкового автомобиля .....	24
4 Экономическая эффективность проекта .....	26
4.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов .....	26
4.2 Исходные данные на проектный расчет .....	26
4.3 Расчет Фонда времени работы оборудования .....	28
4.4 Расчет технологической себестоимости оборудования .....	28
4.5 Расчет оборудования и коэффициента загрузки .....	36
4.6 Расчет капитальных вложений .....	37
4.7 Расчет технологической себестоимости оборудования .....	42
4.8 Калькуляция и структура себестоимости оборудования .....	44
4.9 Расчет эффективности новой техники .....	45
5 Безопасность жизнедеятельности .....	47
6 Тяговый расчет .....	51
6.1 Подготовка начальных данных для расчета .....	51
6.2 Определение передаточного числа главной передачи .....	53
6.3 Расчет внешней скоростной характеристики .....	53
6.4 Определение передаточных количеств КП .....	55
6.5 Тяговый баланс автомобиля .....	57

6.6 Динамическая характеристика автомобиля .....	59
6.7 Разгон автомобиля .....	60
6.8 Время и дорога разгона автомашины .....	63
6.9 Мощностной баланс автомашины .....	67
6.10 Топливо- экономическая характеристика .....	68
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>70</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>71</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Плавность хода автомобиля – это эксплуатационное свойство, обеспечивающее движение с минимальными раскачиваниями колес и кузова в различных эксплуатационных условиях.

При передвижении машины поддрессоренная масса совершает колебания относительно трех координатных осей и соответственно относительно этих осей. На плавность хода влияют вертикальные колебания и продольно-угловые колебания, относительно оси проходящей через центр масс автомобиля. Колебания появляются в результате взаимодействия колес с дорожной поверхностью. Частотный спектр воздействия от дороги равен от 0 – 100Гц. Колебания с частотой до 20Гц воспринимаются как отдельные циклы, а выше 20Гц слитно (вибрационное воздействие). Колебательные процессы вызывают дискомфорт у водителя и пассажиров, а также приводят к изнашиванию и поломкам деталей ходовой части автомобиля. Теоретической основой дипломного проекта, являются труды российских и зарубежных авторов в области проектирования автомобилей: И.В. Балабин, А.И. Гришкевич, В.Н. Кравц, Л.А. Черепанов, S. Hewitt.

Испытания автомобилей на плавность хода проводят в дорожных и лабораторных условиях. Измерителями плавности хода являются частота собственных колебаний поддрессоренной массы, максимальные и среднеквадратические величины вертикальных ускорений действующих на организм человека и перевозимый груз.

В данной дипломной работе разработан стенд для определения свободных колебаний поддрессоренной массы легкового автомобиля, которые позволят определить уровень его плавности хода.

## 1 Понятие о плавности хода автомобилей

Плавность хода автомобиля – это эксплуатационное свойство, обеспечивающее движение с минимальными раскачиваниями колес и кузова в различных эксплуатационных условиях.

При анализе плавности хода выделяют следующие «основные элементы конструкции, определяющие качество поддрессоривания автомобиля:

- » [37] «поддрессоренная часть, включающая все агрегаты, узлы и детали, вес которых воспринимается рессорами;

- неподрессоренные части, включающие все агрегаты, узлы и детали, вес которых не воспринимается рессорами;

- подвеска, представляющая собой устройство, обеспечивающее передачу сил и моментов от колес к поддрессоренной части и уменьшение динамических воздействий» [38] на поддрессоренную часть при движении по неровным дорогам;

- шины – опорные эластичные элементы автомобиля, «обеспечивающие надежный контакт колес с поверхностью дороги и смягчающие динамические воздействия со стороны неровностей дороги на неподрессоренные части.» [37]

«Динамические воздействия от неровностей дороги к поддрессоренной части» [43] «передаются через подвеску автомобиля, которая состоит из трех основных частей: упругого элемента» [43] (рессоры), гасителя колебаний (амортизатора) и направляющего устройства.

Упругий элемент в подвеске служит для уменьшения динамического воздействия, передающегося на корпус машины от неровностей дороги через шины и неподрессоренные части.

Гасители колебаний (амортизаторы) в подвеске служат для уменьшения амплитуд вертикальных перемещений поддрессоренных масс. В настоящее время подвески грузовых автомобилей оснащаются главным

образом гидравлическими амортизаторами двухстороннего действия телескопического или рычажного типа.

Усилия от колес к поддрессоренной части автомобиля передаются направляющим устройством подвески. Различают три основных типа направляющих устройств подвески: зависимые, независимые и полунезависимые.

При испытаниях определяют три группы характеристик: упругие характеристики подвески, вертикальные упругие характеристики шин и характеристики амортизаторов, которые в первую очередь влияют на колебания и плавность хода автомобиля. Колебания и плавность хода машины оцениваются по виброскоростям и виброускорениям в различных частотных диапазонах, воздействующих на водителя, пассажиров и на транспортируемые грузы. Испытывают машину на плавность хода, как в дорожных условиях, так и в лабораторных. При этом записывают вертикальные и поперечные ускорения, скорости колебаний, в характерных точках автомобиля.

К характеристикам, которые влияют на плавность хода и колебания машины относятся:

- конструктивные характеристики машины (общая масса, величина поддрессоренных масс, их развесовка по осям, неподдрессоренные массы, колея передних и задних колес, положение центра масс по длине и высоте машины, «момент инерции и радиус инерции поддрессоренной массы относительно поперечной оси, проходящей через» [21] центральную ось поддрессоренной массы);

- упругие характеристики подвески;
- характеристики амортизаторов;
- упругие характеристики шин;
- характеристики сидений;



## Дорожные испытания автомашины на плавность хода.

«При дорожных испытаниях определяют вертикальные и горизонтальные ускорения, виброскорости в» [21] характерных точках автомобиля, например: для легкового автомобиля датчики устанавливаются , на сидении водителя и на заднем правом пассажирском сидении.

««Автомобили перед испытаниями должны иметь пробег не более 10 000 км и износ рисунка протектора шины не более 20%. Испытания» [21]» [21] автомашины проводят с номинальной нагрузкой. При испытаниях должны быть соблюдены климатические и дорожные условия, оговоренные в соответствующих ГОСТ-х. Испытания, обычно, производят на 3-х видах покрытия дорог. Испытания проводятся на различных скоростях движения к примеру, для легковых малолитражных автомашин на дорогах с качественным «покрытием их принимают равными 50, 70 и 90 км/ч, а для автобусов 30-90 км/ч. На дорогах с изношенным асфальтовым покрытием для»[21] тестирований легковых малолитражных автомашин поставлены «скорости 30, 45, 60 и 75 км/ч, а для автобусов и грузовых» [21] автомашин 30, 45 и 60 «км/ч. На участках с булыжным покрытием в плохом состоянии и на разбитых грунтовых дорогах скорости» [21] перемещения «приняты равными 10, 20 и 30 км/ч. Длины участков, на которых записываются» [21] характеристики плавности хода, поставлены при тестированиях на неплохой проезжей части и «ровном булыжном шоссе без выбоин равными 1000 м, а на дорогах других типов и» [21] наименьших скоростях перемещения 700, 500 и 250 м.

Плюсом тестирований автомашин на дорогах считается то, что проведение испытаний близко к реальным условиям работы автомашин, но итоги этих тестирований не всякий раз возможно сопоставить, например как профиль и положение дорог в процессе эксплуатации меняются. Большую информацию о плавности хода автомобиля получают при переезде единичных неровностей.

## 2 Обзор стендов

В данной работе рассмотрены следующие виды стендов для измерения плавности хода автомашины:

- 1) Стенд для измерения плавности хода автомашины;
- 2) Испытательный стенд для определения параметров, влияющих на плавность хода автомашины.
- 3) Устройство для испытания амортизаторов подвески автомашин.

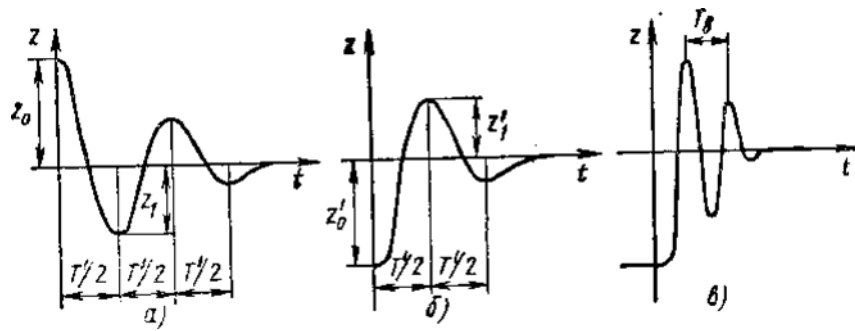
Стендовые испытания на колебания и плавность хода автомобиля.

В лабораторных условиях исследуют характеристики упругих и демпфирующих элементов подвески, шин, колебания кузова автомашины и её осей.

Свободные колебания подрессоренной и непрорессоренной масс можно получать способами подтягивания или же сбрасывания, а еще на особых площадках. При применении способа «подтягивания переднюю или заднюю» [21] части «кузова поднимают над» [21] осями колес «на высоту 60—80 мм или» [21] же опускают вниз на то же значение. «При быстром освобождении кузов совершает собственные низкочастотные колебания, а мост собственные высокочастотные с заданным начальным отклонением.» [21]

Способ «сбрасывания заключается в том, что» [21] автомашину ставят «передними или задними колесами на» [21] особые «площадки, которые поднимают на высоту 50—65 мм, а» [21] вслед за тем опускают, вызывая снижение колес и кузова. Образующиеся при данном колебании «фиксированных точек кузова над осью колеса и центра 1-» [21]го «из колес записывают в» [21] одно и тоже время при помощи тяг, рычагов и пишущего устройства «на вращающемся барабане или» [21] же передвигающейся «ленте (рекомендуемая скорость» [21] движения ленты 100 мм/с).

Кривые движений кузова и колес автомашины, полученные при применении способа подтягивания, показаны на рис 1.



а и б — кузова; в — колес

Рисунок 2.1-Графики собственных колебаний, полученные методом подтягивания

По итогам испытаний с учетом масштаба времени определяют периоды низкочастотных и высокочастотных движений (в с), частоты собственных колебаний (в Гц) и декременты затухания.

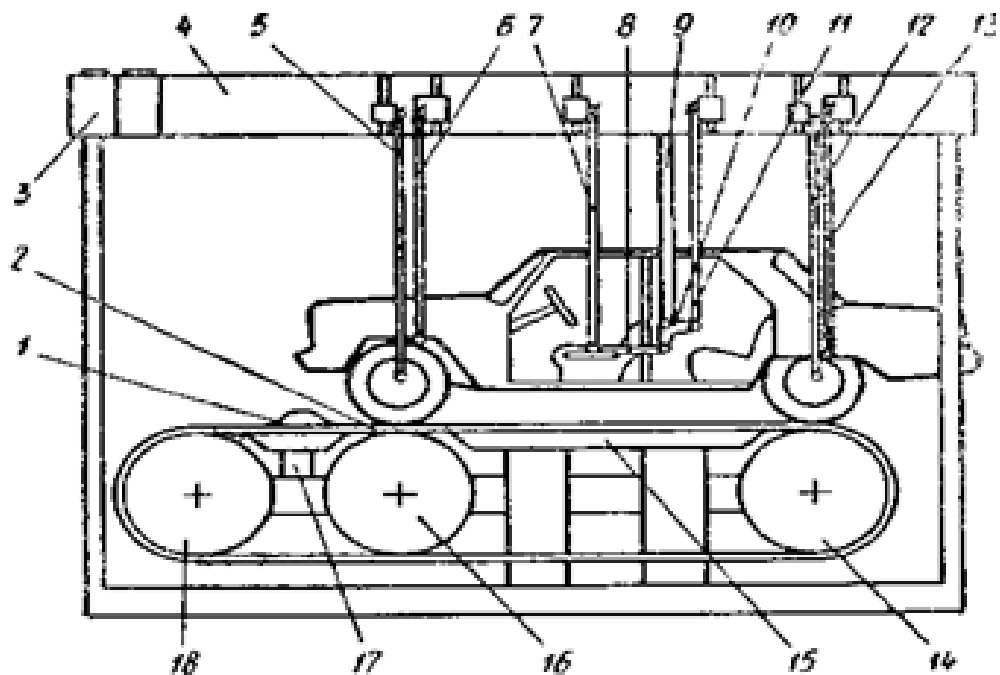


Рисунок 2.2-Схема стенда с движущимися под автомобилем лентами

Методы подтягивания и сбрасывания позволяют определять некоторые параметры, характеризующие колебания автотранспорта, но при этом, не

воспроизводится действительная картина работы автомашины (вызываются колебательные движения только одной парой колес и кузова над ними).

Вследствие влияния дорожных неровностей вызываются колебания в начале передних, а затем задних колес и в соответствии с этим кузова над передней и задней осями.

Испытания на специальных стендах дают возможность приблизить условия работы автомашины к реальным, обеспечивая получение реальной информации при небольших расходах времени и средств.

Схема работы автомобиля с дорожными лентами показана на рис. 2. Автомашина удерживается на нем тросом. Колеса автомашины устанавливаются на ленту опирающуюся на опорные барабаны стенда.

Неровности 1 на передвигающихся лентах 2 влияют поочередно на передние и задние колеса и возбуждают колебания автомашины, которые регистрируются на ленте 4, перематываемой с неизменной скоростью электродвигателем 3. Дополнительно с использованием датчиков регистрируют ускорения или скорости колебаний.

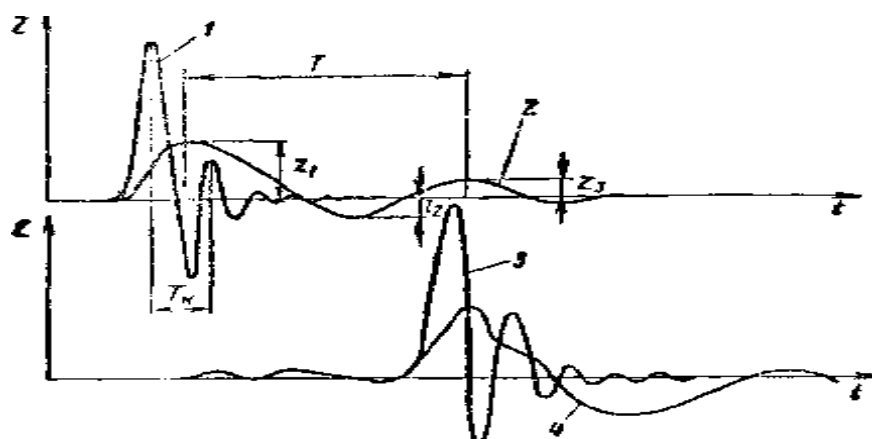


Рисунок 2.3-Кривые колебаний частей автомобиля

Система легких тяг с шарнирами на концах соединяет неподрессоренные и поддрессоренные массы с самописцем, регистрирующими все процессы колебаний на одной ленте. Ось фронтального колеса автомашины с поддержкой тяги 5 объединена с механическим самописцем, а кузов над колесом тягой 6.

1 — фронтальные колеса; S —\* кузова над передними колесами; 3 — высота задних колес; 4 — высота кузова над задними колесами

«Тяга соединяет маятниковый подвес с самописцем продольных колебаний.

Вал 14 считается основным и опорным для задних колес автомашины, а вал 16 опорным для фронтальных колес и имеет возможность быть подвинут по раме стенда в зависимости от базы испытываемой автомашины.

Вал 18 предназначен для натяжения дорожных лент и гарантирует открытый участок, по которому выпуклости попадают под передние колеса автомашины в горизонтальной плоскости. Таким образом имитируется проезд по единичной неровности проезжей части. Между барабанами стенда размещены поддерживающие столы 15 и 17, которые сокращают провисание ленты. Дорожные ленты прибора приводятся в движение электродвигателем или основными колесами автомашины.

На рис. 3 показаны совмещенные по времени кривые колебаний колес и кузова автомашины во время испытаний на стенде. На данном стенде используют методику получения записей колебаний, вызванных способами подтягивания и сбрасывания. Одновременная запись движений нескольких точек автомашины позволяет изучать следующее:

- 1) угловые перемещения кузова и положения его центров колебаний (по колебаниям кузова на передней и задней подвесках);
- 2) ход подвески (по перемещению кузова над осью колеса и центра колеса);
- 3) радиальные деформации шины, нужные для определения сил реакции, действующих на колесо со стороны дороги, а еще для оценки сглаживающей и поглощающей возможности покрышки (на кривую движений оси колеса нанести в соответственном временном масштабе профиль неровности);
- 4) циклограммы колебаний головы или центра тяжести водителя, представляющие траектории их перемещений в продольной плоскости

автомобиля, если осуществляется одновременная запись (по вертикальным и продольным колебаниям).

По движениям отдельных точек автомашины и циклограммам колебаний водителя или же заменяющего его манекена возможно квалифицировать виброскорости и ускорения колебаний кузова, колес, сидений и водителя.

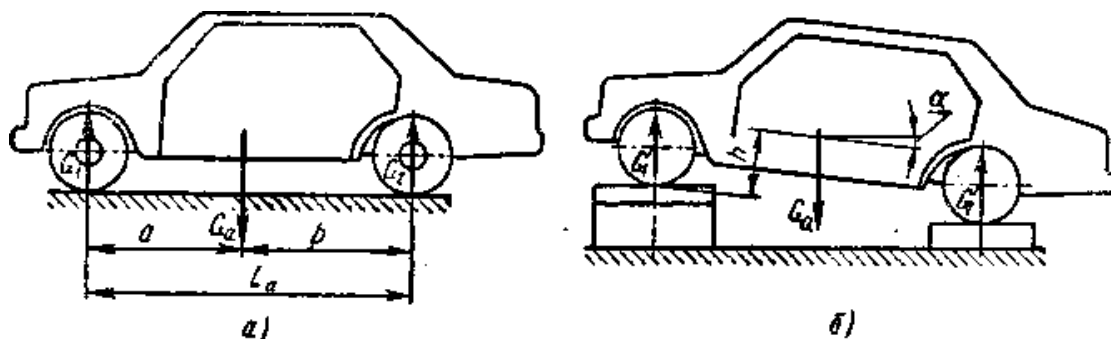
Графическое определение скоростей, ускорений по записанным колебаниям отдельных точек считается трудоемкой операцией и не всякий раз гарантирует нужную точность.

Регистрацию ускорений изготовляют при поддержке преобразователей, которые монтируют на кузове, мостах и плите, расположенной на подушке сидения. Преобразователи для регистрации виброскорости дают возможность получить данные для оценки воздействий этого параметра на человека. Циклограммы колебаний водителя получают фотографированием электролампочек, для регистрации колебательных процессов используют киносъемку.

Колебательные процессы кузова и колес автомашины также определяют на вибростендах. Вибростенды используются большей частью с надлежащими возбудителями колебаний: с шатунно-кривошипными механизмами, с гидропульсаторами, с вибраторами, имеющими неустойчивые крутящиеся массы направленного воздействия, с вращающимися беговыми барабанами переменного радиуса.

Случайные колебания масс автомашины возбуждаются на стендах с гидровибраторами или же гидропульсаторами. Записав на ленту магнитографа микропрофиль дорожного покрытия, его возможно воспроизвести на приборе с помощью гидропульсаторов. Таким образом, возможно оценить плавность хода автомашины в лабораторных условиях, но максимально приближенных к реальным возмущениям от дороги.

На колебательные процессы автомашины влияют расположение центра тяжести и величина момента инерции кузова автомашины относительно поперечной оси.



а горизонталь; б вертикаль

Рисунок 2.4-Схема определения координат центра тяжести автомобиля

$$b = \frac{G_1}{G_1 + G_2} L_a \quad (2.1)$$

Положение центра тяжести автомашины по длине базы и по высоте от опорной плоскости может быть определено с помощью весовых аппаратов, динамометрических приборов и при подвешивании автомашины. В случае если на весах определяются реакции на передние колеса  $G_j$  и на задние  $G_a$ , то расстояние от передней оси до центра масс, или расстояние от задней оси до центра масс, определяется по известным формулам.

где  $L_a$  — база автомашины.

где  $\alpha_k$  - угол наклона кузова в продольной плоскости, подъеме передней оси автомашины с регистрацией нагрузки на весах, размещенных, к примеру, под задними колесами (рис. 4б).

Высоту положения центра тяжести  $h$  определяют по формуле:

$$h = \left( \frac{G_2}{G_a} L_a - a \right) \operatorname{ctg} \alpha_k \quad (2.2)$$

Колеса рекомендуется поднимать на небольшую высоту, для того, чтобы снизить воздействие прогиба подвески на результат измерений.

Определять момент инерции автомашины возможно одним из способов: по колебаниям на подпружиненной качающейся платформе, подвешиванием на пружине над одной из осей» [22] автомашины, по колебаниям подвешенной автомашины.

## 2.1 Стенд для измерения плавности хода автомобиля

«Исследования колебаний и плавности хода автомобиля в лабораторных условиях проводятся различными методами.

Можно проводить испытания» [14] двух типов; в автоматическом режиме необходимо просто установить транспортное средство на измерительных пластинах и испытание начнется автоматически. В ручном режиме, через несколько секунд после установки транспортного средства на стенде, появится экран, в котором можно задать испытываемые оси (переднюю или заднюю). По завершении измерительного цикла (например, для передней оси), на экране отобразятся следующие результаты: Максимальное смещение оси (мм.) в резонансе. Эффективность амортизаторов в процентах.

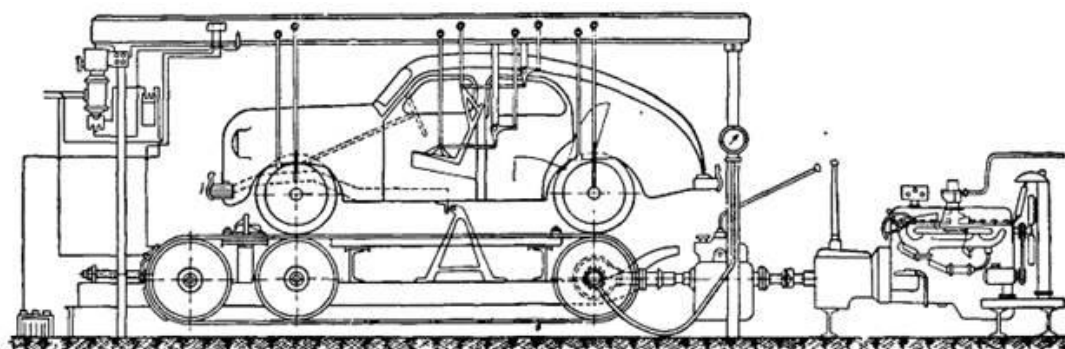


Рисунок 2.5-Стенд для измерения плавности хода

«Частота включения, подаваемая на испытательное оборудование (16Гц) выше, чем резонансная частота колебаний, генерируемых колесом и



соединенными с ним механическими частями, амортизатором подвески и пружиной, осью и ее весом, а также весом измерительной пластины.

При достижении частоты включения, вибрация поступающая на измерительные пластины от двигателя, гасится. В этот момент не подвешенная часть системы подвергается частотному сканированию частотой, генерируемой измерительными пластинами до их остановки.

Испытуемый блок ведет себя свободно, не испытывая влияния боковых сил и колебаний силы между шиной и измерительной пластиной, поскольку более эластичный пружинный эффект пластины может сопровождать все движение, развиваемое колесом, вызывая постоянный контакт между колесом и измерительной пластиной. Во время частотного сканирования, при достижении резонансной частоты системы, не подвешенная часть системы подвергается колебаниям с увеличивающейся амплитудой. Максимальной амплитуды колебания достигают по достижении резонансной частоты.

При прохождении резонансной частоты, амплитуда колебаний начинает уменьшаться до момента, когда можно наблюдать небольшой рост амплитуды в результате вхождения в резонанс с подвешенными компонентами транспортного средства.

Амплитуды колебаний отражаются в движении измерительных пластин, которые постоянно следуют за колебаниями, генерируемыми колесом испытуемого транспортного средства. Амплитуды колебаний фиксируются и сохраняются в электронном виде.» [21]

## **2.2 Испытательный стенд для расчета параметров, влияющих для плавности хода автомашины**

Индивидуальные подъемники для определения характеристик, влияющих на плавность хода автомашины, снабженные колеблющимися опорными площадками для колес и приспособлением для подтягивания

испытываемого автомашины и дальнейшего его моментального высвобождения.

Дефектом этих популярных приборов считается то, что на них нельзя гарантировать абсолютное определение колебаний поддресоренных, неподдресоренных масс и иных характеристик автомашины, а еще определять момент инерции и состояние центра тяжести.

Стенд, в соответствие с изобретением, свободен от вышеуказанных дефектов. Суть разработки в том, что опорные площадки созданы единичными, размещенными под любым колесом с самостоятельными гидросистемами присоединенными к единому пульту управления.

Для оказания на кузов нагрузки, специализирован электродвигатель с редуктором, при этом, нагрузка на кузов передается сквозь устройство для ее моментального снятия.

На фундаменте под любое колесо автомашины поставлены опорные балки, которые имеют возможность находиться на разных расстояниях в зависимости от базы и колеи испытываемой автомашины.

Близ опорных площадок на фундаменте располагается пульт управления 2. В фундаменте между площадками образовано углубление, в котором находятся электродвигатель А с редуктором. Углубление перекрыто крышкой 7 подтягивания и моментального высвобождения испытываемой автомашины.

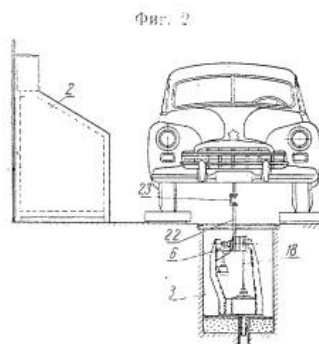
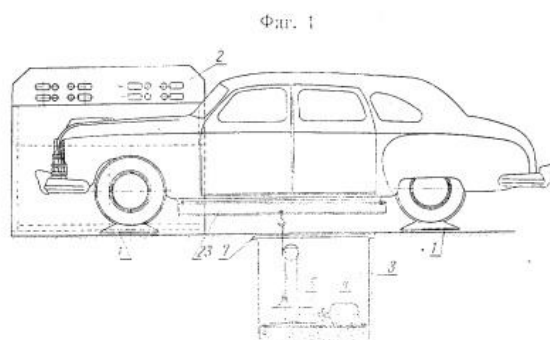


Рисунок 2.6-Испытательный стенд для измерения параметров плавности хода

Опорная, для колес автомашины площадка, произведена из каркаса 8, на котором при помощи серьги 9 и рычага углового типа 10 смонтирован груз. От электродвигателя 4 через редуктор 5 обеспечивается поступательное вертикальное перемещение винту 17. с которым объединен канат 13 приспособления 6 для подтягивания автомашины. Данный канат закреплен на барабане 19, надежно посаженном на оси 20, несущий 2 вал 21, механически сцепляемый и расцепляемый с осью 20. На втором барабане закреплен канат 22. объединенный с опорой 23. передающей нагрузку на автомашину. Подтягивающий автомашину винт 17 обеспечен контактом сигнальной электронной цепи, который скользит по неподвижным контактам, размещенным на заданном расстоянии. При замыкании подвижным контактом пульт управления подает сигналы на шкалу кода кузова относительно колесной оси автомашины. Устройство моментального снятия нагрузки на кузов автомашины произведено из 4 соленоидов 24,

сердечники 25 которые объединены с угловым рычагом—вилкой 26. Последняя входят в кольцевую канавку скользящей втулки 27. предназначенном для расцепления 2 барабана с осью приспособления для подтягивания автомашины.

Определение веса автомашины и распределения его по осям выполняется следующим образом.

Автомашину устанавливают на опорные площадки, грузоприемные составляющие под тяжестью автомашины опускаются вниз. Движение приемных составляющих передается на поршни гидравлических цилиндров площадок, а от них по гидроприводам на пульт управления.

Имея распределение веса по колесам, по общеизвестным формулам находят положение центра масс в горизонтальной плоскости. Для нахождения центра масс в вертикальной плоскости нужно поднять переднюю или же заднюю часть автомашины на небольшую высоту и ввести опорные площадки под колеса поднятой части, 2 другие площадки укладываются под не поднятые колеса автомашины. В этом положении автомашины замеряют нагрузку по колесам. Принимая, во внимание угол взлета и нагрузку по известным формулам определяют положение центра масс в вертикальной плоскости.

Определение свободных колебаний передней и задней подвески автомашины на предлагаемом стенде возможно реализовать способом подтягивания. Для этого сначала делают установленную нагрузку методом подтягивания автомашины. Как только получена требуемая нагрузка, выключается электродвигатель приспособления и перекрывается гидросеть. Затем быстро снимают нагрузку путем разобщения свободно сидящего на центре оси вала с осью. Освобожденный каркас автомашины совершает вращательное движение, осуществляющее самописцем.

На предлагаемом стенде можно определять ряд других параметров автомобиля.

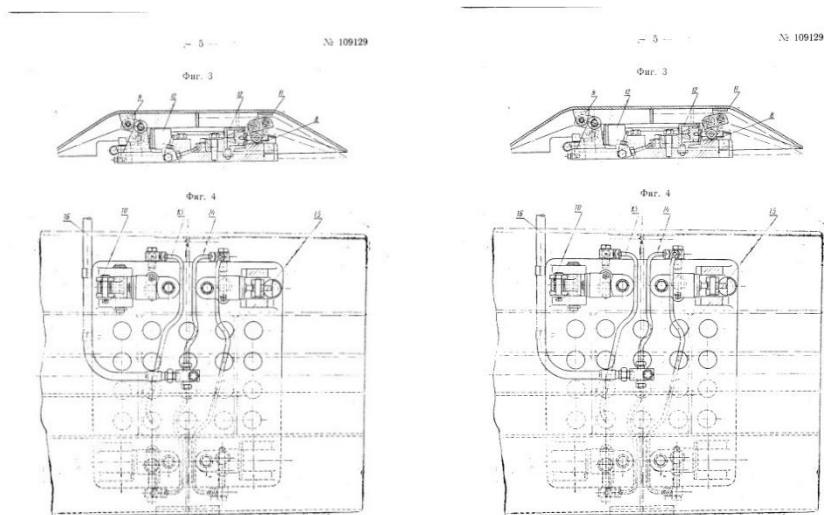


Рисунок 2.7-Испытательный стенд для нахождения параметров, влияющих для плавности хода автомашины

Конструкция, которая снабжена колеблющимися опорными площадками для покрышек и приспособлением для подтягивания испытуемой автомашины и дальнейшего его моментального высвобождения отличающиеся тем, что, с целью обеспечения более совершенного определения колебаний поддрессоренных и недрессоренных масс, а еще иных характеристик автомашины, охватывая определение факторов инерции и положения центра тяжести, опорные площадки образованы отдельными веществами, размещенными под каждым колесом с самостоятельными гидросистемами, присоединенными к совокупному пульту управления.

### 2.3 «Стенд для испытаний амортизаторов подвески автомобилей»

Стенд для испытаний амортизаторов автомобилей представляет собой следующее : на раме 4 установлен электродвигатель 1 мощностью пять киловатт, передающий крутящий момент на промежуточный вал 2, на котором закреплен маховик 3. Крутящий момент с помощью кривошипно-шатунного механизма (КШМ) преобразуется в возвратно-поступательное движение ползуна,двигающегося по направляющей 5. Шток испытуемого

амортизатора 7 крепится к датчику силы тензометрического типа 6 через» [27] специальный переходник.

«Стенд позволяет» [26] построить рабочие диаграммы амортизатора (представляющие собой зависимость силы сопротивления от «хода поршня») на ходах поршня и частотах, обеспечивающих максимальные скорости поршня в пределах 0,08 – 1,0 м/с.» [27]

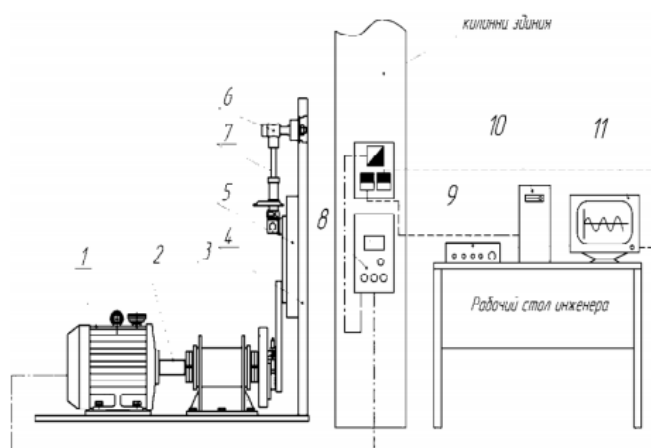


Рисунок 2.8-Схема стенда для испытания амортизаторов автомобиля

По этим данным строят характеристику амортизатора являющейся «зависимостью усилия сопротивления от»[27] «скорости перемещения штока, которая служит исходным материалом для определения коэффициентов сопротивления амортизатора с закрытыми и открытыми клапанами отбоя или сжатия.»[46]

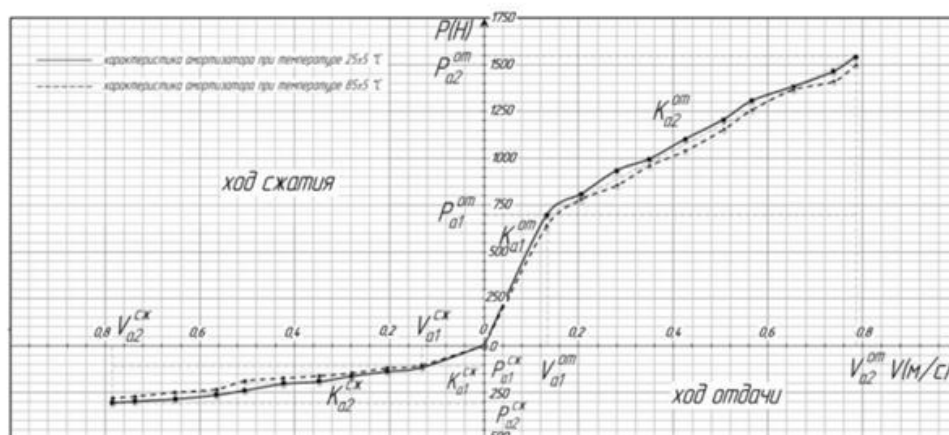


Рисунок 2.9-Характеристика амортизатора при ходе поршневой 100мм

В результате проведенного анализа выявлено, что нет стенда, который бы оценивал плавность хода по частотам собственных колебаний поддресоренной массы, поэтому целью данного дипломного проекта является разработка и создание конструкции стенда для определения собственных колебаний поддресоренной массы легкового автомобиля, который бы оценивал плавность хода автомобилей.

### 3 Стенд для определения собственных колебаний поддрессоренной массы легкового автомобиля

В представленной работе разработан стенд, позволяющий определять собственные колебания поддрессоренной массы легкового автомобиля, изображённый на рисунке 10:

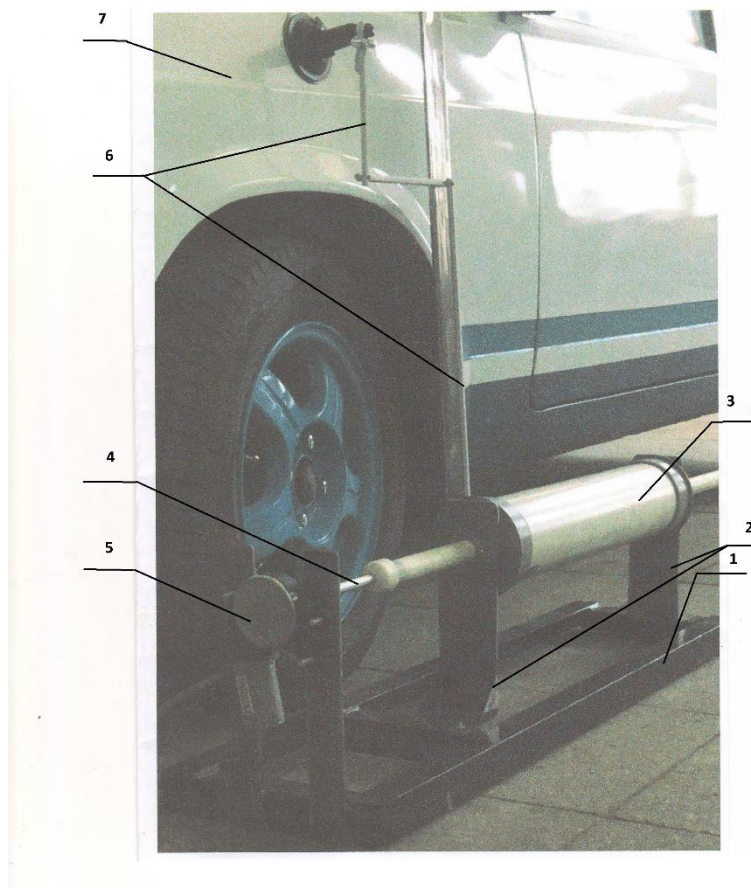


Рисунок 3.1-Схема стенда для определения собственных колебаний поддрессоренной массы легкового автомобиля

Этот стенд состоит из:

- 1) рамы;
- 2) опоры барабана;
- 3) барабана;
- 4) соединительной втулки;
- 5) электродвигателя;



б) системы рычагов;

7) поддрессоренной массы автомашины;

Принцип работы:

На раме 1 закреплены опорные стойки 2, в которых установлен барабан в сборе 3 и через соединительную втулку 4 соединен с электродвигателем 5. Система рычагов 6, соединяет поддрессоренную массу 8 (в районе оси колеса) с регистрирующим устройством, которой перпендикулярен передней стойке автомобиля и находился в непосредственной близости с ним. Запуская электродвигатель 5, получаем вращательное движение барабана с умеренной скоростью, с целью определения каждого колебания,

Передавая усилие на кузов автомобиля, а именно, нагружая сверху вниз, тем самым, оказывая качающее движение на кузов автомобиля, а точнее на переднюю стойку амортизаторов, мы получаем колебательное движение кузова. Через систему рычагов (4), карандаш, закрепленный на опоре, между рычагом и барабаном (3), передает графические колебания на миллиметровый лист бумаги, закрепленной на поверхности барабана.

Тем самым, должен появиться график с затухающими колебаниями, на примере этого:

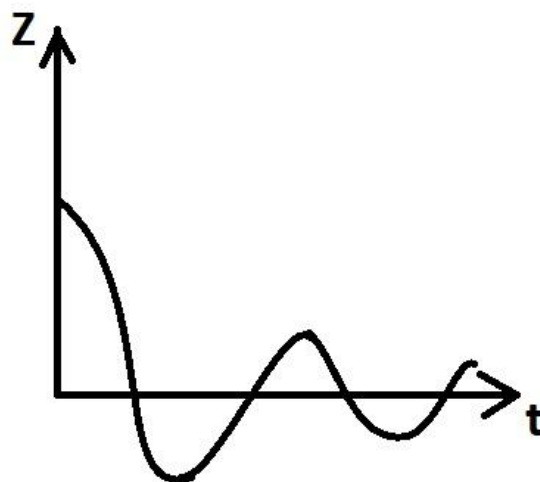


Рисунок 3.2-График затухающих движений, при определении поддрессоренной массы легковой автомашины

## 4 Экономическая эффективность проекта

### 4.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Стенд для определения собственных колебаний поддресоренной массы легкой автомашины. Создание конструкции стенда. Устройство в виде стационарного стенда. Рама сваривается из труб прямоугольного профиля, швеллера, уголка горячекатаной стали и устанавливается на поворотной платформе.

Механизм изготавливается из стальных полос. В механизме используется поворотная платформа.

Основание рукоятки изготавливается из трубы профиля. Сама рукоять изготавливается из трубы диаметром 25 мм.

Грузовая платформа изготавливается из гнутого швеллера, уголка и листовой стали толщиной 2.5мм.

Подъемный механизм будет использоваться от автомобильного прицепа, на котором он служил механизмом опоры.

Состав стенда: основание, платформа, поворотный механизм, опоры, сцепное устройство, барабан. Конструкция обладает малой массой, снижает вероятность падения автомобиля с подъёмника, при этом повышает безопасность труда.

### 4.2 Исходные данные на проектный расчет

Таблица 4.1– Расчетные параметры

Показатели	Условные» обозначен.	Ед. Измер.	Значение показателей	
			Базов.	Проектн.
1 Годовая программа	Пг	шт	900	900
2 Время машинное (оперативное)	Топ	час	1	0,95

Продолжение таблицы 4.1

Показатели	Условные» обозначен.	Ед. Измер.	Значение показателей	
			Базов.	Проектн.
3 Норма обслуж. Раб.места	а	%	8	8
4 Норма на отдых и лич. Надоб.	Б	%	6	6
5 Часовая тарифная ставка:	Сч	Руб/час	3р–180	3р–180
			4р–190	4р–190
			5р–200	5р–200
6 Коэф. Доплат к осн. з/плате	Кд	%	1,88	1,88
7 Страховые взносы в фонды	Кс	%	30	30
8 Цена оборудования	Цоб	руб	325500	расчет
9 Коэф. На доставку и монтаж	Кмон	%	1,25	1,25
10 Годовая норма амор. На площ.	На	%	2,5	2,5
11 Годов.норма аморти. Оборуд.	На	%	10	10
12 Площадь под оборудов.	Руд.	М <sup>2</sup>	3,05	2,97
13 Коэф. Допол. Площади	Кд.пл		4	4
14 Цена эл. Энергии	Цэ	руб/квч	3,4	3,4
15 Цена 1м <sup>2</sup> площади	Цпл	руб/м <sup>2</sup>	4000	4000
16 Стоимость эксплуат. Произ. Площади	Сэксп	руб/м <sup>2</sup>	2000	2000
17 К-во рабочих на техпроцессе	Чр	Чел.	1	1
18 Коэф. Транс .заготов. расходов	Ктз	%	1,03	1,03
19 Коэф. Возврат.отходов	Квоз.	%	2	2
20 Коэф. Общепроиз. Расходов	Копр	%	1,25	1,25

Продолжение таблицы 4.1

Показатели	Условные» обозначен.	Ед. Измер.	Значение показателей	
			Базов.	Проектн.
21 Коэф.общехозяйст .расх.	Кохр	%	1,6	1,6
22 Коэф. Внепроизв. Расходов	Квнепр.	%	0,02	0,02

**4.3 «Расчет Фонда времени работы оборудования»**

$$F_H = (D_p \cdot T_{CM} - D_{II} \cdot T_{II}) \cdot C$$

**4.4 «Расчет технологической себестоимости оборудования»**

$$M = Ц_M \cdot Q_M \cdot (1 + K_{ТЗ}/100 - K_{Вот}/100)$$

Таблица 4.2 – Расчет затрат на подъемник

Наименование»	Ед. Изм.	К- во	Цена	Сумма
<b>СБОРОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ</b>				
1 Электродвигатель	шт	1	4300	4300
2 Рычаг в сборе	шт	1	600	600
3 Барабан в сборе	шт	2	750	1500
<b>ИТОГО</b>				<b>6400</b>
<b>ДЕТАЛИ (покупные)</b>				
1 Рама	шт	1	1200	275
2 Опора	шт	2	250	500
3 Пластина	шт	2	200	400
4 Вал	шт	1	320	320
5 Вал 2	шт	1	350	350
6 Пластина	шт	1	135	135

Продолжение таблицы 4.2

Наименование»	Ед. Изм.	К- во	Цена	Сумма
ИТОГО				1980
<b>СТАНДАРТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ</b>				
1 Гайка м12 гост 5927-70	шт	8	5	40
2 Шайба 16 гост 101371-78	шт	8	2	16
3 Болт М14х45 ГОСТ 15589-70				
4 Гайка м14 гост 5927-70	шт	8	12	96
5 Шайба 14 гост 11371-78	шт	8	10	80
6 Болт М12х35 ГОСТ 15589-70	шт	8	2	16
7 Шайба стопорная 12 ГОСТ 5056	шт	4	10	40
8Болт М6х25 ГОСТ 15589-70	шт	4	2	8
9Гайка М14 гост 5927-70	шт	10	6	60
10 Шайба 6 ГОСТ 11371-78	шт	10	2,5	25
11 Шайба стопорная 6 ГОСТ 5056	шт	10	1,5	15
12 Гайка М16 гост 5927-70	шт	10	1,2	12
13 Гайка барашек гост 1595-72	шт	1	14	14
14 Пружина 18х42 гост 1714-72	шт	3	6	18
ИТОГО	шт	3	5	15
<b>МАТЕРИАЛЫ</b>				455
1 Грунтовка ГФ-020				
2 Эмаль НЦ-11 гост 198-76	кг	1,5	67,4	101,1
ИТОГО	кг	2	126,96	253,92
1 Транспортно-заготовительные				355,02
всего	%	3	22055,3 %	662
				9497

Расчет статьи затрат «Заработная плата основная»

$$Z_{осн} = Z_t \cdot K_d Z_t = C_{ч} \cdot T_{шт}, \quad (4.1)$$

где  $C_{ч}$  - часовая тарифная ставка, руб./час;

$T_{шт}$  – трудоемкость операции, час;

$Z_t$  – тарифная ставка, руб.;

$K_d$  – коэф. доплат к основной зарплате.

Расчет трудоемкости ( нормы штучного ) времени:

$$T_{шт} = T_{маш} + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отл} + T_{п.з}. \quad (4.2)$$

где  $T_{маш}$  – машинное время, рассчитанное по техпроцессу.

Расчет трудоемкости времени на установку оборудования, (час)

Таблица 4.3 – Расчет трудоемкости

Вид операции	$T_{маш}$	$T_{всп}$	$T_{обсл}$	$T_{отл}$	$T_{пз}$	$T_{шт}$
1 Заготовительная	2	0,2	0,2	0,1	0,02	2,52
2 Сварочная	4	0,4	0,4	0,2	0,04	5,04
3 Токарная	5	0,5	0,5	0,25	0,05	6,3
4 Долбежная	0,5	0,05	0,05	0,025	0,005	0,63
5 Фрезерная	1	0,1	0,1	0,05	0,01	1,26
6 Сверлильная	1,5	0,15	0,15	0,075	0,015	1,89
7 Слесарная	4	0,4	0,4	0,2	0,04	5,04
8 Сборочная	5	0,5	0,5	0,25	0,05	6,3
9 Окрасочная	2	0,2	0,2	0,1	0,02	2,52
10 Отладочная	5	0,5	0,5	0,25	0,05	6,3
ИТОГО						47,84

Таблица 4.4 – Расчет основной заработной платы

Виды операций	Разряд работы	Труд-ть, ч.-час	Часовая тарифная ставка	Зарплата по тарифу
1 Заготовительная	3»	2,52	80	201,6
2 Сварочная	4	5,04	90	453,6
3 Токарная	4	6,3	90	567
4 Долбежная	3	0,63	80	50,4
5 Фрезерная	4	1,26	90	113,4
6 Сверлильные	3	1,89	80	151,2
7 Слесарные	5	5,04	100	504
8 Сборочные	5	6,3	100	630
9 Окрасочные	3	2,52	80	201,6
10 Отладочные	5	6,3	100	630
итого		47,84		4410
Коэффиц. Доплат к основной з/плате				1,88
Основная з/плата				8290,8

#### 4.4.2 Затраты на основную и дополнительную заработную плату

$$З_{доп} = З_{осн} \cdot (К_{доп} / 100) \quad (4.3)$$

где  $K_{доп}$  – коэффициент соотношения между основной и з/платой, %.

$$З_{доп} = 8290,8 \cdot 10 / 100 = 829,08 \quad (4.4)$$

Таблица 4.5–Расчет затрат на амортизацию оборудования

Вид оборудования	Цена оборуд.	Норма амортизации ( % )	Время машинное	Эффективный фонд времени	Сумма амортиз. Отчисл.
1 Аппарат для РДС	27500	20	4,0	2023	10,87
2 Токарный станок	120000	12	5,0	2023	35,59
3 Фрезерный станок	200000	12	1	2023	11,83
4 Сверл.станок	50000	12	1,5	2023	4,45
5 Слесарный инструмент	50000	10	4	2023	9,89
6 Краскопульт	10000	10	2	2023	0,99
итого	457500				73,69

б)Рээ– затраты на электроэнергию

$$Рээ=Му \cdot Тмаш \cdot Цээ/КПД \quad (4.5)$$

где Му – установленная мощность оборудования, кВт;

«КПД - коэффициент полезного действия установки (по паспортным данным);Цээ - стоимость 1 кВт-час электроэнергии, руб»./кВт-час.

Таблица 4.6–Расчет затрат на электроэнергию

Вид оборудования	Установ. Мощность оборудования	Время машинное	Цена эл.энергии	КПД	Затраты на эл. Энергию, руб.
1 Аппарат для РДС	4,5	4,0	3,4	0,8	76,5

Продолжение таблицы 4.6



Вид оборудования	Установ. Мощность оборудования	Время машинное	Цена эл.энергии	КПД	Затраты на эл. Энергию, руб.
2 Токарный станок	8	5,0	3,4	0,8	170
3 Фрезерный станок	8	1	3,4	0,8	34
4 Сверл.станок	4	1,5	3,4	0,7	29,14
5 Слесарный инструмент	2	4	3,4	0,7	38,86
6 Краскопульт	2	2	3,4	0,7	19,43

Итого затраты на эл. Энергию 367,93 руб.

Итого затраты на работу оборудования:

$$Зоб = Аоб + Рээ \quad (4.6)$$

где Аоб – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

Рээ – расходы на электроэнергию, руб.

$$Зоб = 73,69 + 367,93 = 441,62 \text{ «руб.} \quad (4.7)$$

4.4.5 Затраты на амортизацию, содержание и эксплуатацию производственных площадей

а) «затраты на амортизацию производственных площадей

$$Апл = (Цпл \cdot На.пл. \cdot S \cdot T \text{ шт}) / Fэф \cdot 100 \quad (4.8)$$

Где : Цпл – стоимость приобретения площадей, руб/м<sup>2</sup>;

На.пл».—«амортизационные отчисления на эксплуатацию площадей, %;  
Fэф – эффективный фонд времени работы оборудования, час;  
S площадь, необходимая» по техпроцессу, м<sup>2</sup>.

$$\text{Собр.}\cdot\text{Кд.пл}=2,97\cdot4=11,88 \text{ руб/м}^2 \quad (4.9)$$

$$\text{Апл}=(4000\cdot2,5\cdot11,88\cdot1,62/2023\cdot100=0,95 \text{ руб.} \quad (4.10)$$

б) расходы на содержание и эксплуатацию площадей.

$$\text{Рпл}=\text{Сэксп}\cdot\text{S}\cdot\text{Tшт}/\text{Fэ} \quad (4.11)$$

$$\text{где Рпл}=2000\cdot11,88\cdot1,62/2023=19,03 \text{ руб.}$$

Итогзатраты на содержание производственных площадей, руб.

$$0,95+19,03=19,98 \text{ руб.}$$

4.4.6 Технологическая стоимость изготовления стенда

$$\text{Стех}=\text{M}+\text{Пи}+\text{Зосн}+\text{Здоп}+\text{Осс}+\text{Зоб}+\text{Зпл} \quad (4.12)$$

$$\text{Стех}=10955,77+2217+4410+3880,8+2818,87+290,08+19,98=24632,5 \text{ руб.}$$

4.4.7 Общепроизводственные расходы

$$\text{Ропр}=\text{Зосн}\cdot\text{Копр.} \quad (4.13)$$

где Копр.=1,25- коэффициент общепроизводственных расходов.

$$\text{Ропр.}=4410\cdot1,25=5512,5 \text{ руб.}$$

4.4.8 Общехозяйственные расходы

$$\text{Рохр}=\text{Зосн}\cdot\text{Кохр}, \text{ где Кохр}=1,6 \quad (4.14)$$

$$\text{Рохр} = 4410 \cdot 1,6 = 7056 \text{ руб.}$$

4.4.9 Внепроизводственные расходы (2 % от произв. Себестоимости.)

$$Рвн.=66317,8 \cdot 2/100 = 1326,36 \text{ руб.} \quad (4.15)$$

Полная себестоимость=Спр.+Рвн.

$$Спол = 24632,5+5512,5+7056+1326,36=66185 \text{ руб.}$$

Таблица 4.7 –Структура себестоимости внедрения подъемника

Статьи затрат	Обозначение	Сумма, руб.	Уд. Вес, %
1 Сырье и материалы	М	9497	16,19
2 Покупные изделия и полуфабрикаты	Пи	2717	46,37
3 Основная зарплата	Зосн	4410	6,52
4 Дополнительная з/плата	Здоп.	3880,8	5,74
5 Отчисления на соц. Нужды	Осс	2818,87	4,17
6 Затраты на использ. Оборуд.	Зоб.	290,08	0,43
7 Затраты на использ. Площади	Зпл	19,98	0,03
Технологическая себестоимость	Стех.	53749,3	79,45
8 Общепроизводственные расходы Ропр=Зосн·Копр=4410·1.25	Ропр	5512,5	8,15
9 Общехозяйственные расходы Рохр=Зосн·Кохр=4410·1,6	Рохр	7056	10,44
10 Производственная себестоимость	Спр	24632,5	98,04
11 Внепроизводственные расходы Рвн=Спр+Рвн/100=164377,17·2/100	Рвн	1326,36	1,96
12 Полная себестоимость Сполн=Спр+Рвн=24632,5+1326,36	Сп	25958,86	100

4.5 Расчет необходимого количества оборудования и

## коэффициента его загрузки

### 4.5.1 Расчет штучного времени оказания услуги

#### 4.5.2

$$T_{шт} = T_{маш} \cdot (1 + (a + б)) / 100 \quad (4.16)$$

где  $T_{маш}$  – машинное (оперативное) время оказания услуги;

$a$  – норма времени обслуживания рабочего места, %;

$б$  – норма времени на отдых и личные надобности рабочего, %.

$$T_{шт.баз.} = 0,55 \cdot (1 + (8 + 6) / 100) = 0,55 + 1,14 = 1,69 \text{ час} \quad (4.17)$$

$$T_{шт.расч.} = 0,48 \cdot (1 + (8 + 6) / 100) = 0,48 + 1,14 = 1,62 \text{ час} \quad (4.18)$$

### 4.5.3 Производственная программа оказания услуги

$$Пг = F_{эф} / T_{шт} = 2032 / 1,62 = 1254 \text{ ед. В год} \quad (4.19)$$

$$Пг.пред. = 2032 / 1,69 = 1202 \text{ ед. В год} \quad (4.20)$$

### 4.5.4 Расчетное количество основного технологического оборудования

$$Ноб.расч. = T_{шт} \cdot Пг / F_{эф} \cdot K_{вн} \quad (4.21)$$

где  $K_{вн}$  – коэффициент выполнения нормы, принимаем как 1(ед.)

$$Ноб.расч. = 1,62 \cdot 1249 / 2023 \cdot 1 = 1 \quad (4.22)$$

Таким образом, принимаем количество необходимого оборудования равным 1(ед.)

#### 4.5.5 Коэффициент загрузки оборудования

$$K_z = \text{Пг.пред.} / \text{Пг.расч.} \quad K_z = 1100 / 1254 = 0,88 \quad (4.23)$$

Пг.пред.=1100 ед. Т.е. принятая предприятием программа ниже чем возможная, возможно что нет заказов. В тоже время у предприятия имеется возможность принимать дополнительные заказы, т.е. увеличить объем услуг на имеющемся оборудовании.

$$K_z = 1100 / 1202 = 0,92 \quad (4.24)$$

Таблица 4.8–Количество оборудования и коэффициент его загрузки

Наименование показателей	Условные обозначения	Базовый вариант	Проектный вариант
1 Норма штучного времени	Тшт	1,69	1,62
2 Производственная программа	Пг	900	900
3 Расчет количества оборудования	Ноб.расч	1	1
4 Принятое количество оборудования	Ноб.пр	1	1
5 Коэфф. Загрузки оборудования	«Кз	0,92	0,88

#### 4.6 Расчет прямых и сопутствующих капитальных вложений по базовому и проектному варианту

##### 4.6.1 Общие кап.вложения в оборудование по базовому варианту

$$K_{\text{общ.б}} = K_{\text{об.б.}} = \text{Ноб.прин} \cdot \text{Цоб.б} \cdot K_z.б. \quad (4.25)$$

где  $Kз.б.$  – коэффициент «загрузки оборудования по базовому варианту,

$Цоб.б$  – остаточная стоимость оборудования с учетом срока службы, руб.;

$Ноб.прин.$  – принятое количество оборудования, необходимого для выполнения производственной программы по базовому варианту.

$$Цоб.б.=Сперв—(Сперв·Тсл·На/100 \quad (4.26)$$

где  $Сперв$  – первоначальная (балансовая) стоимость оборудования, руб.;

$Тсл.$  – срок службы оборудования на момент выполнения расчета, лет;

$На$  – норма амортизации на реновацию оборудования, %;

$$Цоб.б.=325500-(325500·6·10/100)=130200$$

$$«Коб.б.=1·130200·0,92= 119784 \text{ руб.}$$

А) Капитальные вложения в оборудование»

$$«Коб.б=Ноб.прин·Сперв·Кт.з·Кз.б. \quad (4.27)$$

где  $Сперв.$  – стоимость приобретения нового оборудования, (руб.);

$Кт.з.$  – коэф., учитывающий транспортно-заготовительные расходы на доставку оборудования (принимаем 3 %);

$Кз.б.$  – коэф. Загрузки оборудования по базовому варианту.

$$Коб.б.=1 ·325500·1,03·0,92=308443,8 \text{ «руб.} \quad (4.28)$$

б) Капитальные вложения в дополнительные площади

$$K_{пл.б.} = Ц_{пл.} \cdot (S_{пр} - S_{б}) \cdot K_{з.б.} \quad (4.29)$$

где  $S_{пр} - S_{б}$  – дополнительная площадь по базовому варианту, м<sup>2</sup>;

$Ц_{пл.}$  – стоимость приобретения площади, руб/м<sup>2</sup>;

$K_{з.б.}$  – коэф.загрузки по базовому варианту.

$$K_{общ.б.} = 1 \cdot 3,05 \cdot 4 \cdot 4000 \cdot 0,92 = 44896 \text{ руб.} \quad (4.30)$$

$$K_{об.б.} = 1 \cdot 325500 + 44896 + 15422,19 = 385818,19 \text{ руб.} \quad (4.31)$$

в) Сопутствующие капитальные затраты

$$Z_{соп} = Z_{дем} + Z_{монт.} \quad (4.32)$$

где  $Z_{дем}$  – затраты на демонтаж базового оборудования, руб.;

$Z_{монт.}$  – затраты на монтаж нового оборудования, руб.

$$Z_{монт.} = N_{об.прин} \cdot K_{общ.б.} \cdot K_{монт.} / 100. \quad (4.33)$$

$$Z_{монт.} = 1 \cdot 308443,8 \cdot 5 / 100 = 15422,19 \text{ «руб.} \quad (4.34)$$

Так как по базовому варианту стенд монтируется заново, затраты на демонтаж не рассчитываются.

4.6.2 Общие капитальные вложения по проектному варианту

$$K_{общ. пр} = K_{об. пр} + K_{пл. пр} + Z_{соп. пр.} \quad (4.35)$$

$$K_{общ. пр} = 30460 + (1 \cdot 2,97 \cdot 4 \cdot 4000 \cdot 0,88) + \text{«}Z_{соп. пр.} \quad (4.36)$$

где  $K_{об.пр}$  – капитальные вложения в оборудование, руб.;

Кпл.пр – капитальные вложения в дополнительные площади, руб.;

Зсоп.пр. – сопутствующие капитальные затраты, руб.

А) капитальные вложения в оборудование

$$\text{Коб.пр.} = \text{Ноб.прин} \cdot \text{Сперв} \cdot \text{Кт-з} \cdot \text{Кз.пр.} \quad (4.37)$$

где Сперв-стоимость приобретения нового оборудования;

Кт-з – коэф., учитывающий транспортно-заготовительные расходы на доставку – 3 %;

Кз.пр. – коэф. Загрузки оборудования по проектному варианту.»

$$\text{Коб.пр.} = 1 \cdot 30460 \cdot 1,03 \cdot 0,88 = 27608,94 \text{ «руб.} \quad (4.38)$$

б) капитальные вложения в дополнительные площади

$$\text{Кпл.пр.} = \text{Цпл} \cdot (\text{Спр} - \text{Сб}) \cdot \text{Кз.пр.} \quad (4.39)$$

где Спр-Сб—дополнительная площадь по проектному варианту, м<sup>2</sup>;

Цпл – стоимость приобретения площади, руб/м<sup>2</sup>;

Кз.пр. - коэффициент загрузки по проектному варианту».

Подъемник занимает несколько меньшую площадь, чем по базовому, дополнительных вложений в производственные площади не рассчитываем.

$$\text{Кпл.пр.} = 1 \cdot 2,97 \cdot 4 \cdot 4000 \cdot 0,88 = 41817,6 \text{ руб.} \quad (4.40)$$

$$\text{Коб.пр.} = 1 \cdot 30460 \cdot 1,03 + 41817,6 + 2671,2 = 75862,6 \text{ руб.} \quad (4.41)$$

в) Сопутствующие капитальные затраты

$$\text{Зсоп.} = \text{Здем} + \text{Змонт} \quad (4.42)$$



где  $Z_{дем}$  – затраты на демонтаж базового оборудования, руб.;

$Z_{монт}$  – затраты на монтаж нового оборудования, руб.

$$Z_{монт} = N_{об.прин} \cdot K_{общ.пр.} \cdot K_{монт} / 100 \quad (4.43)$$

(эл.монтажные, слесарные, сборочные, отладочные работы при монтаже)

$$Z_{монт} = 907,2 + 504 + 630 + 630 = 2671,2 \text{ руб.} \quad (4.44)$$

Так как по проектному варианту подъемник монтируется заново на демонтаж затраты не рассчитываем, а монтаж включен в себестоимость изготовления.

#### 4.6.3 Дополнительные капитальные вложения

$$K_{доп} = K_{общ.пр.} - K_{общ.б.} \quad (4.45)$$

где  $K_{общ.пр.}$ ,  $K_{общ.б.}$  – общие капитальные вложения по проектному и базовому вариантам соответственно.

Дополнительных вложений нет, т.к. изготовление экономичней закупки готового нового.

#### 4.6.4 Удельные капитальные вложения

$$K_{уд} = K_{общ.} / P_{г} \quad (4.46)$$

$$K_{уд.б.} = 385818,19 / 1100 = 350,74 \text{ руб.} \quad (4.47)$$

$$K_{уд.п.} = 112152,96 / 1100 = 101,96 \text{ руб.} \quad (4.48)$$

где  $P_{г}$  – производственная (годовая) программа оказания услуг, шт/год.

Таблица 4.9–Расчет капитальных вложений по вариантам

Наименование	Базовый вариант	Проектный вариант
1 Общие капвложения в оборудование» с учетом ТЗР(3%)	325500	67664,16
2 «Сопутствующие капвложения по проектному варианту	15422,19	2671,2
3 Затраты на производственную площадь, занятую оборудованием	44896	41817,6
4 Общие капвложения»	385818,19	112152,96
5 Удельные капвложения	350,74	101,96

#### 4.7 Расчет технологической себестоимости эксплуатации базового и проектируемого оборудования при оказании услуг

Расчет проведем для наглядности в форме таблицы 10.

Таблица 4.10 – Расчет технологической себестоимости

Наименование показателя	Формулы и расчеты	Значения по вариантам	
		Базов.	Проект.
1 Затраты на материалы	По базовому и проектному варианту применяются одинаковые расходные материалы		
2 Основная зарплата рабочих	$Z_{осн} = Cч \cdot tшт \cdot Kд$ $Z_{осн.б} = 200 \cdot 1,69 \cdot 1,88$ , где 200 это ставка 5 разряда. $Z_{осн.пр.} = 200 \cdot 1,62 \cdot 1,88$	635,44	609,12

Продолжение таблицы 4.1

Наименование показателя	Формулы и расчеты	Значения по вариантам	
		Базов.	Проект.
3 Дополнительная зарплата	$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot (K_{доп}/100)$ $Z_{доп.б} = 635,44 \cdot (10/100)$ $Z_{доп.пр.} = 609,12 \cdot (10/100)$	63,5	60,9
4 Отчисления на соц. Нужды	$O_{сс} = ФОТ \cdot K_{с} = (Z_{осн} + Z_{доп}) \cdot K_{сс}$ $O_{ссб} = (635,44 + 63,5) \cdot 0,3$ $O_{сспр} = (63,5 + 60,9) \cdot 0,33$	209,7	201
5 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и производ. Площадей			
5.1 Амортизация оборудования	$A_{об} = (Ц_{об} \cdot N_{а} \cdot T_{маш}) / F_{э} \cdot 100$ $A_{об.б} = (325500 \cdot 10 \cdot 1,69) / 2023 \cdot 100$ $A_{об.пр} = (67664,17 \cdot 10 \cdot 1,62) / 2023 \cdot 100$	27,19	5,41
5.2 Расход на эл. Энергию	$R_{ээ} = M_{у} \cdot T_{маш} \cdot Ц_{ээ} / КПД$	0	0
5.3 Амортизация площади	$A_{пл} = (Ц_{пл} \cdot N_{а.пл} \cdot S \cdot T_{шт}) / F_{э} \cdot 100$ $A_{пл.б} = (4000 \cdot 3,05 \cdot 4 \cdot 2,5 \cdot 1,69) / 2023 \cdot 100$ $A_{пл.пр} = (4000 \cdot 2,97 \cdot 4 \cdot 2,5 \cdot 1,62) / 2023 \cdot 100$	1,02	0,95
5.4 Расходы на содержание и эксплуатацию площади	$R_{пл} = C_{эсп} \cdot S \cdot T_{шт} / F_{э}$ $R_{пл.б} = 2000 \cdot 12,2 \cdot 1,69 / 2023$ $R_{пл.пр} = 2000 \cdot 11,88 \cdot 1,62 / 2023$	20,38	19,03
5.5 Затраты на текущий ремонт оборудования	$R_{роб.} = N_{об} \cdot Ц_{об} \cdot K_{з} \cdot T_{шт} \cdot K_{р} / Ф_{э} \cdot 60 \cdot K_{вн}$ $R_{р.об.б} = 1 \cdot 325500 \cdot 0,75 \cdot 1,69 \cdot 0,3 / 2023 \cdot 1$ $R_{р.об.пр} = 1 \cdot 67664,17 \cdot 0,75 \cdot 1,62 \cdot 0,3 / 2023 \cdot 1$	61,18	12,19

Продолжение таблицы 4.1

Наименование показателя	Формулы и расчеты	Значения по вариантам	
		Базов.	Проект.
5.6 Расходы на топливо при горячей обкатке	Принимаем расход топлива-4 литра при средней цене 40руб.за литр	160	160
Технологическая себестоимость		1178,4	1068,6

#### 4.8. «Калькуляция и структура полной себестоимости

**эксплуатации базовой и проектируемой конструкции и цена оказания услуги**

Таблица 4.11–Себестоимость эксплуатации базовой и проектируемой конструкции

Статьи затрат	Калькуляция, руб.»	
	базовый	проектный
1 Материалы	нет	нет
2 Основная зарплата рабочих	635,44	609,12
3 Дополнительная зарплата рабочих	63,5	60,9
4 Отчисления на соц.нужды	209,7	201
5 Расходы на содержание оборудования и производственных площадей	209,77	137,58
6 Технологическая себестоимость	1178,4	1068,6
7 Общехозяйственные расходы $R_{опр} = Z_{осн} \cdot K_{опр}(1,25) = 635,44 \cdot 1,25$	794,3	761,4
8 Общехозяйственные заводские накладные расходы $R_{охр} = Z_{осн} \cdot K_{охр}(1,6)$	1016,7	974,6

Продолжение таблицы 4.11

Статьи затрат	Калькуляция, руб.»	
	базовый	проектный
9 Производственная себестоимость Спр=Стех+Ропр+Рохр	2989,4	2804,6
10 Внепроизводственные расходы Рвн=Спр·Квнепр(2%)	59,8	56,1
11 Полная себестоимость: Сполн=Спр+Рвн	3049,2	2860,7
12 Прибыль предприятия ПР=Сполн·Кпр(15%)	457,4	429,1
13 Цена услугиСполн+ПР	3506,6	3289,8

#### **4.9 Расчет показателей экономической эффективности новой техники**

4.9.1 Показатель снижения трудоемкости:  $t_{шт.баз}-t_{шт.пр}/t_{шт.баз} \cdot 100$

$$(1,69-1,62)/1,69 \cdot 100 = 4,14 \% \quad (4.49)$$

4.9.2 Показатель снижения технологической себестоимости

$$Стех = (Стех.в. - Стех.пр.) / Стех.в. \cdot 100\% \quad (4.50)$$

$$(1178,4 - 1068,6) / 1178,4 \cdot 100\% = 9,3 \%$$

4.9.3 «Условно-годовая экономия

$$Эуг = (Ц_{баз.} - Ц_{пр}) \cdot Пг \quad (4.51)$$

$$Эуг = (3506,6 - 3289,8) \cdot 1100 = 238480 \text{ руб.} \quad (4.52)$$

где Цбаз и Цпр - цена услуги по базовому и проектному вариантам соответственно.

Ожидаемая прибыль от услуг»:

$$429,1 \cdot 1100 = 472010 \text{ «руб.}$$

$$\text{Ток} = \text{Кобщ} / \text{Пр.чист} = 112152,96 / 472010 = 0,23 \text{ «года} \quad (4.53)$$

Коэффициент сравнительной экономической эффективности

$$E_{\text{сп}} = 1 / \text{Ток} = 1 / 0,23 = 4,2 \quad (4.54)$$

где Ток – срок окупаемости дополнительных кап.вложений, лет.

$$E_{\text{н}} = 0,33$$

$E_{\text{сп}} = 4,2$ ; т.е. выше, чем допустимые параметры значит мероприятие эффективно. Срок окупаемости мероприятия составляет менее 1 года, по нормативу он составляет 3 года

Выводы: Внедрение устройства показывает, «что себестоимость работ на проектируемом оборудовании на 9,3 % выше чем на существующем». Возможность снижения стоимости предлагаемой услуги повышает конкурентоспособность на рынке услуг, а также позволяет предприятию привлекать дополнительное «количество клиентов. Одновременно улучшаются условия работы рабочих. Кроме того, у предприятия имеется возможность увеличения производственной программы с 900 до 950 ед. В год, т.е. у предприятия имеется запас прочности».

## 5 Безопасность жизнедеятельности

В данной работе рассматривается стенд для определения свободных колебаний поддрессоренной массы легкового автомобиля. Стенд изготовлен из металлического каркаса и пластмассовых составляющих.

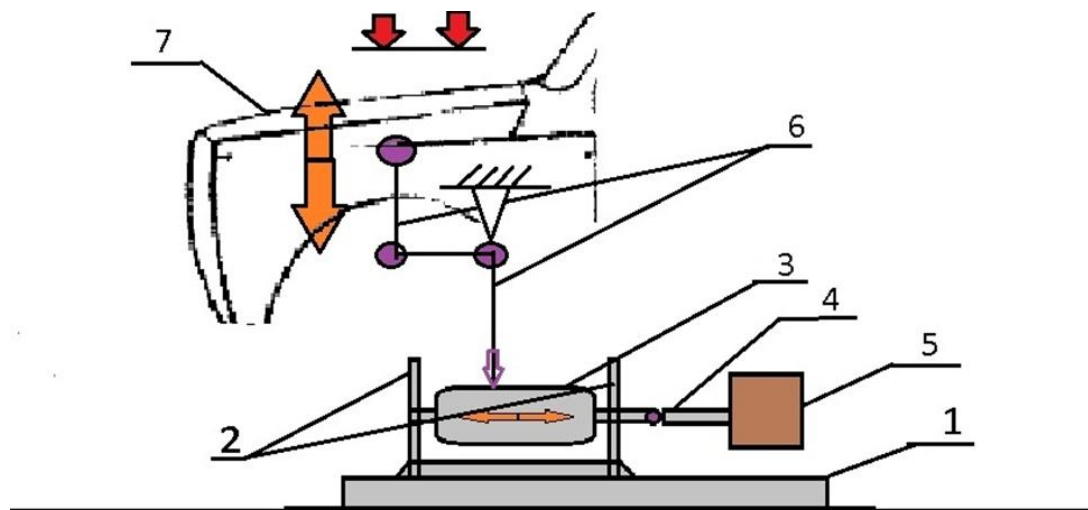


Рисунок 5.1-Стенд для определения свободных колебаний

А) Схема общего вида стенда

- 1) рама
- 2) опоры барабана
- 3) барабан
- 4) соединительная втулка
- 5) электродвигатель
- 6) система рычагов
- 7) поддрессоренная масса автомобиля

Б) Изготовленный стенд обязан гарантировать:

- 1) Безопасную работу
- 2) Надёжность
- 3) Долговечность
- 4) Безотказность

5)Лёгкость работы

6)Точность снимаемых данных

Опасные и вредные производственные факторы «, имеющие место при выполнении операции сборки станда.» [1]

«Механические травмы.

Источниками механических травм на описываемом рабочем месте являются:

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

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

г)травмы при контакте глаз и рук с электрической сваркой. Исключены при соблюдении техники безопасности, используя средства индивидуальной защиты (спец. Одежда, перчатки, маска» [1]).

«Источники шума:

а) работающая дрель» [1] ; шуруповерт

б) работающая болгарка;

Защита от шума: беруши, наушники.

«Токсичные вещества

В работе использовалась краска. Материал пожароопасен» [1] , отксичен. «При проведении окрасочных работ в закрытых помещениях



необходима вентиляция. Для защиты кожи рук необходимо применить резиновые перчатки» [1].

#### Воздействие опасных факторов на рабочих.

«Источники механических травм вызывают у человека поражения кожи, мягких тканей, костей, внутренних органов, что приводит к потере» [1] «работоспособности, инвалидности и даже смерти. Незначительные травмы и царапины без своевременной обработки могут вызвать заражение и тяжелые последствия. Повышенный шум вызывает у человека головные боли, усталость, постепенную потерю слуха. Недостаточная освещенность приводит к ухудшению зрения, падению качества выполняемых работ и повышенной утомляемости. Воздействие электрического тока на организм человека оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие. Термическое действие проявляется в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов, крови

#### Мероприятия по созданию безопасных условий труда

##### Организационные мероприятия

В целях охраны труда следует проводить инструктаж» [1] рабочего персонала и служащих по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране и другим правилам охраны труда.

Имеется несколько типов инструктажа. Должен быть проведен вводный инструктаж, который обязан пройти весь рабочий персонал на предприятие, а также командированные и учащиеся, приехавшие на практику.

Для получения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей, во время рабочей смены нужно устанавливать перерывы по регламенту. Для сотрудников участка с учетом их категории работы и уровня тяжести следует принять регламентированные

перерывы через два часа от начала рабочей смены и через 1,5÷2,0 часа после перерыва на обед, продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый рабочий час.

#### «Планировочные мероприятия

К планировочным мероприятиям можно отнести рациональное размещение рабочих мест в помещении, обеспечивающее:» [1]

«а) нормальный доступ рабочего к рабочему месту, контейнерам с запчастями;

б) возможность быстрой эвакуации рабочих в случае необходимости;

в) удаленность источников шума, вибрации, токсичных веществ (при отсутствии в их использовании на этом рабочем месте» [1]).

Вывод: В рамках раздела “Безопасность и экологичность объекта“ мною были рассмотрены такие производственные факторы, как опасные и вредные, и их воздействие на организм человека, и также ряд мероприятий по снижению и полному предотвращению этих факторов на рабочем месте.

## 6 Тяговый расчет

Таблица 6.1- Данные для расчета:

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

### 6.1 Подготовка исходных данных для тягового расчета

Полная масса автомобиля:

$$m_a = m_0 + m_{\text{ч}} n + m_{\text{г}} \quad (6.1)$$

где -  $m_a$  – снаряженная масса автомобиля

$m_0$  – снаряженная масса автомобиля

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

$n$  – число пассажиров, включая водителя

$m_{\text{г}}$  – масса груза по 10 кг на 1 пассажира

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

Нагрузка по осям

Масса на заднюю ось 40%

Масса на переднюю ось 60%

$$m_1 = 1513 \cdot 0,60 = 907,8 \text{ кг} \text{ [http://bibliofond.ru]}$$

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

«Расчет статического радиуса шины

$$r_{ст} = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H \quad (6.2)$$

$$r_{ст} = 0,5 \cdot 0,3556 + 0,65 \cdot 0,185 \cdot 0,65 = 0,276 м$$

Коэффициент обтекаемости

$$k = \frac{c_x \cdot \rho}{2} \quad (6.3)$$

$\rho$  – плотность воздуха в нормальных условиях 760 мм.рт.ст

$$\rho = 1,293$$

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

$$C_x = 0,32$$

Площадь поперечного сечения автомобиля

$$F = 0,8 \cdot B_r \cdot H_r$$

$$F = 0,8 \cdot 1,680 \cdot 1,420 = 1,9 \text{ м}^2 \text{» [http://bibliofond.ru]}$$

$$B_r = 1,680 \text{ м}, H_r = 1,42 \text{ м}$$

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

Коэффициент сопротивления качению рассчитывается по формуле

$$f = f_0 \left( 1 + \frac{V^2}{2000} \right) \quad (6.4)$$

$f_0$  – «коэффициент сопротивления качению автомобиля с малой скоростью

$V$  – скорость автомобиля в м/с

$$V = \frac{180 \cdot 1000}{3600} = 50 \text{ м/с} \text{» [18]}$$

$$f_v = 0,012 \left( 1 + \frac{50^2}{2000} \right) = 0,027 \text{ - коэффициент сопротивления качению при максимальной скорости.}$$

## 6.2 Определение передаточного числа главной передачи

$$U_0 = \frac{r_k}{U_k} \cdot \frac{\omega_{max}}{V_{max}} \quad (6.5)$$

$$n_{max} = 5600 \text{ « об мин »}$$

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

$$U_k = 0,78$$

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

## 6.3 Расчет внешней скоростной характеристики

Мощность двигателя при максимальной скорости

$$N_v \gg [18] = \frac{1}{\eta_{тр}} G_a \cdot \psi_v \cdot V_{max} + \frac{c_x \cdot \rho}{2} \cdot F \cdot V_{max}^3 \quad (6.6)$$

$$G_a = m_a \cdot g -$$

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

$$\psi_v = f v$$

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

$$= 75145 \text{ Вт}$$

Максимальная мощность двигателя» [<http://bibliofond.ru>]

$$N_{max} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3} \quad (6.7)$$

$a, b, c -$

$$a = b = c = 1$$

$$\lambda = \frac{\omega_{max}}{\omega_N}$$

Принимаем  $\lambda = 1,15$

$$\omega_N = \frac{\omega_{max}}{\lambda}$$

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

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

Рассчитываем внешнюю скоростную характеристику

$$N_e = N_{max} \cdot a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N}^2 - c \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N}^3 \quad (6.8)$$

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \quad (6.9)$$

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.

Таблица 6.2»- [15] Результаты расчета зависимости

<b>n, об/мин</b>	<b>800</b>	<b>1600</b>	<b>2400</b>	<b>3200</b>	<b>4000</b>	<b>4800</b>	<b>5600</b>
w	83,78	167,55	251,33	335,1	418,88	502,66	586,43
Ne	14754,7 2	31669,1 9	48646,5 2	63582,1 1	74378,6 2	78932,9 7	75145, 1
M	176,11	189,01	193,55	189,74	177,57	157,03	128,14

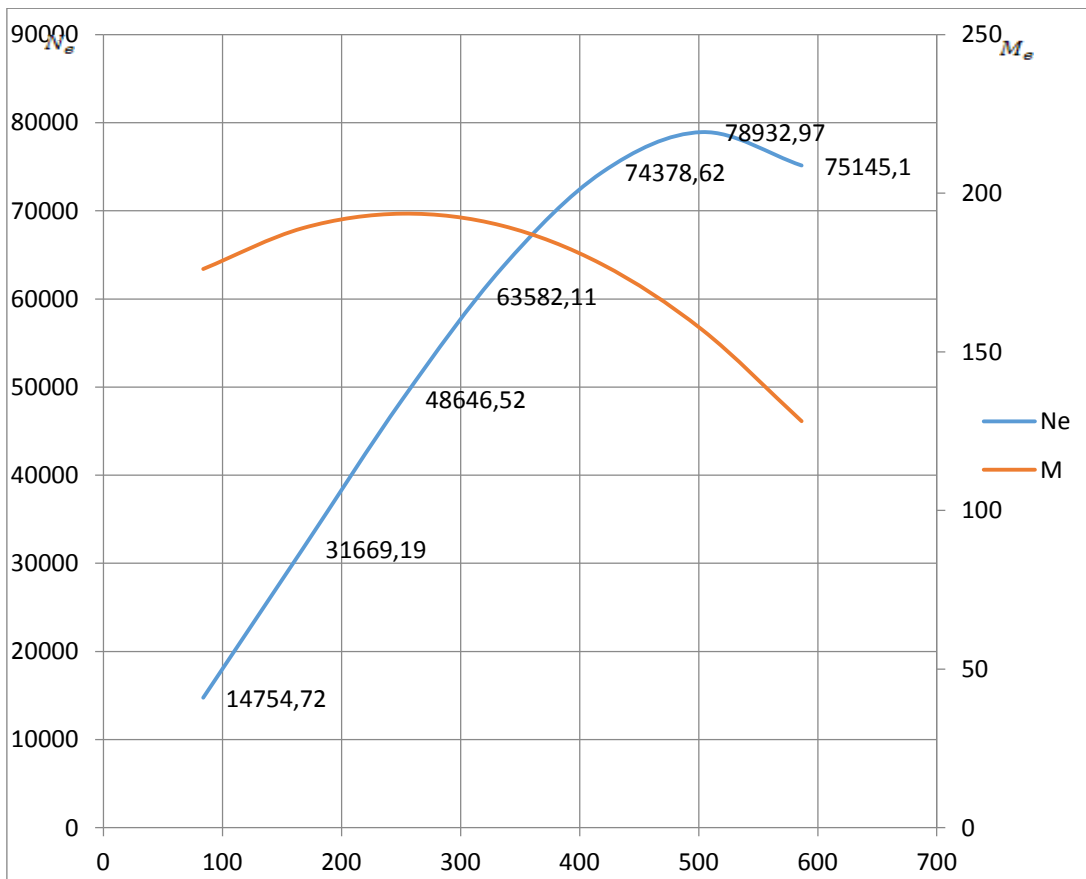


Рисунок 6.1- Внешняя скоростная характеристика двигателя

#### 6.4 Определение передаточных чисел коробки передач

Определение передаточного числа первой передачи

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \geq G_a \cdot \psi_{\max}, \quad \text{или } U_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0} \quad (6.10)$$

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0 \cdot U_1}{r_k} \leq G_{\text{сц}} \cdot \varphi, \quad \text{или } U_1 \leq \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_0} \quad (6.11)$$

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

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

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

Примем  $U_1 = 2,0$

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

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

$$U_4 = 1$$

$$U_5 = 0,78$$

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

$$V = \frac{r_k \cdot \omega_e}{U_0 \cdot U_n} \quad (6.12)$$

$U_{II}$  – передаточное число коробки передач

$\omega_e$  – текущие значения угловой скорости вала

Таблица 6.3-Расчет скорости автомобиля

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



## 6.5 Тяговый баланс автомобиля

Уравнение тягового баланса

$$P_T = P_d + P_B + P_{\text{и}} \quad (6.13)$$

Сила тяги на ведущих колесах для каждой передачи рассчитывают по формуле» [15]:

$$P_T = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{\text{тп}}}{r_k} \quad (6.14)$$

$U_k$  – «передаточное число коробки передач

$M_e$  – величина эффективного момента двигателя (Нм)

Сила сопротивления дороги» [15]

$$P_d = G_a \cdot \psi \quad (6.15)$$

$$\psi = i + f, \text{ т.е.}$$

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

Сила сопротивления воздуха

$$P_B = \frac{c_x \cdot \rho \cdot F \cdot v^2}{2} \quad (6.16)$$

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

Таблица 6.4-Тяговая сила

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

Продолжение таблицы 6.4

п, об/мин	I	II	III	IV	V
4800	4344	3454	2715	2172	1694
5600	3545	2818	2216	1773	1399

Рассчитываем силу сопротивления воздуха и силу дорожного сопротивления.

Таблица 6.5-Сила сопротивления

п, об/мин	$P_B$	$P_D$	
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

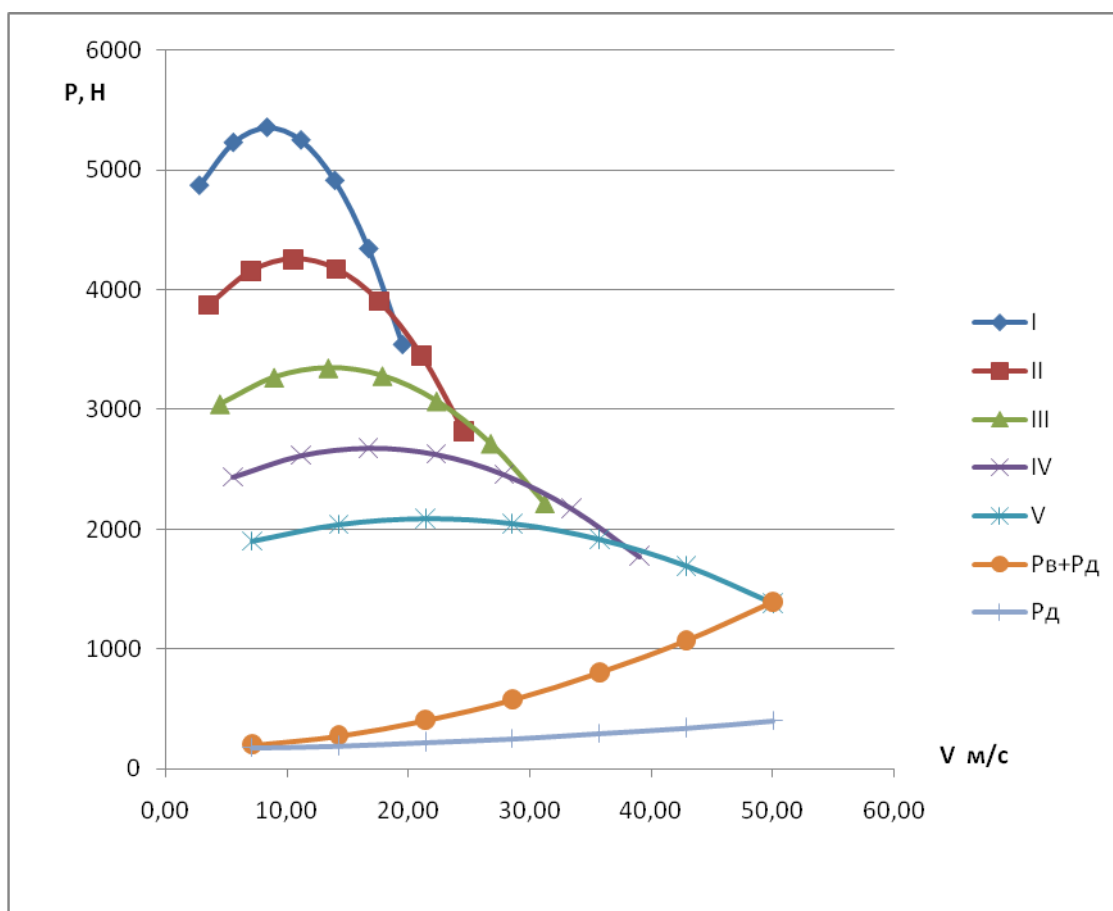


Рисунок 6.2-Тяговый баланс автомобиля

Рассчитываем силу сопротивления воздуха на всех передачах и данные расчетыносим в таблицу.

Таблица 6.6-Сопротивление воздуха

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

## 6.6 Динамическая характеристика автомобиля

Динамический фактор на соответствующей передаче

$$D = \frac{P_{\text{т}} - P_{\text{в}}}{G_a} \quad (6.17)$$

Таблица 6.7-Динамических фактор

<b>n, об/мин</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
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

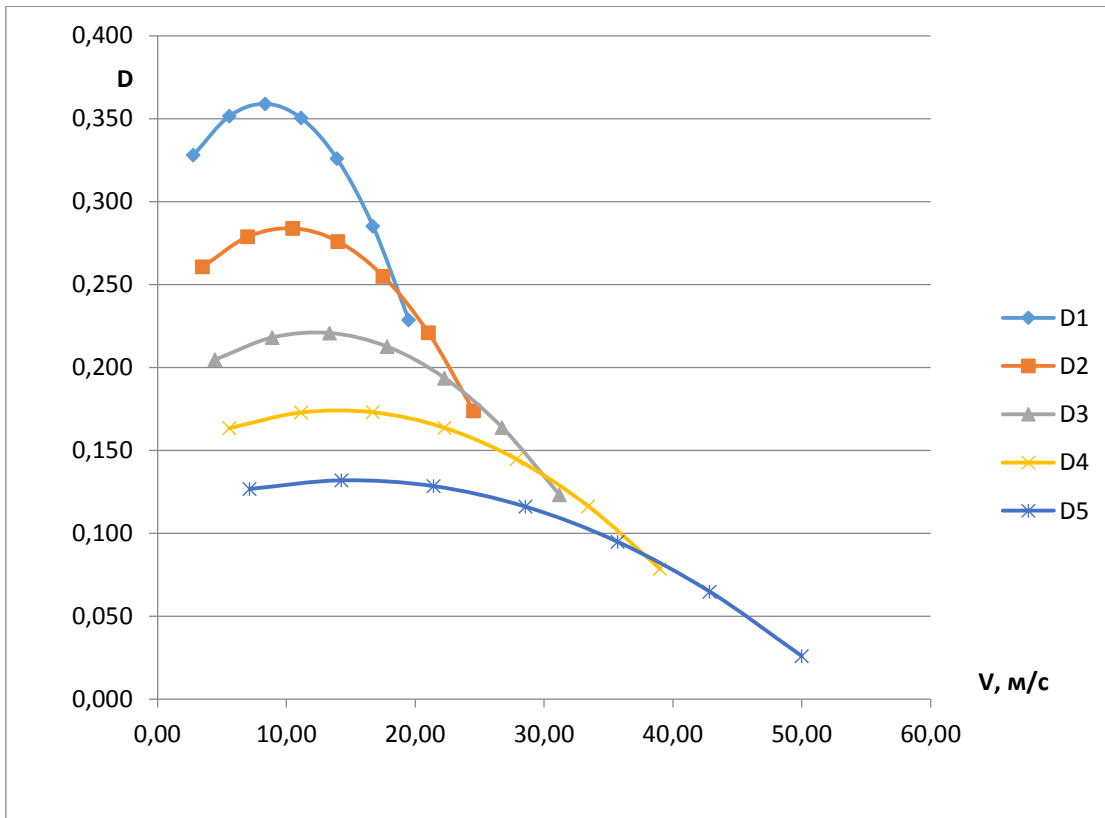


Рисунок 6.3-Динамический фактор

### 6.7 Разгон автомобиля

Ускорение автомобиля рассчитывается по формуле.

$$J = \frac{D-f \cdot g}{\delta_{вр}} \quad (6.18)$$

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

$$\delta_{вр} = 1 + \frac{I_M \cdot \eta_{тр} \cdot U_{тр}^2 + I_K \cdot g}{G_a \cdot r_k^2} \quad (6.19)$$

$$\delta_{вр} = 1 + \delta_1 + \delta_2 \cdot U_K^2 \quad (6.20)$$

Примем  $\delta_1 = \delta_2 = 0,04$

Рассчитаем коэффициент вращающихся масс на каждой передаче

Таблица 6.8- Коэффициент вращающихся масс

<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
1,20	1,14	1,10	1,08	1,06

Коэффициент сопротивления качению на каждой передаче

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

$$f_0 = 0,012$$

Таблица 6.9-Сопротивлению качению

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

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

Таблица 6.10-Ускорения автомобиля

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

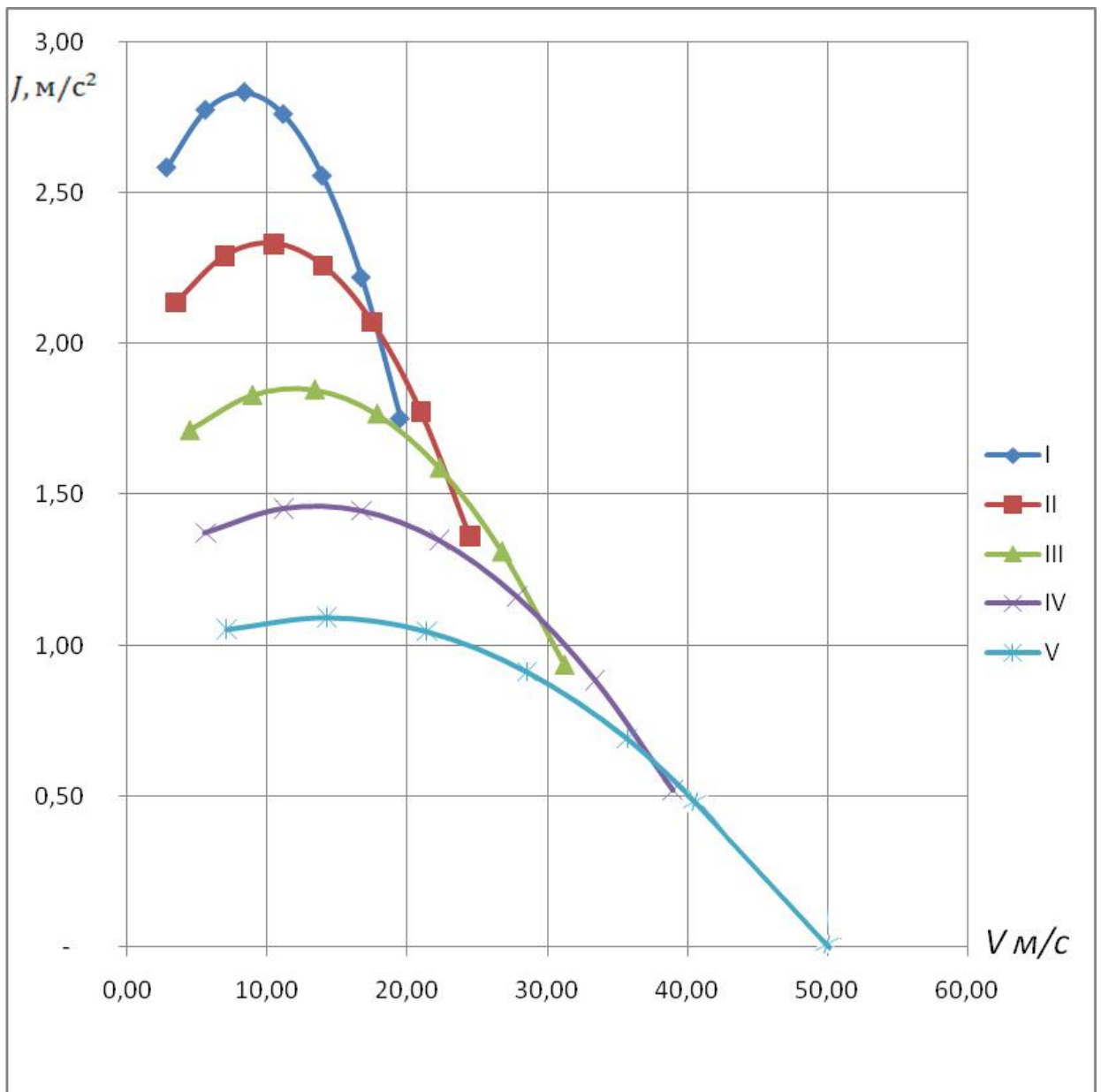


Рисунок 6.4-Ускорения автомобиля

«Рассчитаем обратные ускорения

Поскольку при скоростях близких к максимальному ускорению стремится к нулю, то для расчёта обратных ускорений ограничиваются скоростью

$$V=(0,8\dots 0,9)V_{\max} .\text{» [15]}$$

Таблица 6.11-Результаты расчета обратного ускорения

$n$ , об/мин	I	II	III	IV	V
800	0,39	0,47	0,58	0,73	0,95
1600	0,36	0,44	0,55	0,69	0,91
2400	0,35	0,43	0,54	0,69	0,95
3200	0,36	0,44	0,57	0,74	1,10

Продолжение таблицы 6.11

п, об/мин	I	II	III	IV	V
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

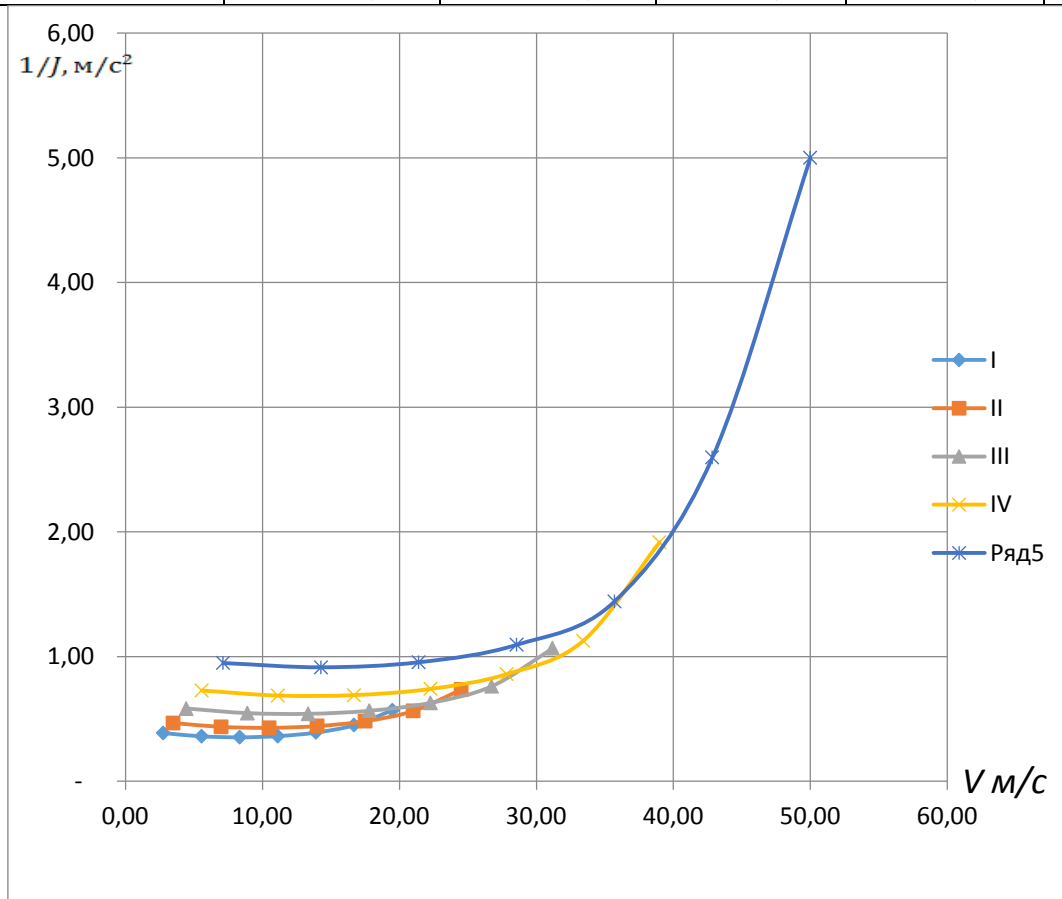


Рисунок 6.5 -Обратные ускорения автомобиля

### 6.8 Время и путь разгона автомобиля

Для того чтобы определить путь и время разгона автомобиля применяется графоаналитический способ.

«Интегрирование заменяем суммой конечных величин.

$$v_{\text{мин}} = 2,79 \text{ м с}$$

$$v_{\text{макс}} = 50 \text{ м с} \text{ [18]}$$

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

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

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

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

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

$$t = 0,45 \cdot 5,90 + 3,84 = 6,49 \text{ c} \gg [15]$$

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

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

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

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

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

Таблица 6.12-Время разгона

Диапазон скоростей, м/с	Время, с	
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

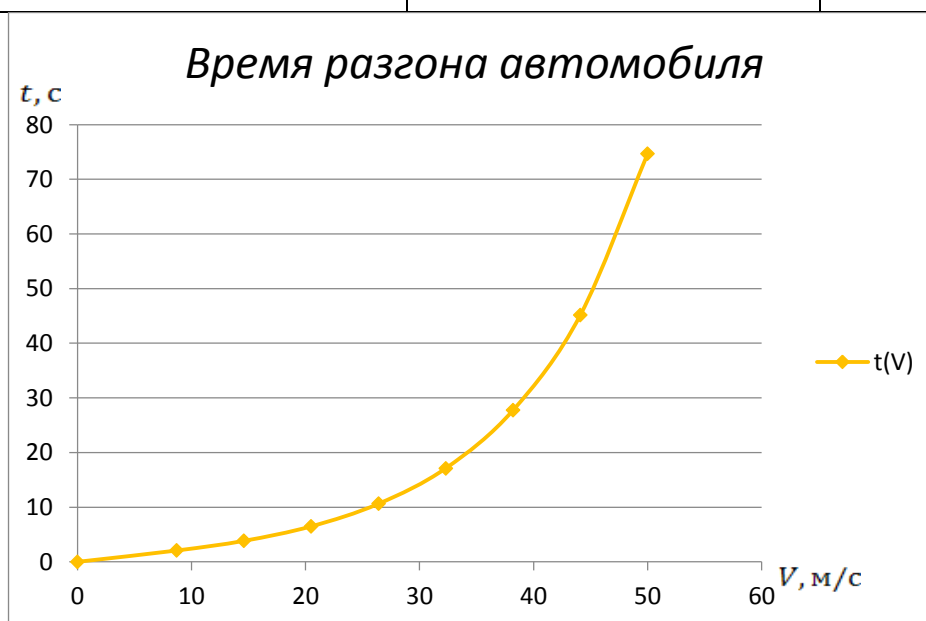


Рисунок 6.6-Время разгона автомобиля



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

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

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

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

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

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

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

$$v_{cp} \gg [18] = \frac{(50,0 - 44,10)}{2} + 44,10 = 47,05 \text{ м/с}$$

$t$  ВОЗЬМЕМ ИЗ ТАБЛИЦЫ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблица 6.13-Путь разгона

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

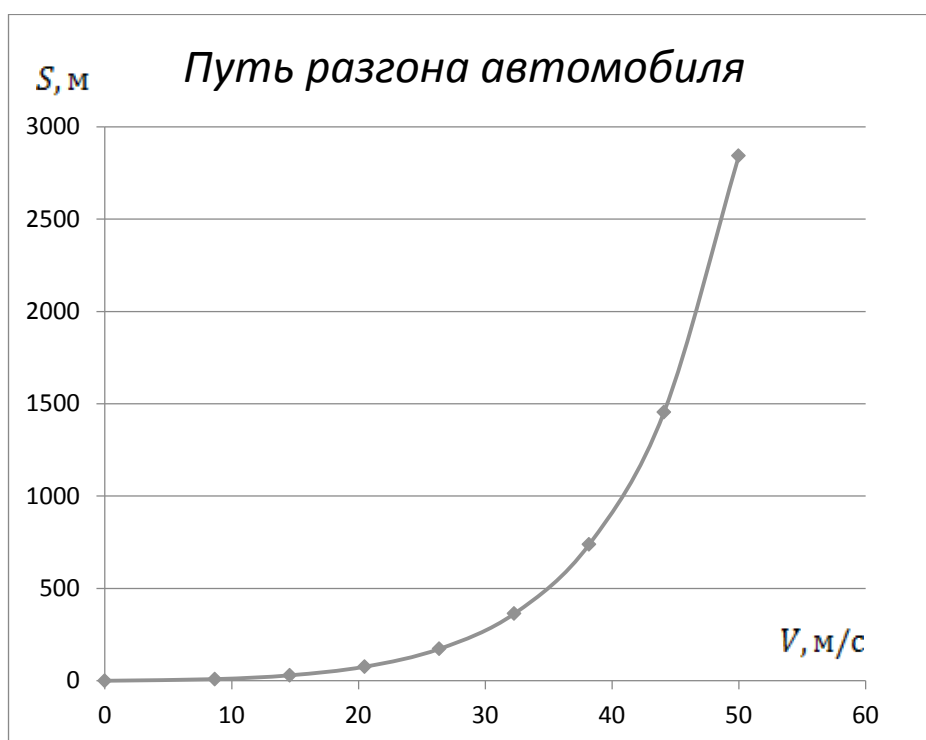


Рисунок 6.7- Путь разгона автомобиля

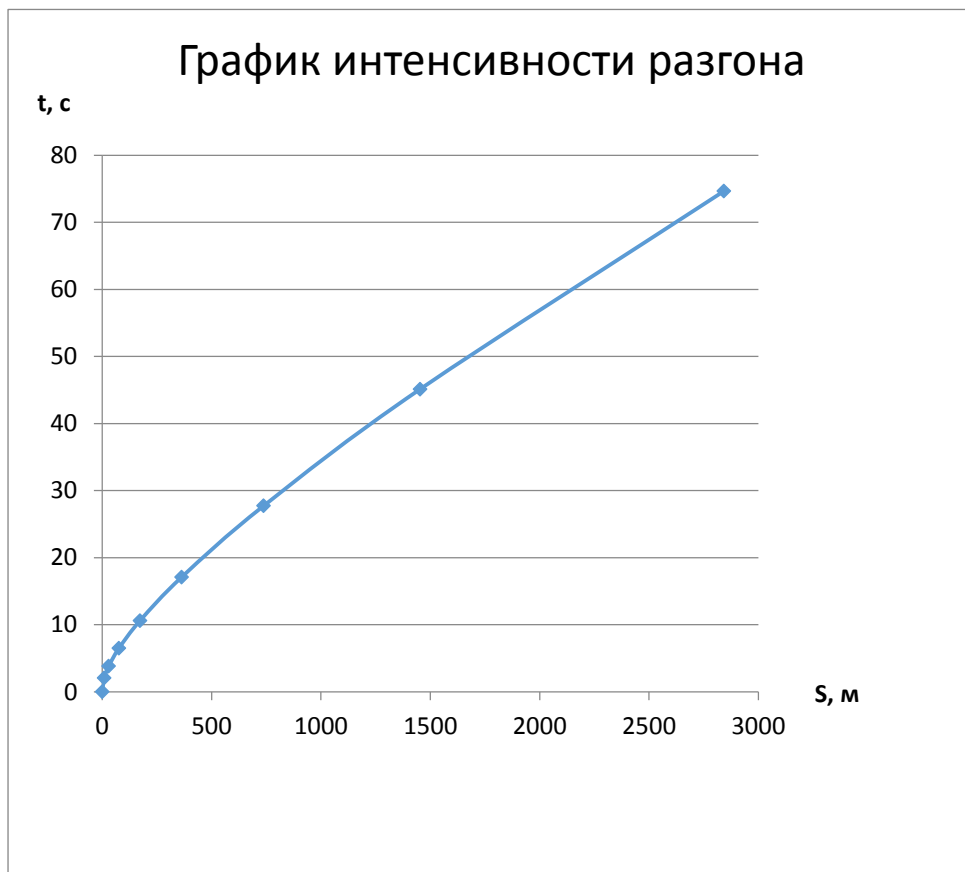


Рисунок 6.8- График интенсивности разгона

### 6.9 «Мощностной баланс автомобиля»

Уравнение мощностного баланса

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{п} + N_B + N_{и} \quad (6.21)$$

$$N_f = P_f \cdot V$$

$$N_{п} = P_{п} \cdot V$$

$$N_B = P_B \cdot V$$

$$N_{и} = P_{и} \cdot V$$

$$N_d = P_d \cdot V = N_f + N_{п}$$

Составим таблицу

Таблица» [15] 6.14-Мощностной баланс

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

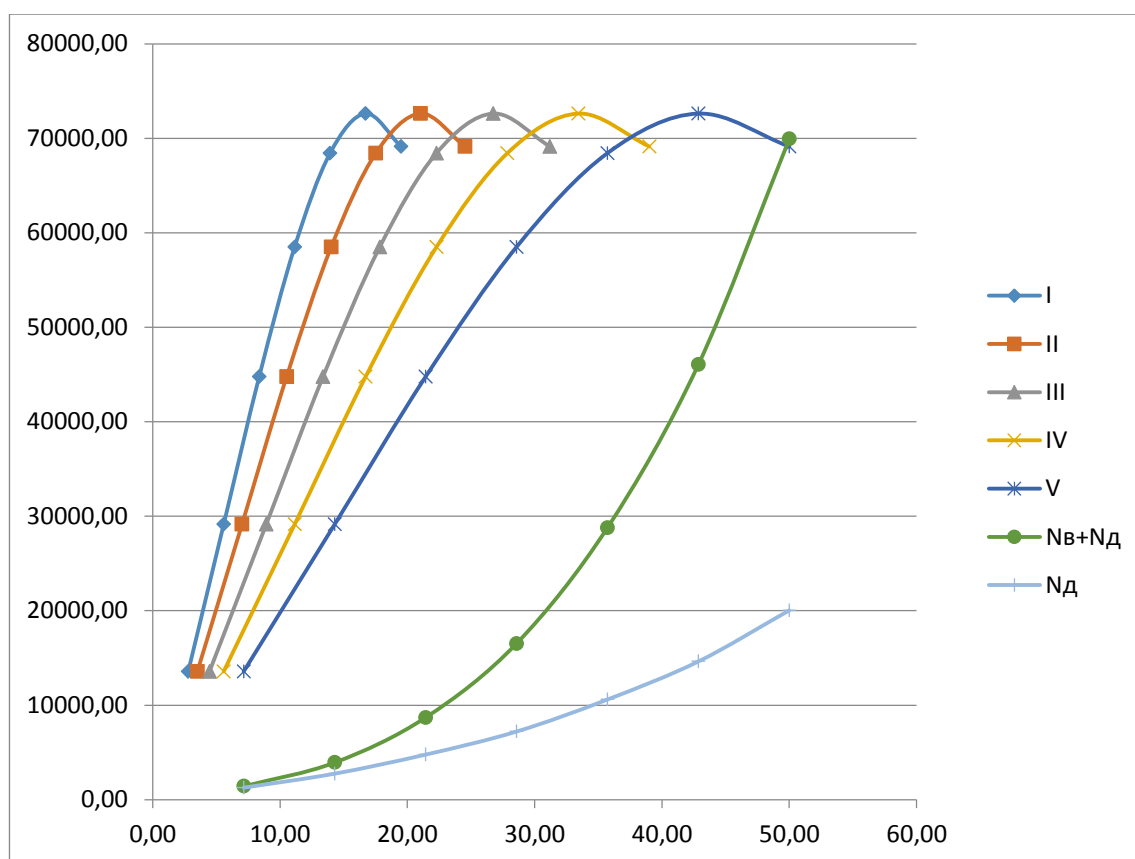


Рисунок 6.9-Мощностной баланс автомобиля

### 6.10 Топливо-экономическая характеристика

$$q_{\Pi} = \frac{k_{\text{СК}} \cdot k_{\text{И}} \cdot P_{\text{Д}} + P_{\text{И}} \cdot g_{\text{emin}} \cdot 1,1}{36000 \cdot \rho_{\text{T}} \cdot \eta_{\text{TP}}} \quad (6.22)$$

Таблица 6.15 – Топливоно-экономическая характеристика

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

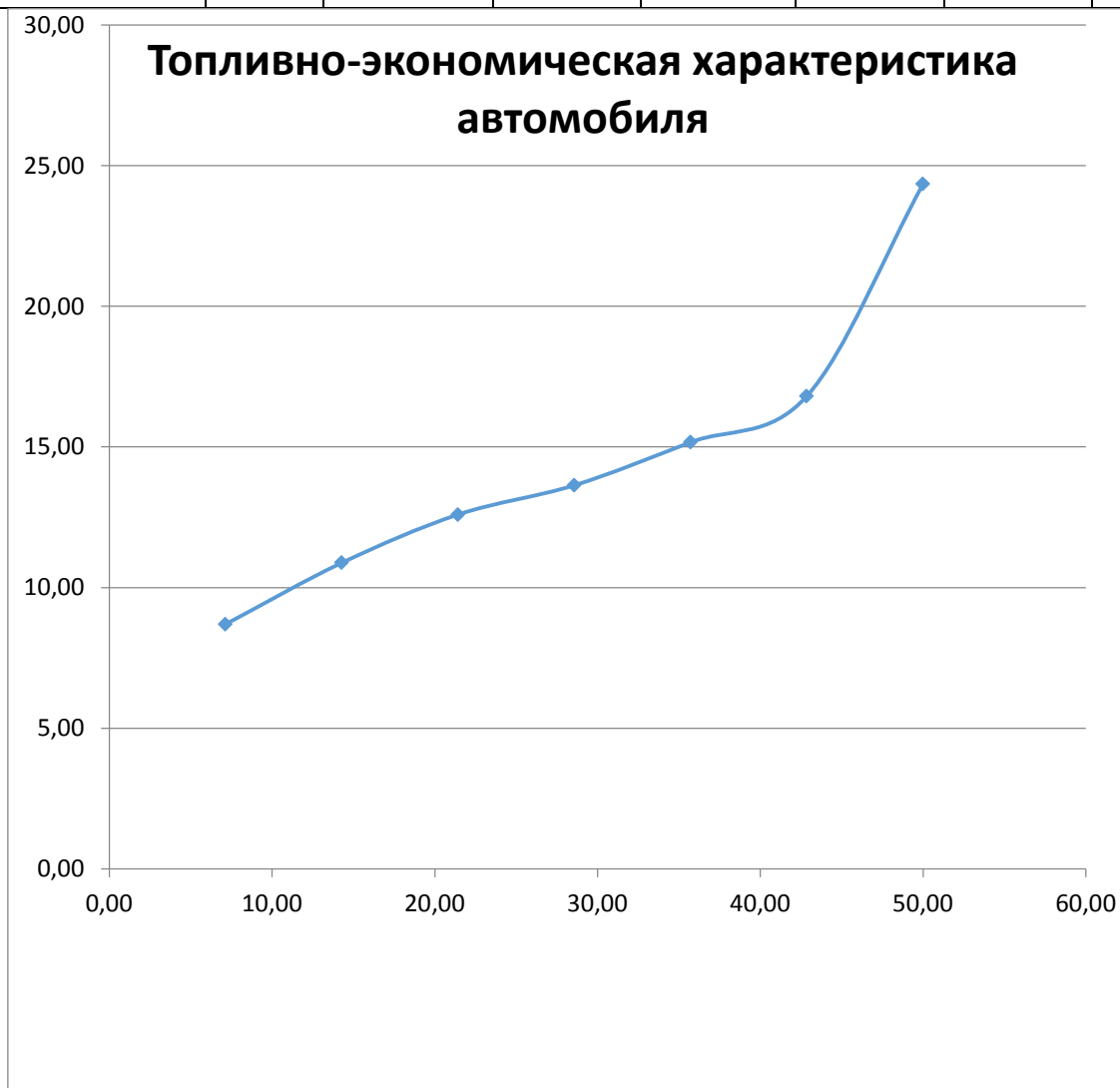


Рисунок 6.10-Топливоно-экономическая характеристика автомобиля

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте, был спроектирован и создан стенд, для определения собственных колебаний поддресоренной массы легкой автомашины.

В разделе “Безопасность и экологичность объекта“ были рассмотрены производственные факторы, оказывающие воздействие на организм человека, а также ряд мероприятий по снижению и полному предотвращению этих факторов на рабочем месте.

В разделе «Экономическая эффективность» была рассчитана себестоимость изготовленного стенда, которая показала, что себестоимость работ на проектируемом оборудовании на 9,3 % выше чем на существующем.

По результатам работы подготовлены тезисы для опубликования в сборники « Дни студенческой науки ТГУ ».

Данный стенд, будет использоваться в учебных целях и исследовательской работе на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» института машиностроения Тольяттинского Государственного Университета.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Цимбалин, В.Б. Испытание автомобилей / В.Б. Цимбалин – М.: Машиностроение, 1978. – 199 с.
2. Гришкевич, А.И. Испытание автомобилей / А.И. Гришкевич – М.: Машиностроение, 1991. – 161 с.
3. Балабин, И.В. Испытание автомобилей / И.В. Балабин, Б.А. Куров – М.: Машиностроение, 1988. – 192 с.
4. Финченко, Н.И. Испытание автомобилей и тракторов / Н.И. Финченко – М.: Машиностроение, 2017. – 173 с.
5. Вермеюк, В.Н. Проектирование подвески автомобиля / В.Н. Вермеюк, Л.А. Черепанов □ М.: Машиностроение, 1985. □ 199 с.
6. Соломатин, Н.С. Расчет направляющего устройства подвески / Н.С. Соломатин □ Тольятти: ТГУ, 2005. □ 64 с.
7. Реймпель, И. Шасси автомобиля. Элементы подвески / И. Реймпель □ М.: Машиностроение, 1987. □ 282 с.
8. Шухман, Ю. Эксплуатация и ремонт автомобиля / Ю. Шухман – М.: Машиностроение, 2014. – 320 с.
9. Шестопалов, С.К. Техническое обслуживание легковых автомобилей / С.К. Шестопалов – М.: Академия, 2018. – 288с.
10. Чумаченко, Ю.Т. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / Ю.Т. Чумаченко – Рн/Д.: - Феникс, 2013. – 539с.
11. Кравец В.Н., Теория автомобиля / В.Н. Кравец – Нижний Новгород: НГТУ, - 2007. – 368 с.
12. Sparke, P. The century of cars design / P. Sparke – London:- Beazley, - 2002. – 256 p.
13. Hewitt, S. Cars and truck / S. Hewitt – London: - Watts, - 1993. – 240 p.
14. Barton, B. My car / B. Barton – New York:- HarperFestival, - 2003. – 195 p.

15. Смелягин, А.И. Теория механизмов и машин / А.И. Смелягин – М.: Инфра – М, - 2013. – 288 с.
16. Гуськов, В.В. Многоцелевые машины / В.В. Гуськов – М.: НИЦ Инфра-М, - 2012. – 543с.
17. Коловский, М.З. Теория механизмов и машин / М.З. Коловский – М.: ИЦ Академия,- 2013. – 560с.
18. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский – М.: Альянс, - 2014. – 640 с.
19. John, W. Machine theory / W. John – Inglis Charles, - 1989. – 324 p.
20. Ellis, J.R. Stock car racing engine technology / J.R. Ellis – Watts, - 2007. – 160 p.