

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему *Переднеприводный легковой автомобиль 2 кл. Модернизация  
задней подвески*

Студент

П.А. Сальников

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Л.А. Черепанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

В.Г. Капрова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

М.И. Фесина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н.В. Яценко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заместитель ректора-  
директор института  
машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ »

20 17 г.

Тольятти 2017

## ABSTRACT

The title of the diploma project is «Front-wheel drive car, 2nd class. Rear suspension upgrade». In this diploma project the calculation of the characteristics of the rear suspension by changing the helical spring with a conical spring whose rigidity varies according to a nonlinear law. For the evaluation of the structure the feasibility study of the project, traction-dynamic and strength calculations are presented.

For the analysis and evaluation of the design of the suspension, one traction-dynamic calculation of the car. Comparison of the basic version of the characteristics of the rear suspension and the projected one was carried out according to the traction and power balance, dynamic characteristics, rigidity characteristics, stability and controllability efficiency.

Strength calculation of rear suspension parts, first of all this element, that had been modernized: conical spring was carried out.

In the section "Technological part", a technical process for assembling the rear suspension.

In the section "Analysis of the economic efficiency of the facility," a calculation is made of the costs of upgrading the rear suspension. Break-even sales volume is calculated. Equally important is the calculation of performance indicators.

In the section "Safety and environmental friendliness of the facility" on the basis of the complex analysis of the modernized rear suspension, the consequences of the impact on the environment were revealed.

## АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте на тему “Переднеприводный автомобиль 2 кл. Модернизация задней подвески” приведен расчет характеристик задней подвески с заменой цилиндрической пружины на коническую пружину, жесткость которой изменяется по нелинейному закону. Для оценки конструкции представлены: технико-экономическое обоснование проекта, тягово-динамический и прочностной расчеты.

Для анализа и оценки принятой конструкции подвески проведен тягово-динамический расчет автомобиля. Сравнение характеристик подвески базового варианта и проектируемого проведено по тяговому и мощностному балансу, динамической характеристике, характеристике жесткости, эффективности устойчивости и управляемости.

Проведен прочностной расчет деталей задней подвески, в первую очередь того элемента, который подвергся модернизации: конической пружины.

В разделе «Технологическая часть» разработан техпроцесс сборки задней подвески.

В разделе «Анализ экономической эффективности объекта» приведен расчет затрат на модернизацию задней подвески. Рассчитан безубыточный объем продаж. Не менее важным является расчет показателей эффективности.

В разделе «Безопасность и экологичность объекта» на базе выполненного комплексного анализа модернизированной задней подвески, выявлены последствия воздействия на окружающую среду.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Состояние вопроса.....	6
1.1 Назначение подвески автомобиля.....	6
1.2 Требования, предъявляемые к конструкции подвески.....	6
1.3 Классификация конструкций подвески.....	7
1.4 Обзор и тенденции развития конструкций подвесок.....	9
1.5 Выбор и обоснование проектируемого варианта подвески.....	20
2 Конструкторская часть.....	21
2.1 Тягово-динамический расчет автомобиля.....	21
2.2 Выбор компоновочной схемы объекта.....	34
2.3 Расчет характеристики упругости задней подвески.....	34
2.4 Определение параметров проектируемой пружины.....	38
3 Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрена).....	40
4 Технологическая часть.....	41
5 Экономическая эффективность проекта.....	49
6 Безопасность и экологичность объекта.....	72
Заключение.....	80
Список использованных источников.....	81
Приложения.....	83

## ВВЕДЕНИЕ

Подвеска и шины автомобиля являются устройствами, которые поглощают динамические нагрузки, возникающие при езде по дорогам с неровной поверхностью, сводя их к допустимому для комфортной езды уровню.

Из исследований, продолжающихся много лет, а так же опыта водителей видно, что ухудшение эксплуатационных свойств и состояния отдельных узлов автомобиля при езде по дорогам с неровной поверхностью происходит прямо пропорционально ухудшению качества дорог, т.е. чем хуже дорожное покрытие, тем хуже ведет себя автомобиль и тем скорее отдельные узлы выйдут из строя.

Для того, чтобы предохранить подвеску от чрезмерных нагрузок, а так же обеспечить необходимый уровень комфорта, водителям приходится снижать скорость движения, что может повлечь за собой образование автомобильных пробок.

Путей решения этой проблемы всего два – строительство дорог с более ровным и износостойким покрытием, что является довольно дорогим и растянутым во временном отношении процессом, и разработка и внедрение в производство подвесок с более приемлемой динамической характеристикой.

Принимая во внимание вышесказанное, в рамках данной дипломной работы предлагается улучшить плавность хода легкового автомобиля 2ого класса за счет модернизации конструкции задней подвески.

# 1 Состояние вопроса

## 1.1 Назначение подвески автомобиля

Подвеска автомобиля выполняет следующие функции:

- обеспечивает упругую связь между колесами и кузовом автомобиля;
- гасит воздействия, вызванные неровностями дорожного покрытия;
- Обеспечивает плавность хода, возможность движения колес по отношению к кузову, что необходимо, учитывая качество дорожного покрытия.

## 1.2 Требования, предъявляемые к конструкции подвески

Подвеску и ее элементы оценивают с точки зрения рабочих характеристик, экономической эффективности, надежности и ремонтпригодности, а также технологичности при изготовлении и сборке.

К современным конструкциям подвески автомобиля предъявляют следующие требования [10]:

- подвеска автомобиля должна обеспечивать комфортабельность движения (плавность хода);
- подвеска автомобиля должна обеспечивать устойчивость автомобиля на поворотах.
- у подвески автомобиля должна быть достаточная энергоемкость;
- подвеска автомобиля должна обеспечивать безопасность движения автомобиля;
- подвеска автомобиля должна обеспечивать перемещение колес автомобиля по заданной траектории;
- желательно, чтобы масса деталей подвески была как можно более малой.

Свойства подвески автомобиля сильно зависят от различных параметров и взаимодействия отдельных деталей, т.е. от типа и жесткости

упругих элементов, стабилизаторов, шарниров рычагов, амортизаторов и их соединения, типа подвески двигателя, колесной базы, колеи и от типа шин.

### 1.3 Классификация конструкций подвески

Подвески автомобилей конструктивно делятся на зависимые и независимые. Каждая из схем имеет свои преимущества и недостатки. Однако необходимо отметить, что независимые подвески постепенно вытесняют зависимые схемы.

Исторически зависимая подвеска появилась раньше, чем независимая и даже раньше, чем сам автомобиль. Такой способ крепления колес применяли на каретах и других гужевых повозках [5]. Особенностью данной конструкции является наличие жесткой связи между колесами одной оси. При преодолении неровностей изменение положения одного колеса приводит к перемещению другого, угол между колесами при этом остается постоянным.

К преимуществам зависимой подвески относят:

- простоту сборки и обслуживания;
- невысокую стоимость изготовления;
- постоянная величина дорожного просвета (клиренса).

Среди недостатков такого типа подвески отмечают:

- для большинства конструкций худшие показатели управляемости и курсовой устойчивости в сравнении с независимыми подвесками;
- низкая плавность хода, обусловленная большими неподрессоренными массами;
- худшие компоновочные показатели в сравнении с независимой подвеской, т.к. при ходах мосту требуется больше свободного пространства в моторном или багажном отсеке.

Независимая подвеска появилась позже чем зависимая и в настоящее время получила большее распространение чем ее предшественница.

Основным характерным признаком такой конструкции является отсутствие зависимости перемещения колес друг относительно друга, т.е. изменение положения одного колеса не влияет на положение другого.

Независимая подвеска обладает следующими преимуществами:

- лучшие показатели управляемости и курсовой устойчивости относительно зависимой подвески;
- небольшая величина неподрессоренной массы;
- компоновочно занимает меньше пространства;
- регулировка углов установки колес.

Независимая подвеска также имеет следующие недостатки:

- более высокая стоимость изготовления и обслуживания по сравнению с зависимой подвеской;
- имеет меньшую грузоподъемность;
- значение дорожного просвета (клиренса) изменяется при движении.

Существует еще одна разновидность подвесок – полунезависимая. В этой схеме связь между двумя продольными рычагами организована с помощью работающего на кручение соединителя. Перемещение одного из колес оказывает влияние на другое, однако, угол между ними, в отличие от зависимой подвески, изменяется. В современном автомобилестроении такая подвеска получила широкое распространение. Это обусловлено серьезными преимуществами относительно других конструкций, а именно:

- низкая стоимость;
- простота и удобство монтажа;
- малая масса;
- требует относительно немного компоновочного пространства (необходимость в подрамнике отсутствует).

К недостаткам полунезависимой подвески можно отнести следующие конструктивные особенности:

- худшие показатели управляемости и курсовой устойчивости в сравнении с независимой подвеской;

- трудности в компоновке полного привода.

## 1.4 Обзор и тенденции развития конструкций подвесок

### 1.4.1 Задняя зависимая подвеска с тягой Панара

Подвеска называется зависимой потому, что она связывает между собой два колеса; при наезде одного колеса на неровность его перемещение относительно кузова передается на другое колесо.

В данной конструкции подвески роль упругих элементов выполняют пружины, а в роли направляющих устройств выступают 4 продольные тяги и одна поперечная (тяга Панара) [22] .

Тяга Панара предотвращает перемещения моста в поперечном направлении, которое может возникнуть при поворотах и перестроениях из-за боковой реакции дороги. В то же время тяга Панара не должна мешать мосту автомобиля двигаться в вертикальной плоскости для обеспечения необходимого хода подвески. Она представляет собой поперечную тягу, которая одним из своих концов шарнирно закреплена на раме или кузове автомобиля, а противоположным — на балке моста.

Этот тип подвески наиболее прост и дешев в производстве, однако он не лишен недостатков.

Главным недостатком такой конструкции является траектория движения тяги Панара, при ходах подвески её перемещение имеет форму дуги, из-за чего кузов автомобиля получает некоторое боковое перемещение относительно моста.

Для минимизации этого перемещения тягу Панара рекомендуется располагать по возможности близко к горизонтальному положению и делать её длину максимально возможной.

На рисунке 1 представлена зависимая подвеска с тягой Панара.

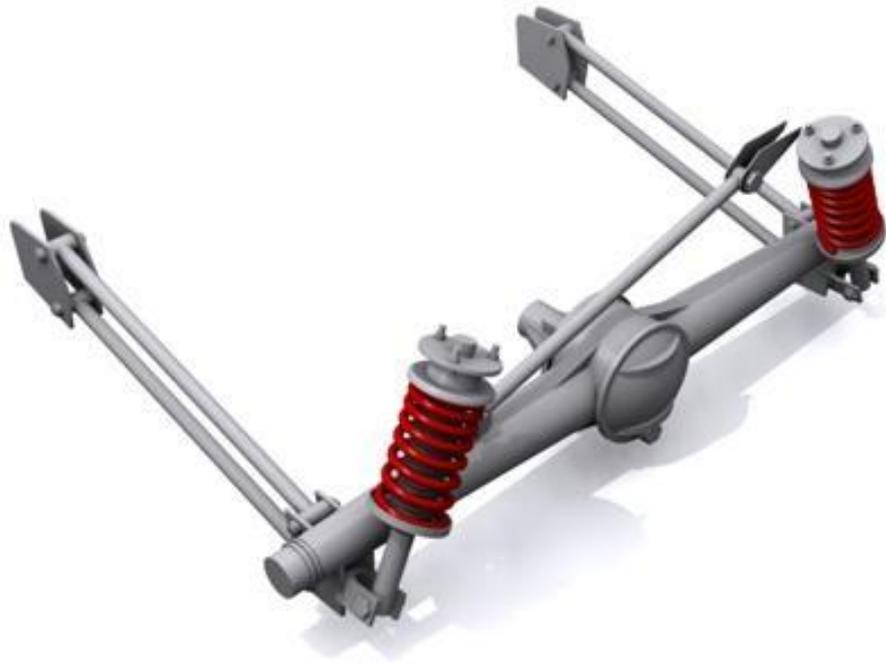


Рисунок 1- Зависимая подвеска с тягой Панара.

#### 1.4.2 Механизм Уатта

Механизм Уатта представляет собой более совершенную конструкцию, чем подвеска с тягой Панара.

Механизм состоит из двух тяг равной длины, перемещающихся в поперечной плоскости и центральной части, соединяющей их с балкой заднего моста.

При таком типе подвески кузов автомобиля перемещается в вертикальной плоскости практически без боковых перемещений, что положительно сказывается на управляемости.

Недостатком подвески с механизмом Уатта является его сложность в изготовлении и размещении, из-за этого применение такого типа подвески ограничено.

На рисунке 2 представлена зависимая подвеска с механизмом Уатта.



Рисунок 2 - Зависимая подвеска с механизмом Уатта.

#### 1.4.3 Зависимая подвеска с А-образным верхним рычагом

Зависимая подвеска с А-образным верхним рычагом представляет собой механизм, состоящий из двух нижних тяг, перемещающихся в продольной плоскости, и верхнего рычага, который выполнен в виде буквы «А», соединенного с балкой заднего моста. Верхний рычаг передает как боковые, так и продольные усилия [21].

Недостатком такой конструкции является достаточно большой размер верхнего рычага, а следовательно будут возникать проблемы при компоновке подвески.

На рисунке 3 представлена зависимая подвеска с А-образным верхним рычагом.

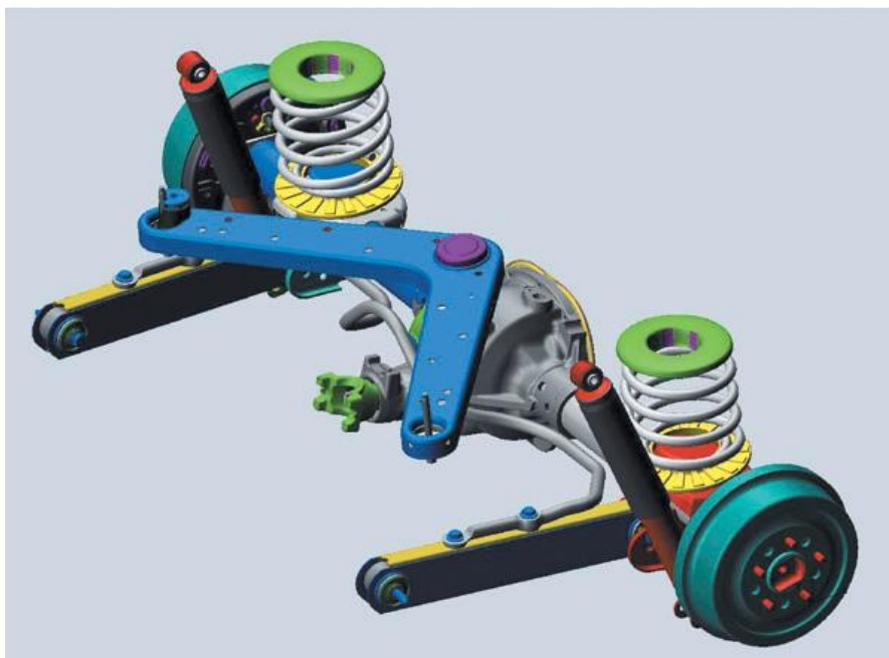


Рисунок 3 - Зависимая подвеска с А-образным верхним рычагом.

#### 1.4.4 Подвеска типа «Де Дион»

Эта подвеска представляет собой механизм, в котором колеса соединены между собой балкой, однако корпус главной передачи неподвижно прикреплен к кузову. Крутящий момент от главной передачи к колесам передается с помощью карданных передач или полуосей с шарнирами равных угловых скоростей.

Плюсом данной конструкции является сильное снижение неподрессоренных масс в подвеске, т.к. корпус главной передачи не является частью заднего моста, а прикреплен к кузову автомобиля.

К минусам можно отнести сложность и дороговизну конструкции.

На рисунке 4 представлена подвеска типа «Де Дион».

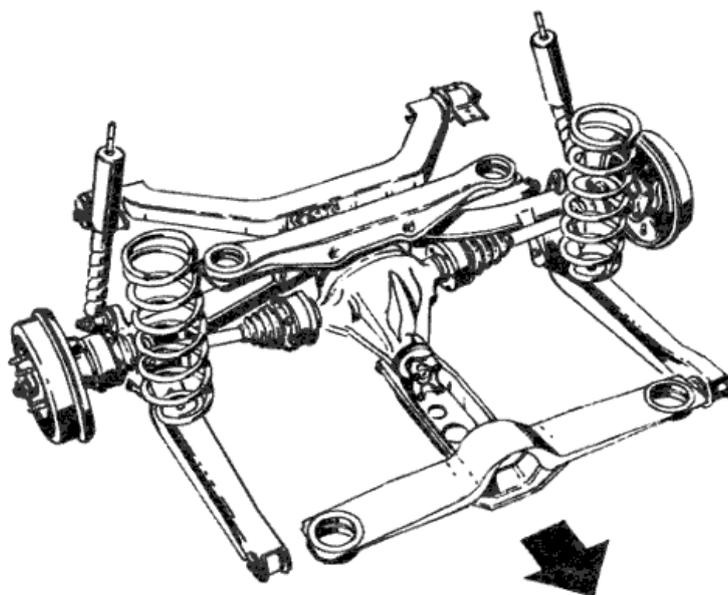


Рисунок 4 - Подвеска типа «Де Дион».

#### 1.4.5 Двухрычажная подвеска

Двухрычажная подвеска представляет собой механизм, состоящий из двух рычагов, расположенных в поперечной плоскости.

Очень широкое распространение эта подвеска получила в качестве передней подвески автомобилей с продольным расположением силового агрегата.

Этот тип конструкции имеет очень много преимуществ:

- масса неподрессоренных частей очень мала
- простота компоновки
- данный тип подвески занимает сравнительно мало места, что позволяет расширить моторный отсек для установки двигателя с большими габаритами
- простота конструкции
- возможность настраивать параметры, влияющие на устойчивость и управляемость.

К недостаткам этого типа подвесок можно отнести сложность применения данного типа подвесок на автомобилях с поперечным расположением силового агрегата.

Так же такой тип подвесок получил большое распространение в автоспорте и в представительских автомобилях из-за того, что этот тип направляющего устройства отличается самым положительным влиянием на кинематику подвески и управляемость автомобиля.

На рисунке 5 представлена двухрычажная подвеска.



Рисунок 5 - Двухрычажная подвеска.

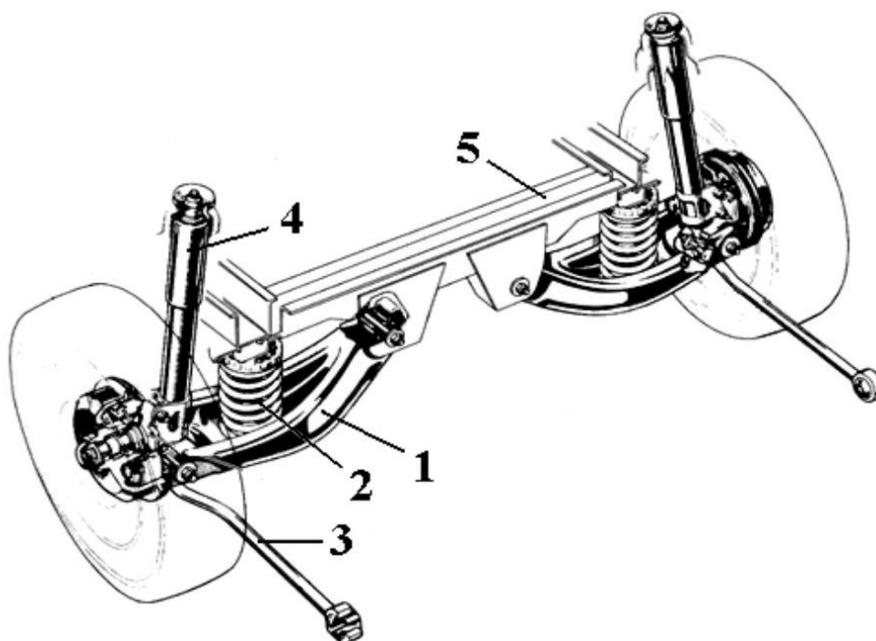
#### 1.4.6 Однорычажная подвеска с поперечным качанием рычага

Этот тип подвески представляет собой механизм, состоящий из рычага, перемещающегося в поперечной плоскости [8].

К плюсам данной конструкции можно отнести простоту изготовления и достаточно низкую стоимость.

Однако, при работе подвески угол развала колеса сильно изменяется, так же как и ширина колеи, что очень негативно сказывается на долговечности шин и всей подвески в целом. Изменения угла наклона плоскости вращения колеса и колеи дополнительно приводят к ухудшению управляемости и устойчивости.

На рисунке 6 представлена однорычажная подвеска с поперечным качанием рычага.



1- поперечный рычаг; 2- пружина; 3- реактивная штанга; 4- амортизатор; 5- кузов;

Рисунок 6 - Однорычажная подвеска с поперечным качанием рычага.

#### 1.4.7 Подвеска типа «качающая свеча» или МакФерсон (McPherson)

Подвеска данного типа представляет из себя механизм, состоящий из нижнего рычага, расположенного в поперечной плоскости, и амортизаторной стойки, которая служит сразу упругим и демпфирующим элементом, а так же поворотным устройством.

Подвеска типа МакФерсон получила очень широкое распространение из за простоты конструкции, дешевизны и универсальности.

К плюсам данного типа подвески можно отнести:

- малые габариты, что позволяет увеличить пространство в моторном отсеке
- Простота изготовления и ремонта
- Сравнительно небольшая масса неподрессоренных частей

К минусам данной конструкции относятся изменения углов плоскости вращения колеса при работе подвески, что негативно влияет на устойчивость и управляемость автомобиля. Так же минусом данного типа подвески является повышенное трение штока амортизатора и как следствие сильный износ.

На рисунке 7 представлена подвеска типа МакФерсон.



Рисунок 7 - Подвеска типа МакФерсон.

#### 1.4.8 Подвеска на продольных рычагах

Данный тип подвески представляет собой механизм, состоящий из двух рычагов, перемещающихся в продольной плоскости.

Плюсами данной конструкции являются простота и дешевизна конструкции, а так же постоянство колеи и угла схождения колес.

К минусам относятся:

- Сильные крены кузова при движении автомобиля в поворотах

- Изменение угла развала колес пропорционально кренам кузова автомобиля
- Применение данного типа подвески в качестве передней подвески невозможно, т.к. при торможении будет возникать эффект «клевка» а при наезде на неровность на кузов автомобиля будет передаваться сильная ударная нагрузка.

На рисунке 8 представлена подвеска на продольных рычагах.

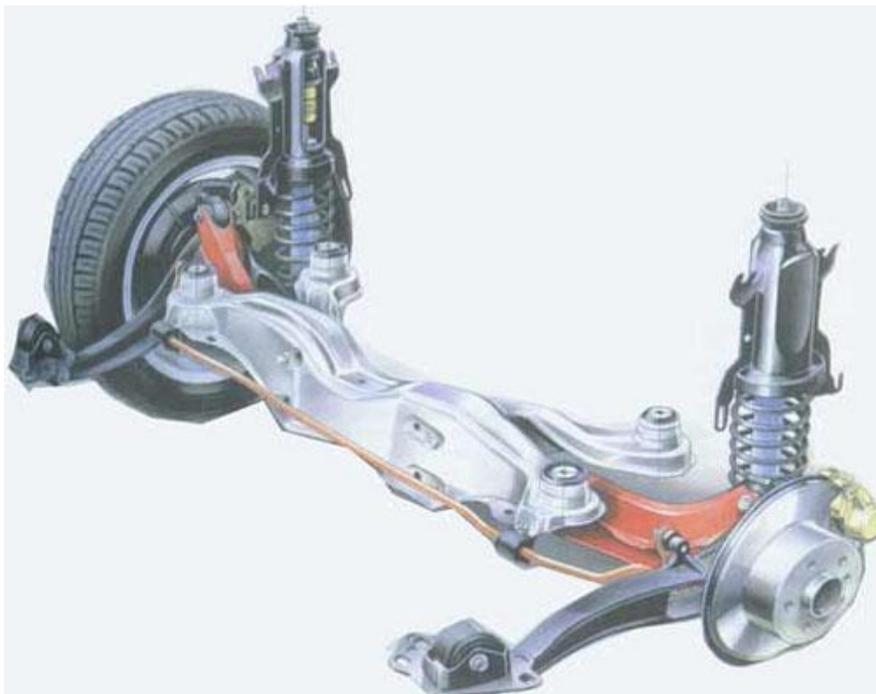


Рисунок 8 - Подвеска на продольных рычагах.

#### 1.4.9 Подвеска на косых рычагах

Подвеска такого типа представляет собой механизм, состоящий из двух рычагов, оси которых расположены под углом 10-25 градусов. Такая конструкция представляет собой симбиоз подвесок на поперечных и продольных рычагах.

При работе такой подвески колея изменяется незначительно, так же как и углы установки колес. Кинематику перемещений частей данной подвески

можно изменять в достаточно широких рамках за счет изменения угла между осями рычагов.

На рисунке 9 представлена подвеска на косых рычагах.

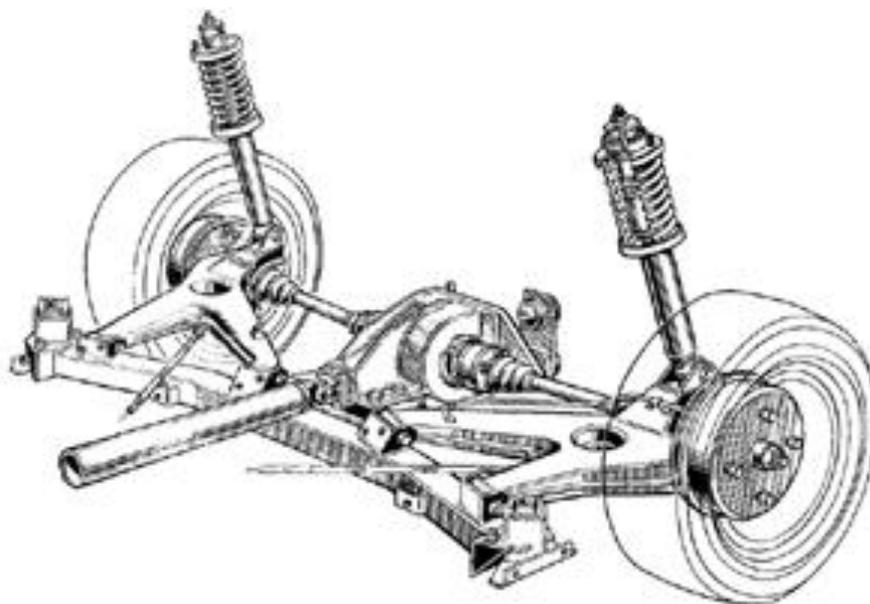


Рисунок 9 - Подвеска на косых рычагах.

#### 1.4.10 Подвеска на пространственных рычагах и тягах

Данный тип подвесок представляет собой механизм, состоящий из множества тяг и рычагов, находящихся в разных плоскостях.

Основное распространение данный тип подвески получил на автомобилях премиумного класса, так как такая конструкция позволяет изменять параметры, влияющие на устойчивость и управляемость в очень широких пределах.

К минусам относятся:

- Сложность в производстве, настройке и ремонте
- Высокая стоимость

На рисунке 10 представлена многорычажная подвеска.



Рисунок 10 - Многорычажная подвеска.

#### 1.4.11 Полузависимая подвеска

Данный тип подвески представляет собой механизм, состоящий из двух рычагов, перемещающихся в продольной плоскости, соединенных поперечиной. Профиль поперечины выполняется незамкнутым для того, чтобы снизить жесткость на кручение, для уменьшения нагрузки на рычаги.

При ходах колес поперечина выполняет роль стабилизатора поперечной устойчивости.

Наибольшее распространение такой тип подвесок получил в качестве задних подвесок бюджетных переднеприводных автомобилей из-за своей дешевизны и простоты конструкции.

На рисунке 11 представлена полунезависимая подвеска.

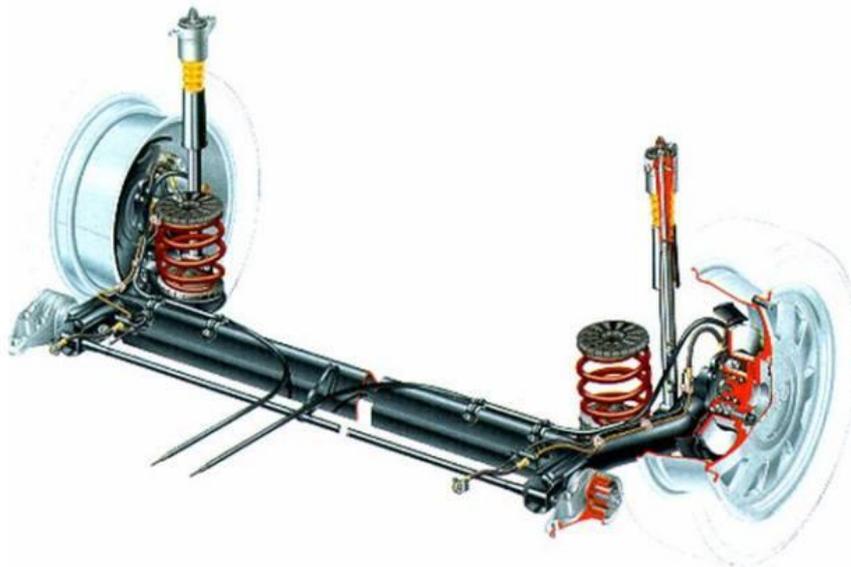


Рисунок 11- Полузависимая подвеска.

### 1.5 Выбор и обоснование проектируемого варианта

В данной дипломной работе для модернизации была выбрана задняя подвеска автомобиля LADA GRANTA. Данная модель продолжительное время являлась лидером продаж российского авторынка, но в последнее время уступила первенство автомобилям из Кореи. Повысить привлекательность модели поможет ее модернизация.

Задняя подвеска автомобиля LADA GRANTA конструктивно представляет собой описанную выше полузависимую схему, но с некоторыми изменениями. В данной конструкции пружина устанавливается не на специальную площадку на рычагах, а на чашку на амортизаторе, который в свою очередь крепится к кронштейну приваренному к рычагу. К этому же кронштейну приварен и фланец удерживающий ступичный узел.

В настоящее время в автомобилестроении прослеживается тенденция к увеличению плавности хода подвески.

Учитывая вышеизложенное, в рамках модернизации задней подвески предлагается улучшить показатели плавности хода автомобиля.

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Тяговый расчет

#### 2.1.1 Исходные данные

Тип автомобиля – переднеприводный легковой автомобиль 2 класса

Колесная формула – 4x2

Количество человек –  $n = 5$  (чел.)

Длина автомобиля = 4260 мм.

Ширина автомобиля ( $B_r$ ) = 1700 мм.

Высота автомобиля ( $H_r$ ) = 1500 мм.

Масса автомобиля в снаряженном состоянии –  $m_{\text{снар}} = 1080$  кг.

Тип шин, устанавливаемых на данный автомобиль : 175/65 R14

Коэффициент аэродинамического сопротивления автомобиля -  $C_{x \text{ возд}} = 0.367$

Коэффициент, выражающий сопротивление при качении колеса –  $f_{\text{кач}} = 0.015$

Коэффициент, выражающий максимальный уклон, который может преодолеть автомобиль –  $\alpha_{\text{макс}} = 0.30$

Наивысшая скорость, развиваемая автомобилем-  $V_{\text{макс}} = 167$  км/ч  
(46.39 м/с )

Максимальные обороты, развиваемые двигателем автомобиля –  $\omega_{e \text{ макс}} = 630 \text{ с}^{-1}$  (6016 об/мин)

КПД трансмиссии автомобиля –  $\eta_{\text{тр}} = 0.91$

Число передач коробки передач автомобиля – 5

#### 2.1.2 Расчет момента, развиваемого двигателем и его мощности.

##### 2.1.2.1 Определение полной массы автомобиля.

$$M_{\text{ав}} = M_{\text{снар}} + M_{\text{пас}} * (n) + M_{\text{баг}} \quad (1)$$

$M_{\text{снар}}$  – масса автомобиля в снаряженном состоянии

$M_{\text{пас}}$  – средняя масса человека (принимается равной 75 килограмм.)

$M_{\text{баг}}$  – средняя масса вещей для человека (принимается равной 10 кг.)

$n$  – число человек в автомобиле, вместе с водителем

$$M_{\text{ав}} = 1080 + 75 \cdot 5 + 5 \cdot 10 = 1505 \text{ кг.}$$

### 2.1.2.2 Расчет радиуса колеса автомобиля в статическом состоянии.

$$r_{\text{статич}} = 0.5 \cdot d + \lambda_z \cdot H \quad (2)$$

$d = 14$  – посадочный диаметр шины, дано в дюймах (= 0.353 м)

$\lambda_z = 0.86$  – коэффициент, учитывающий деформацию шины в вертикальной плоскости, он зависит от типа и марки шины

$H/V = 65$  – процентное соотношение высоты шины к ширине профиля шины

$B_{\text{шин}} = 0.175$  – ширина бокового профиля шины в метрах

$H_{\text{шин}} = 0.65 \cdot 0.175 = 0.114$  – высота бокового профиля шины в метрах

$$r_{\text{статич}} = 0.5 \cdot 0.353 + 0.86 \cdot 0.114 = 0.275 \text{ м}$$

$$r_{\text{статич}} \approx r_d \approx r_k = 0.275 \text{ м}$$

$r_k$  – радиус качения шины

### 2.1.2.3 Определение коэффициента, учитывающего обтекаемость кузова автомобиля.

$$k = \frac{C_{x,\text{аэр}} \times \rho_{\text{возд}}}{2} \quad (3)$$

$C_{x,\text{аэр}}$  – коэффициент, учитывающий сопротивление воздуха, преодолеваемое автомобилем.

$\rho_{\text{возд}} = 1.293$  – плотность воздуха при нормальном атмосферном давлении.

$$k = \frac{0.367 \times 1.293}{2} = 0.237$$

#### 2.1.2.4 Расчет лобовой площади автомобиля.

$$F = 0.8 * B_r * H_r \quad (4)$$
$$F = 0.8 * 1.70 * 1.50 = 2.04 \text{ м}^2$$

2.1.2.5 Определение коэффициента, характеризующего сопротивление, преодолеваемое автомобилем при качении на малых скоростях.

$$f_M = f_{\text{кач}} * \left(1 + \frac{V^2}{2000}\right), \quad (5)$$
$$f_M = 0.015 * \left(1 + \frac{46.39^2}{2000}\right) = 0.031$$

#### 2.1.2.6 Определение ВСХ двигателя.

Сначала необходимо рассчитать мощность, развиваемую двигателем при движении на максимальной скорости используя следующую формулу:

$$N_{\text{макс. скор}} = \frac{1}{\eta_{\text{тр}}} (G_a * \psi_V * V_{\text{max}} + \frac{C_x}{2} * \rho * F * V_{\text{max}}^3) \quad (6)$$

$\psi_V$  – коэффициент, учитывающий сопротивление, возникающее со стороны дороги при движении автомобиля на максимальной скорости.

Для легковых автомобилей коэффициент, характеризующий суммарное сопротивление со стороны дороги, принимают равным коэффициенту сопротивления, преодолеваемого автомобилем при движении на максимальной скорости [1].

$$\Psi_{\text{макс. скор}} = f_M = 0.031$$

$$G_{\text{ав}} = m_{\text{ав}} * g \text{ – полный вес автомобиля, Н}$$

$\rho_{\text{возд}} = 1.293$  – плотность воздуха при нормальном атмосферном давлении

$$(760 \text{ мм.рт.ст.})$$

$$N_{\text{макс. скор}} = \frac{1}{0.91} * (1505 * 9.81 * 0.031 * 46.39 + 0.184 * 1.293 * 2.04 * 46.39^3) = 76577 \text{ Вт} \approx 76.58 \text{ кВт}$$

Максимальная мощность, развиваемая двигателем автомобиля:

$$N_{\text{макс}} = \frac{N_V}{a_{\text{иссл}} \cdot \lambda + b_{\text{иссл}} \cdot \lambda^2 - c_{\text{иссл}} \cdot \lambda^3} \quad (7)$$

$a_{\text{иссл}} = b_{\text{иссл}} = c_{\text{иссл}} = 1$  – эмпирические коэффициенты для исследуемого двигателя.

$\lambda = \omega_{\text{макс.скор}} / \omega_{\text{макс.м}}$  – отношение оборотов, развиваемых двигателем при движении автомобиля на максимальной скорости к оборотам двигателя, при максимальной мощности.

Принимаем  $\lambda = 1.11$

$$\text{Тогда, } \omega_{\text{макс.м}} = \frac{\omega_{\text{макс.скор}}}{\lambda} = \frac{630}{1.11} = 568 \text{ с}^{-1}$$

$$N_{\text{макс}} = \frac{76577}{1 \cdot 1.11 + 1 \cdot 1.11^2 - 1 \cdot 1.11^3} = 78583 \text{ Вт} \approx 78.58 \text{ кВт}$$

Эффективная мощность, развиваемая исследуемым двигателем:

$$N_{\text{эф}} = N_{\text{макс}} \cdot \left[ a_{\text{иссл}} \times \frac{\omega_{\text{тек}}}{\omega_{\text{макс.м}}} + b_{\text{иссл}} \times \frac{\omega_{\text{тек}}^2}{\omega_{\text{макс.м}}^2} - c_{\text{иссл}} \cdot \frac{\omega_{\text{тек}}}{\omega_{\text{макс.м}}} \right]^3 \quad (8)$$

$\omega_{\text{тек}}$  – текущие обороты, развиваемые двигателем автомобиля

$N_{\text{эф}}$  – эффективная мощность, развиваемая двигателем автомобиля, кВт

Эффективный момент, развиваемый исследуемым двигателем:

$$M_{\text{эф}} = \frac{N_{\text{эф}}}{\omega_{\text{тек}}} \quad (9)$$

Минимальные обороты, развиваемые двигателем принимаем равными:

$$\omega_{\text{мин}} = 100 \text{ с}^{-1}$$

Результаты проведенных расчетов приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Обороты двигателя, $\text{с}^{-1}$	100	153	206	259	312	365	418	471	524	577	630
Эффективная мощность, кВт	15,84	25,33	35,09	44,72	53,85	62,09	69,07	74,39	77,67	78,54	76,61
Эффективный момент, Нм	158,4	165,6	170,3	172,7	172,6	170,1	165,2	157,9	148,2	136,1	121,6

### 2.1.3 Расчет передаточных отношений в коробке передач

#### 2.1.3.1 Расчет передаточного отношения главной передачи.

Передаточное отношение главной передачи  $U_{\text{глав}}$  рассчитывается основываясь на максимальную скорость, развиваемую автомобилем.

$$U_{\text{глав}} = \frac{r_k}{U_{\text{выс}}} \times \frac{\omega_{\text{макс}}}{V_{\text{макс}}} \quad (10)$$

$\omega_{\text{макс}}$  – максимальные обороты, развиваемые исследуемым двигателем.

$U_{\text{выс}}$  – передаточное отношение высшей передачи в КПП автомобиля, при котором автомобиль достигает своей максимальной скорости.

$$U_{\text{глав}} = \frac{0.275}{0.78} \times \frac{630}{46.39} = 4,79$$

#### 2.1.3.2 Расчет передаточных отношений в КПП автомобиля.

Для преодоления заданного дорожного сопротивления необходимо, чтобы тяговая сила автомобиля  $P_{\text{тяг}}$  должна превышать силу сопротивления, исходящую от дороги  $P_{\text{дор}}$  [2], т.е.

$$U_{\text{перв}} \geq \frac{G_{\text{ав}} \times \psi_{\text{макс}} \times r_k}{M_{\text{макс.эф}} \times \eta_{\text{тран}} \times U_{\text{глав}}} \quad (11)$$

$M_{\text{макс.эф}}$  – наивысший эффективный момент, развиваемый двигателем автомобиля, Нм

$\psi_{\text{мах}} = \alpha_{\text{макс}} + f_{\text{кач}} = 0.30 + 0.015 = 0.315$  – максимальное значение коэффициента, учитывающего силы сопротивления от дороги

$$U_{\text{перв}} \geq \frac{14764 \times 0.315 \times 0.275}{172.7 \times 0.91 \times 4.79} \geq 1.69$$

Для того, чтобы избежать проскальзывания ведущих колес при старте сила тяги автомобиля должна быть меньше сцепной силы:

$$U_{\text{перв}} \leq \frac{G_{\text{сцеп}} \times \varphi \times r_k}{M_{\text{макс}} \times \eta_{\text{тран}} \times U_{\text{глав}}} \quad (12)$$

$G_{\text{сцеп}} = G = 1165 \times 9.81 = 11428.7$  Н – сцепной вес автомобиля;

$\varphi = 0.8$  – коэффициент, учитывающий силу сцепления ведущих колес автомобиля с сухим дорожным покрытием.

$$U_{\text{перв}} \leq \frac{14764 \times 0.8 \times 0.275}{172.7 \times 0.91 \times 4.79} \leq 4.31 \quad (13)$$

Значение передаточного отношения первой передачи примем равным:

$U_{\text{перв}} = 3.6$  и рассчитаем передаточные отношения остальных передач в КПП исследуемого автомобиля

$$U_{\text{вт}} = \sqrt[4]{(U_{\text{перв}} \times U_{\text{выс}})^3} = \sqrt[4]{(3.6 \times 0.78)^3} = 2.17 \quad (14)$$

$$U_{\text{тр}} = \sqrt[4]{(U_{\text{перв}} \times U_{\text{выс}})^2} = \sqrt[4]{(3.6 \times 0.78)^2} = 1.68 \quad (15)$$

$$U_{\text{четв}} = \sqrt[4]{(U_{\text{перв}} \times U_{\text{выс}})} = \sqrt[4]{3.6 \times 0.78} = 1.29 \quad (16)$$

$$U_{\text{пят}} = 0.78$$

$$U_{\text{зад.х}} = 1.3 * U_{\text{перв}} = 1.3 * 3.6 = 4.68 \quad (17)$$

Далее рассчитаем скорости, которые автомобиль развивает при данных передаточных отношениях на каждой передаче:

$$V = \frac{r_k \times \omega_{\text{тек}}}{U_{\text{глав}} \times U_{\text{пер}}} \quad (18)$$

Результаты сведем в таблицу 2.2.

Таблица 2.2.

Обороты двигателя, рад/с	Скорость, которую автомобиль развивает на исследуемой передаче, м/с				
	первая	вторая	третья	четвертая	пятая
100	1,59	2,65	3,42	4,45	7,36
153	2,44	4,05	5,23	6,81	11,26
206	3,29	5,45	7,04	9,17	15,16
259	4,13	6,85	8,85	11,53	19,06
312	4,98	8,25	10,66	13,89	22,96
365	5,82	9,66	12,47	16,24	26,87
418	6,67	11,06	14,28	18,60	30,77
471	7,51	12,46	16,10	20,96	34,67
524	8,36	13,86	17,91	23,32	38,57
577	9,20	15,27	19,72	25,68	42,47
630	10,05	16,67	21,53	28,04	46,37

## 2.1.4 Анализ тяговой динамики

### 2.1.4.1 Тяговый баланс автомобиля.

Используем формулу для расчета тяговой силы на ведущих колесах автомобиля, и рассчитаем тяговую силу на разных скоростях на всех передачах:

$$P_{\text{тяг}} = \frac{U_{\text{тек}} \times U_{\text{глав}} \times M_{\text{эф}} \times \eta_{\text{тран}}}{r_k} \quad (19)$$

Для определения силы сопротивления, которую создает воздух используем формулу:

$$P_{\text{возд}} = \frac{1}{2} \times C_{x \text{ возд}} \times \rho_{\text{возд}} \times F \times V^2 \quad (20)$$

Сила сопротивления, возникающая при качении автомобиля:

$$P_{\text{кач}} = G_{\text{ав}} \times \psi, \quad (21)$$

где  $\psi = f$

Сумма всех сил, сопротивляющихся движению автомобиля:

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{возд}} + P_{\text{кач}} \quad (22)$$

Результаты проведенных расчетов приведены в таблицах 2.3 и 2.4.

Таблица 2.3.

Обороты двигателя, об/мин	Сила тяги на заданной передаче, Н					Силы сопротивления на высшей передаче, Н		
	первая	вторая	третья	четвертая	пятая	Сила сопротивления воздуха	Сила сопротивления от дороги	Суммарная сила сопротивления
955	9379,07	5653,49	4218,38	3239,11	1958,53	26,22	227,46	253,68
1461	9802,93	5908,99	4409,02	3385,49	2047,04	61,38	235,50	296,89
1967	10084,15	6078,50	4535,50	3482,62	2105,77	111,28	246,92	358,19
2473	10222,75	6162,05	4597,84	3530,48	2134,71	175,90	261,70	437,60
2979	10218,71	6159,61	4596,02	3529,09	2133,87	255,26	279,86	535,11
3479	10072,04	6071,20	4530,06	3478,44	2103,24	349,35	301,38	650,73
3996	9782,74	5896,82	4399,94	3378,52	2042,83	458,17	326,28	784,44
4498	9350,81	5636,46	4205,67	3229,35	1952,63	581,72	354,54	936,26
5004	8776,25	5290,13	3947,25	3030,93	1832,65	720,00	386,18	1106,18
5510	8059,05	4857,82	3624,68	2783,24	1682,89	873,01	421,18	1294,20
6016	7199,22	4339,53	3237,96	2486,29	1503,34	1040,76	459,56	1500,32

Таблица 2.4.

Первая передача		Вторая передача		Третья передача		Четвертая передача		Пятая передача	
Скорость, м/с	$P_{\text{возд}}$	Скорость, м/с	$P_{\text{возд}}$	Скорость, м/с	$P_{\text{возд}}$	Скорость, м/с	$P_{\text{возд}}$	Скорость, м/с	$P_{\text{возд}}$
1,59	1,23	2,65	3,39	3,42	5,65	4,45	9,59	7,36	26,22
2,44	2,88	4,05	7,93	5,23	13,23	6,81	22,44	11,26	61,38
3,29	5,22	5,45	14,38	7,04	23,99	9,17	40,68	15,16	111,28
4,13	8,26	6,85	22,73	8,85	37,92	11,53	64,31	19,06	175,90
4,98	11,98	8,25	32,98	10,66	55,02	13,89	93,32	22,96	255,26
5,82	16,40	9,66	45,14	12,47	75,31	16,24	127,72	26,87	349,35
6,67	21,51	11,06	59,20	14,28	98,76	18,60	167,51	30,77	458,17
7,51	27,31	12,46	75,16	16,10	125,40	20,96	212,68	34,67	581,72
8,36	33,80	13,86	93,03	17,91	155,20	23,32	263,23	38,57	720,00
9,20	40,98	15,27	112,80	19,72	188,19	25,68	319,18	42,47	873,01
10,05	48,86	16,67	134,47	21,53	224,35	28,04	380,51	46,37	1040,76

### 2.1.4.2 Характеристики динамики автомобиля.

Рассчитываем динамический фактор автомобиля как разность тяговой силы на колесах и силы сопротивления воздуха, деленую на вес автомобиля:

$$D_a = \frac{P_{\text{тяг}} - P_{\text{возд}}}{G_{\text{ав}}} \quad (23)$$

Результаты расчетов динамического фактора и коэффициентов сопротивления качению сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5.

Обороты двигателя, об/мин	D <sub>a</sub> на исследуемых передачах					Коэффициент, учитывающий сопротивление движению на исследуемых передачах f				
	Первая	Вторая	Третья	Четвертая	Пятая	Первая	Вторая	Третья	Четвертая	Пятая
955	0,6352	0,3827	0,2853	0,2187	0,1309	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
1461	0,6638	0,3997	0,2977	0,2278	0,1345	0,015	0,015	0,015	0,015	0,016
1967	0,6827	0,4107	0,3056	0,2331	0,1351	0,015	0,015	0,015	0,016	0,017
2473	0,6918	0,4158	0,3089	0,2348	0,1327	0,015	0,015	0,016	0,016	0,018
2979	0,6913	0,4150	0,3076	0,2327	0,1272	0,015	0,016	0,016	0,016	0,019
3486	0,6811	0,4082	0,3017	0,2270	0,1188	0,015	0,016	0,016	0,017	0,020
3992	0,6611	0,3954	0,2913	0,2175	0,1073	0,015	0,016	0,017	0,018	0,022
4498	0,6315	0,3767	0,2764	0,2043	0,0929	0,015	0,016	0,017	0,018	0,024
5004	0,5921	0,3520	0,2568	0,1875	0,0754	0,016	0,016	0,017	0,019	0,026
5510	0,5431	0,3214	0,2328	0,1669	0,0549	0,016	0,017	0,018	0,020	0,029
6016	0,4843	0,2848	0,2041	0,1426	0,0313	0,016	0,017	0,018	0,021	0,031

### 2.1.5. Анализ динамики разгона

#### 2.1.5.1 Расчет параметров, характеризующих разгон автомобиля.

Для определения ускорения используют следующую формулу:

$$J = \frac{D_a - f \times g}{\delta_{\text{вращ}}}, \quad (24)$$

где 
$$\delta_{\text{вращ}} = 1 + \frac{I_{\text{мом}} \times \eta_{\text{тран}} \times U_{\text{тран}} + I_{\text{сум}} \times g}{G_{\text{ав}} \times r_K^2}, \quad (25)$$

где  $I_{\text{мом}}$  – момент инерции вращающихся деталей двигателя автомобиля;

$$U_{\text{тран}} = U_{\text{глав}} * U_{\text{тек}} - \text{передаточное отношение трансмиссии авто}; \quad (26)$$

$I_{\text{сум}}$  – суммарный момент инерции ведущих колес автомобиля.

В случае, если неизвестно точное значение моментов  $I_{\text{мом}}$  и  $I_{\text{сум}}$  то,  $\sigma_{\text{вращ}}$  определяют по формуле:

$$\delta_{\text{вращ}} = 1 + (\delta_{\text{к1}} + \delta_{\text{к2}} * U_{\text{тек}}^2), \quad (27)$$

где  $U_{\text{тек}}$  – передаточное отношение КПП автомобиля на исследуемой передаче

$\delta_{\text{к1}}$  – коэффициент, учитывающий вращающиеся массы колес автомобиля

$\delta_{\text{к2}}$  – коэффициент, учитывающий массы вращающихся деталей двигателя:

$$\delta_{\text{к1}} = \delta_{\text{к2}} = 0.05 \quad (28)$$

Значения коэффициентов, учитывающих вращающиеся массы автомобиля приведены ниже:

Первая передача -  $\delta_{\text{вращ}} = 1.698$

Вторая передача -  $\delta_{\text{вращ}} = 1.285$

Третья передача -  $\delta_{\text{вращ}} = 1.191$

Четвертая передача -  $\delta_{\text{вращ}} = 1.133$

Пятая передачи -  $\delta_{\text{вращ}} = 1.080$

В таблицу 2.6. снесены результаты определения ускорений, и обратных ускорений автомобиля.

Таблица 2.6.

Обороты двигателя, об/мин	Ускорения автомобиля на исследуемых передачах, м/с <sup>2</sup> :					Обратные ускорения автомобиля на исследуемых передачах, с <sup>2</sup> /м :				
	Первая	Вторая	Третья	Четвертая	Пятая	Первая	Вторая	Третья	Четвертая	Пятая
955	3,583	2,807	2,226	1,763	1,049	0,279	0,356	0,449	0,567	0,953
1461	3,748	2,936	2,327	1,839	1,077	0,267	0,341	0,430	0,544	0,929
1967	3,857	3,019	2,390	1,883	1,075	0,259	0,331	0,418	0,531	0,930
2473	3,910	3,057	2,416	1,894	1,044	0,256	0,327	0,414	0,528	0,958
2979	3,906	3,050	2,403	1,873	0,984	0,256	0,328	0,416	0,534	1,017
3486	3,847	2,996	2,352	1,818	0,894	0,260	0,334	0,425	0,550	1,119
3992	3,731	2,897	2,263	1,731	0,774	0,268	0,345	0,442	0,578	1,292
4498	3,559	2,752	2,137	1,611	0,625	0,281	0,363	0,468	0,621	1,599
5004	3,331	2,562	1,972	1,458	0,447	0,300	0,390	0,507	0,686	2,237
5510	3,047	2,326	1,770	1,272	0,239	0,328	0,430	0,565	0,786	4,182
6016	2,707	2,044	1,529	1,054	0,002	0,369	0,489	0,654	0,949	538,08

С помощью графоаналитического метода определяем время разгона автомобиля, и путь, который он при этом проходит.

$$\Delta t_{\text{разг}} = \frac{V_2}{V_1} \frac{1}{j} \times d_V \approx \left( \frac{1}{j_{\text{ср}}} \right)_2 \times (V_2 - V_1) \quad (29)$$

Определенные величины сносятся в таблицы 2.7 и 2.8

Таблица 2.7.

Скорость, м/с	0	1,59	4,98	9,2	16,1	20,96	28,04	34,67	42,47
Обратные ускорения	0	0,279	0,256	0,328	0,468	0,621	0,949	1,599	4,182
Время разгона, с	0	0,946	2,026	4,289	6,564	10,960	17,252	29,725	46,118

Таблица 2.8.

Время разгона, с	0	7	14	21	28	35	42	49
Скорость, м/с	0	16,69	24,82	30,25	33,78	37,18	40,43	44,21
Длина отрезка разгона	0	100,14	148,92	181,5	202,68	223,08	242,58	265,26
Общий путь разгона	0	100,14	249,06	430,56	633,24	856,32	1098,9	1364,16

### 2.1.6 Мощностной баланс автомобиля.

$$N_{\text{тяги}} = N_{\text{эфф}} - N_{\text{тран}} = N_{\text{кач}} + N_{\text{под}} + N_{\text{возд}} + N_{\text{инер}}, \quad (30)$$

$N_{\text{тяги}} = N_{\text{эфф}} * \eta_{\text{тран}}$  – мощность, приведенная к ведущим автомобиля;

$N_{\text{тран}}$  – мощность, которая теряется трансмиссии автомобиля;

$N_{\text{кач}} = P_{\text{п}} * V$  – мощность, которая теряется при преодолении сил,

сопротивляющихся качению колеса;

$N_{\text{под}} = P_{\text{под}} * V$  – мощность, которая теряется, при движении автомобиля

на подъем;

$N_{\text{возд}} = P_{\text{в}} * V$  – мощность, необходимая для противодействия силам

сопротивления воздуха;

$N_{\text{инер}} = P_{\text{и}} * V$  – мощность, которая теряется на сопротивление силам

инерции автомобиля;

$N_{\text{соп.д}} = P_{\text{соп}} * V = N_{\text{кач}} + N_{\text{под}}$  – мощность, теряемая при противодействии

силам сопротивления, исходящим от дороги.

Определенные величины сносятся в таблицу 2.9

Таблица 2.9.

Максимальная скорость	7,36	11,26	15,16	19,06	22,96	26,87	30,77	34,67	38,57	42,47	46,37
Эффективная мощность	15,84	25,33	35,09	44,72	53,85	62,09	69,07	74,39	77,67	78,54	76,61
Тяговая мощность	14,42	23,05	31,93	40,70	49,00	56,50	62,85	67,69	70,68	71,47	69,71
Мощность на преодоление сил сопротивления воздуха	0,19	0,69	1,69	3,35	5,86	9,39	14,10	20,17	27,77	37,08	48,26
Мощность на преодоление сил сопротивления дороги	1,67	2,65	3,74	4,99	6,43	8,10	10,04	12,29	14,89	17,89	21,31
$N_{\text{возд}} + N_{\text{соп.д}}$	1,87	3,34	5,43	8,34	12,29	17,48	24,13	32,46	42,66	54,96	69,57
$N_{\text{возд}} + N_{\text{соп.д}}$ $N_{\text{тяги}}$	0,13	0,15	0,17	0,20	0,25	0,31	0,38	0,48	0,60	0,77	1,00

### 2.1.7 Топливно-экономическая характеристика автомобиля.

Для получения топливно-экономической характеристики автомобиля необходимо рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной.

Путевой расход топлива автомобиля:

$$Q_{\text{путев}} = \frac{k_{\text{изм.об}} \times k_{\text{изм.мощ}} \times P_{\text{д}} + P_{\text{возд}} \times g_{\text{эфф мин}} \times 1.1}{3600 \times \rho_{\text{топл}} \times \eta_{\text{тран}}}, \quad (31)$$

$k_{\text{изм.об}}$  – коэффициент, который учитывает как изменяется эффективный расход топлива в зависимости от оборотов, которые развивает двигатель;

$k_{\text{изм.мощ}}$  – коэффициент, который учитывает как изменяется эффективный расход топлива в зависимости от мощность, развиваемой двигателем;

$g_{\text{эфф мин}} = 340$  г/кВт\*ч – удельный эффективный расход топлива, потребляемого автомобилем;

$\rho_{\text{топл}} = 0.73$  кг/л – удельная плотность исследуемого топлива.

Результаты расчетов снесены в таблицу 2.10.

Таблица 2.10.

Скорость	15,16	19,06	22,96	26,87	30,77	34,67	38,57
$K_{\text{изм.об}}$	1,28	1,23	1,17	1,11	1,03	0,96	0,90
И	0,159	0,195	0,242	0,302	0,378	0,475	0,601
$K_{\text{изм.мощ}}$	1,1	0,95	0,88	0,8	0,79	0,8	0,9
$\omega_{\text{исслед}}/\omega_{\text{макс.м}}$	0,363	0,456	0,549	0,643	0,736	0,829	0,923
Путевой расход топлива, л	7,868	7,994	8,633	9,008	10,028	11,273	14,024

## 2.2 Выбор компоновочной схемы объекта

Существующая компоновочная схема задней подвески LADA GRANTA является самой популярной среди автомобилей данного класса. Преимущества и недостатки полузависимой подвески были описаны выше, однако, в данной конструкции можно увидеть еще один недостаток, а именно расположение пружины на амортизаторе. С одной стороны стоимость такого решения ниже чем у отдельного крепления пружины и амортизатора, но с другой такая схема ухудшает шумо- и виброкомфорт, а также ограничивает компоновку заднего пассажирского ряда сидений.

Принимая решение по объему модернизации в первую очередь следует учитывать объем инвестиций в проект. Изменение схемы задней подвески потребует значительных затрат и приведет к разунификации с остальными автомобилями производителя. Поэтому в данной модернизации компоновочная схема автомобиля останется без изменений. В рамках работы, как указывалось ранее предусматривается улучшение ездовых характеристик, а именно плавности хода. Требуемое улучшение будет достигнуто за счет модернизации пружины задней подвески.

## 2.3 Расчет характеристики упругости задней подвески

### 2.3.1 Определение нелинейной характеристики задней подвески

Вначале требуется рассчитать частоту, с которой происходят колебания в поддресоренных массах автомобиля  $\omega_{\text{под}}$ , а так же статический прогиб подвески  $f_{\text{стат}}$ , для этого используем следующие формулы:

Из достоверных источников известно, что жесткость пружин, применяемых в задней подвеске исследуемого автомобиля равна  $C_{\text{подв}}=18,4\text{Н/мм}$ , в то время как полный ход подвески того же автомобиля равен  $f_{\text{полн}}=220\text{мм}$ .

$$\omega_{\text{под}} = \sqrt{\frac{C_{\text{подв}}}{m_{\text{кол}}}} = \sqrt{\frac{18,4 \cdot 10^3}{376}} = 7,0 \text{ с}^{-1} \quad (32)$$

где  $m_{\text{кол}}=376$ кг.- масса, которая приходится на одно колесо задней оси.

$$M_{\text{кол}} = \frac{G_{\text{зад}}}{2 * g} = \frac{7382}{2 * 9,81} = 376 \text{ кг} \quad (33)$$

где  $g=9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  – ускорение свободного падения

$G_{\text{зад}}=7382$  Н- вес, который действует на заднюю часть исследуемого автомобиля.

$$G_{\text{зад}}=0,5 * G_{\text{полн}}=0,5 * 14764=7382 \text{ Н}, \quad (34)$$

где  $G_{\text{полн}}=14764$  Н- полный вес, действующий на автомобиль (см. Тяговый расчет, на заднюю ось действует 50% полного веса.)

$$\omega_{\text{под}} = \frac{\pi n_{\text{кол}}}{30} \rightarrow n_{\text{кол}} = \frac{30 * \omega_{\text{под}}}{\pi} = \frac{30 * 7.0}{3.14} = 67 \frac{\text{КОЛ}}{\text{МИН}} \quad (35)$$

В технической документации прогиб подвески автомобиля обычно указывается в сантиметрах[4], так же нетрудно посчитать, что  $\bar{g} \approx 31,3 \text{ см}^{-2}/\text{с}$ , исходя из вышесказанного получаем:

$$n_{\text{кол}} = \frac{30}{\pi} * \frac{\bar{g}}{f_{\text{статич}}} = \frac{300}{f_{\text{статич}}} \rightarrow n_{\text{кол}} \bar{f}_{\text{статич}} = 300 \rightarrow \bar{f}_{\text{статич}} = \quad (36)$$

$$= \frac{300}{n_{\text{кол}}} = \frac{300}{67} = 4,48 \text{ мм}$$

$$f_{\text{ст}} = 20.1 \text{ см.}$$

В технической документации указано, что длина пружины, находящейся в свободном состоянии составляет  $L_{\text{пруж}}=403 \text{ мм}=40,3 \text{ см}$ , а диаметр её равен  $D_{\text{пруж}}=8.5 \text{ см}$

Так как целью дипломной работы является улучшение комфорта и плавности езды, то необходимо уменьшить количество колебаний с  $67 \frac{\text{КОЛ}}{\text{МИН}}$  до  $65 \frac{\text{КОЛ}}{\text{МИН}}$ :

$$n_{\text{кол}}=65 \frac{\text{КОЛ}}{\text{МИН}} ;$$

Рассчитав статический прогиб подвески по методике, указанной выше получим:

$$\overline{f_{\text{статич}}} = \frac{300}{65} = 4,61$$

$$f_{\text{статич}} = 21,3 \text{ см}$$

Из многочисленных исследований видно, что нагрузки на заднюю часть автомобиля очень сильно изменяются (от незагруженного автомобиля до 3 пассажиров сзади).

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что оптимальная характеристика подвески в данном случае - с нелинейным изменением жесткости, то есть изменение жесткости будет состоять из двух участков - при минимальной и полной загрузке, для того, чтобы колебания поддресоренных частей оставались неизменными.

Нагрузка на одно колесо автомобиля в статичном состоянии равна

$$G_{\text{статич}} = 2649 \text{ Н}$$

Нагрузка на одно колесо автомобиля при полной загрузке равна

$$G_{\text{полн}} = 3691 \text{ Н (данные взяты из «Тягового расчёта автомобиля»)}$$

Для расчета жесткости подвески на первом участке воспользуемся формулой:

$$G_{\text{статич}} = f_{\text{статич}} * C_{\text{перв}} \rightarrow C_{\text{перв}} = \frac{2649}{21,3} = 124 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$$

(37)

Для расчета жесткости подвески на первом участке воспользуемся формулой:

$$G_{\text{полн}} = f_{\text{статич}} * C_{\text{вт}} \rightarrow C_{\text{вт}} = \frac{3691}{21,3} = 173 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$$

(38)

При расчете характеристик задних подвесок автомобилей рекомендуется принимать динамический ход подвески  $f_{\text{дин}}$  равным 10-14 см.

В расчетах будем использовать значение  $f_{\text{дин}} = 12 \text{ см}$ . Рекомендуемый ход отбоя подвески должен составлять от 0,8 до 1,8 от динамического хода подвески [9]:  $f_{\text{отб}} = 11,3$ , что составляет 0,942 от  $f_{\text{дин}}$

В расчетах можно пренебречь массой неподресоренных частей, т.к. масса поддресоренных частей несопоставимо больше.

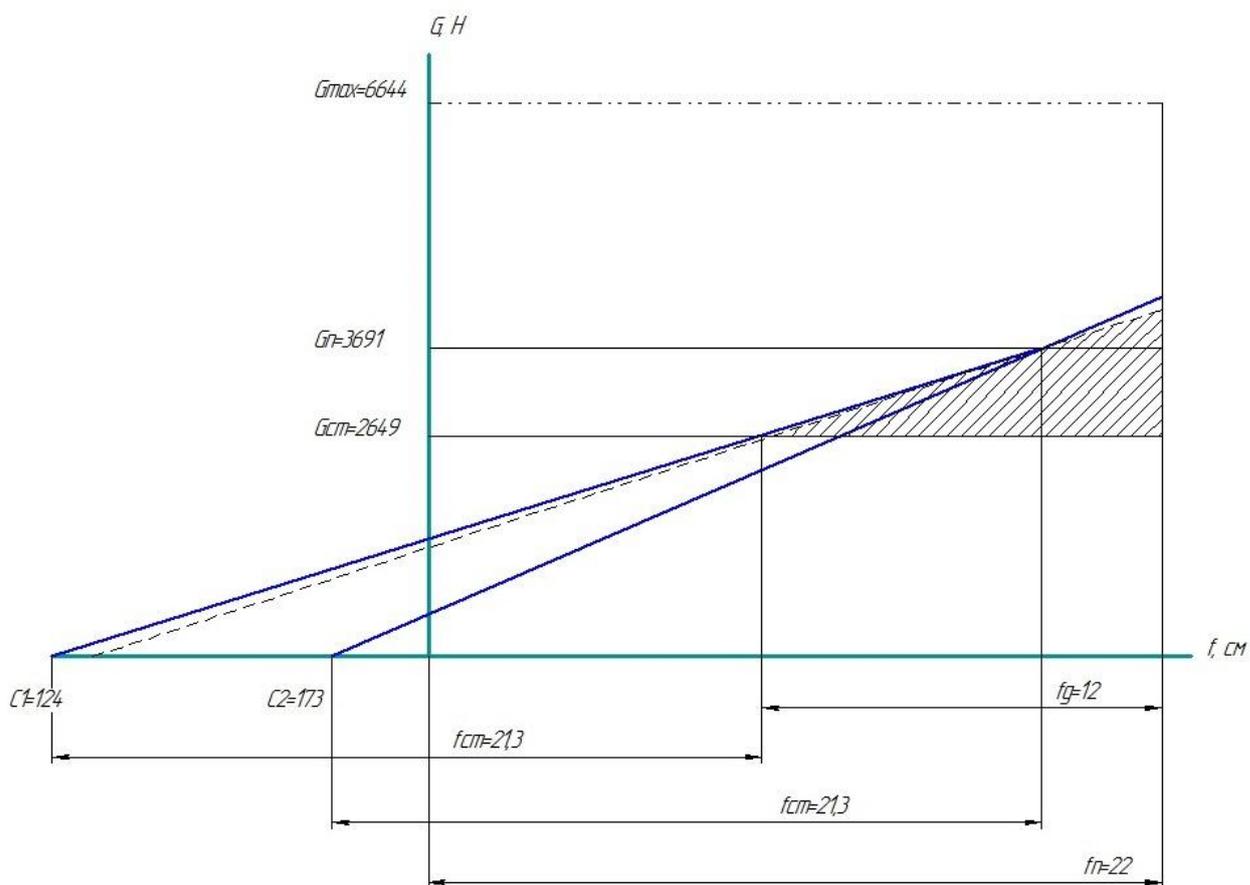


Рисунок 12 - Характеристика задней подвески с нелинейным изменением упругости.

Для первого и второго участка необходимо провести линии, соответствующие значению статического прогиба подвески.

Площадь, которая на графике заштрихована характеризует динамическую емкость существующей подвески. Из графика на рисунке 12 видно, что динамическая емкость у разрабатываемой подвески выше, чем у существующего, что уменьшает вероятность пробития внедряемой подвески.

Максимальная нагрузка, которую воспринимает подвеска  $G_{max}=6644H$ , определяется как:

$$G_{max}=G_{полн} * K_{дин}=3691 * 1.5=5536 H \quad (39)$$

где  $K_{дин}=1.5-1.8$ - коэффициент динамичности, применяемый при расчете подвесок легковых автомобилей.

## 2.4 Определение параметров проектируемой пружины

### 2.4.1 Проектирование пружины задней подвески

Задняя подвеска исследуемого автомобиля является полузависимой.

Для определения жесткости пружины воспользуемся формулой:

$$C_{\text{пруж}} = \frac{G d_{\text{пр}}^4}{8 D_{\text{пр}}^3 n_{\text{рабоч}}} \quad (40)$$

где  $G$  - модуль упругости (равен  $8,2 \cdot 10^4$  МПа);

$d_{\text{пр}}$  - диаметр прутка, из которого навита пружина

$D_{\text{пр}}$  - диаметр проектируемой пружины

$n_{\text{рабоч}}$  - число рабочих витков

Чтобы избежать проблем с компоновкой необходимо, чтобы установочные параметры пружины поменялись несильно, а значит жесткость пружины будет определяться за счет изменения диаметра прутка и числа рабочих витков.

Для того, чтобы получить необходимую характеристику изменения жесткости используем пружину конического типа.

Характеристика изменения жесткости состоит из двух участков, поэтому разобьем проектируемую пружину на 2 участка, которые будут соответствовать двум пружинам с линейной характеристикой изменения жесткости  $C_{\text{перв}} = 124 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$  и  $C_{\text{вт}} = 173 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$  соответственно.

Количество активных витков пружины определяется, как разность между полным числом витков и двумя установочными. Установочные витки не участвуют в работе пружины. Примем количество активных витков проектируемой пружины равным четырём.

Поскольку статический прогиб проектируемой пружины больше, нежели у стандартной, необходимо увеличить длину пружины на 58 мм для того, чтобы при статической нагрузке деформации проектируемой и стандартной пружин были равны.

Поскольку средний диаметр пружины определяет характеристику её жесткости, то определим средний диаметр первой части пружины- он равен 8,5см,  $D_{\text{ср.верх}} = 8,5\text{см}$ ; аналогично средний диаметр второй части пружины равен 9,4см  $D_{\text{ср.низ}} = 9,4\text{см}$ .

Определение верхнего и нижнего диаметров пружины проводят исходя из условия, что жесткость в средней части пружины должна быть равна полусумме жесткостей на концах пружины. В результате расчетов определили, что верхний диаметр пружины равен 8,1см  $D_{\text{верх}} = 8,1\text{см}$ , нижний диаметр пружины равен 9,8 см  $D_{\text{низ}} = 9,8\text{ см}$ .

В итоге получаем, что в верхней части пружины внешний диаметр уменьшится на 0,3 см по сравнению со стандартной пружиной  $D_{\text{н.верх}} = 8,1 + 1,2 = 9,3$  и  $D_{\text{ст}} = 8,5 + 1,1 = 9,6$ , где 1,2 см-диаметр прута, из которого навита проектируемая пружина, а 1,1-диаметр прутка, из которого навита стандартная пружина.

Аналогичный расчет проводится и для нижней части пружины:

Внешний диаметр разрабатываемой пружины больше на 1,4 см по сравнению со стандартной пружиной.

$$D_{\text{н.низ}} = 9,8 + 1,2 = 11,0\text{ см.}$$

$$D_{\text{ст}} = 8,5 + 1,1 = 9,6\text{ см.}$$

#### 2.4.1 Расчет проектируемой пружины на прочность

Максимальное усилие сжатия пружины

$$F_{\text{пруж}}^{\text{макс}} = \frac{G_{\text{стат}}}{f_{\text{стат}}} f_{\text{стат}} + f_{\text{дин}} = \frac{2649}{21.3} 21,3 + 12 = 4141\text{Н} \quad (41)$$

Коэффициент концентрации напряжения рассчитывается с помощью формулы:

$$K_{\text{кон}} = \frac{4C_{\text{и}} - 1}{4(C_{\text{и}} - 1)} + \frac{0.615}{C_{\text{и}}} = \frac{4 \cdot 7.5 - 1}{4(7.5 - 1)} + \frac{0.615}{7.5} = 1.2 \quad (42)$$

где  $C_{\text{и}} = \frac{D_{\text{сред}}}{d_{\text{пр}}} = \frac{8.95}{1.2} = 7.5$  —индекс пружины находится в пределах 7...12

$$\text{где } D_{\text{сред}} = \frac{D_{\text{ср.верх}} + D_{\text{ср.низ}}}{2} = \frac{8,1 + 9,8}{2} = 8,95\text{см.} \quad (43)$$

Для определения напряжения кручения в материале, из которого выполнена пружина используем формулу:

$$\tau_{\text{пр}} = \frac{8 * F_{\text{пруж}}^{\text{макс}} * D_{\text{сред}} * K_{\text{кон}}}{g \Pi d_{\text{пр}}^3} = \frac{8 * 4141 * 8.95 * 1.2}{9.81 * 3.14 * 1.2^3} = 668,4 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \quad (44)$$

$\tau_{\text{пр}} = 668,4 \text{ МПа}$  меньше допускаемых напряжений  $\tau = 700..1000 \text{ МПа}$

3 Защита интеллектуальной собственности (не предусмотрена)

## 4 Технологическая часть

### 4.1 Анализ технологичности конструкции задней подвески

#### 4.1.1 Изменения конструкции, приводящие к изменению техпроцесса

Изменения, предлагаемые в данной дипломной работе практически не вносят изменений в технологию сборки, а лишь несколько увеличивают продолжительность сборки из-за применения нестандартной конструкции пружины.

В целом же конструкции базовой и проектируемой подвесок практически не отличаются.

#### 4.1.2 Общие требования к технологичности конструкции подвески

а) Возможность сборки подвески посредством сборки отдельных узлов независимо друг от друга и сборки самого автомобиля.

б) Возможность механизации сборочных работ.

в) Быстрый и удобный доступ к используемым инструментам.

г) Возможность контроля во время процесса сборки.

д) Высокая унификация деталей.

е) Применение при сборке несложных устройств, которые не требуют дополнительного обучения рабочего.

### 4.2 Разработка технологической схемы сборки задней подвески

Производственный процесс — это целенаправленное, постадийное превращение исходного сырья и материалов в готовый продукт заданного свойства и пригодный к потреблению или к дальнейшей обработке. Производственный процесс начинается с его проекта и заканчивается на стыке производства и потребления, после чего происходит расходование произведенной продукции.

В производственный процесс входят не только процессы, непосредственно связанные с изменением форм и свойств материала изготавливаемых деталей и сборки из них машин и механизмов, но и все вспомогательные процессы, обеспечивающие производственный процесс в целом (межцеховой транспорт, изготовление и заточка инструмента, ремонт оборудования, технический контроль).

Производственный процесс распадается на множество элементарных технологических процедур, которые называются операциями. Производственная операция — это часть производственного процесса. Обычно она выполняется на одном рабочем месте без переналадки оборудования и совершается при помощи набора одних и тех же орудий труда. Как собственно и сам производственный процесс, операции подразделяются на основные и вспомогательные.

Операции различаются также в зависимости от применяемых средств труда:

- ручные - выполняемые без применения машин, механизмов и механизированного инструмента;
- машинно-ручные - выполняемые с помощью машин или ручного инструмента при непрерывном участии рабочего;
- машинные - выполняемые на станках, установках, агрегатах при ограниченном участии рабочего (например, установка, закрепление, пуск и остановка станка, раскрепление и снятие детали и т.д.);
- автоматизированные - выполняемые на автоматическом оборудовании или автоматических линиях.

#### 4.2.1 Составление перечня сборочных работ

Наименование сборочных работ в последовательности, диктуемой технологической схемой общей и узловой сборки и данные по нормированию всех необходимых видов работ сводим в таблицу 4.1

Таблица 4.1

№ оп.	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, мин
1	2	3
	1. Общая сборка задней подвески автомобиля	
1	Осмотреть балку задней подвески на предмет дефектов	0,2
2	Установить балку задней подвески в поддерживающее приспособление	0,17
3	Взять кронштейн крепления рычага подвески правый и осмотреть на наличие дефектов	0,12
4	Установить кронштейн крепления рычага подвески правый	0,29
5	Взять 3 шайбы 10	0,1
6	Наживить 3 шайбы 10	0,15
7	Взять 3 шайбы 10 пружинных	0,1
8	Наживить 3 шайбы 10 пружинных	0,15
9	Взять 3 гайки M10x1,25	0,1
10	Наживить гайки и завернуть гайки моментом 32,3 Н.м	0,2
11	Взять кронштейн крепления рычага подвески левый и осмотреть на наличие дефектов	0,12
12	Установить кронштейн крепления рычага подвески левый	0,29
13	Взять 3 шайбы 10	0,1
14	Наживить 3 шайбы 10	0,15
15	Взять 3 шайбы 10 пружинных	0,1
16	Наживить 3 шайбы 10 пружинных	0,15
17	Взять 3 гайки M10x1,25	0,1
18	Наживить гайки и завернуть гайки моментом 32,3 Н.м	0,2

Продолжение таблицы 4.1

№ оп.	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, мин
1	2	3
	1. Общая сборка задней подвески автомобиля	
19	Взять 2 шарнира рычагов и осмотреть на наличие дефектов	0,2
20	Установить шарниры рычагов в рычаги задней подвески	0,15
21	Установить рычаги задней подвески в кронштейны и зафиксировать болтами M12x91x1,25	0,21
22	Взять 2 шайбы 12 пружинных	0,1
23	Наживить 2 шайбы 12 пружинных	0,12
24	Взять 2 гайки M12x1,25	0,1
25	Наживить гайки и завернуть гайки моментом 78,4 Н.м	0,25
26	Взять амортизатор задней подвески и осмотреть на наличие дефектов	0,21
27	Взять втулку верхнего шарнира амортизатора	0,1
28	Установить втулку верхнего шарнира амортизатора на амортизатор задней подвески	0,15
29	Взять буфер хода сжатия и осмотреть на наличие дефектов	0,12
30	Установить буфер хода сжатия на амортизатор задней подвески	0,1
31	Взять подушку амортизатора и осмотреть на наличие дефектов	0,12
32	Установить подушку амортизатора на амортизатор задней подвески	0,1
33	Взять пружину и осмотреть на наличие дефектов	0,15
34	Установить пружину в приспособление	0,24

Продолжение таблицы 4.1

№ оп.	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, мин
1	2	3
	1. Общая сборка задней подвески автомобиля	
35	Установить пружину с приспособлением на амортизатор задней подвески	0,3
36	Установить прокладку верхнюю на пружину	0,16
37	Установить амортизатор задней подвески в сборе на штатное место с правой стороны автомобиля	0,23
38	Взять подушку амортизатора	0,1
39	Установить подушку амортизатора на амортизатор задней подвески в сборе	0,12
40	Взять шайбу 10 амортизатора и наживить	0,15
41	Взять гайку M10x1,25 самоконтрящуюся	0,1
42	Наживить гайку и завернуть гайку моментом 30,9 Н.м	0,13
43	Действия 26-42 повторить для левой стороны автомобиля	2,58
44	Взять болт M12x1,25x80 с заостренным концом	0,1
45	Установить амортизатор задней подвески в посадочное место на правом рычаге задней подвески и зафиксировать болтом	0,26
46	Взять гайку M12x1,25 самоконтрящуюся	0,1
47	Наживить гайку и завернуть гайку моментом 78,4 Н.м	0,13
48	Действия 44-47 повторить для левого рычага задней подвески	0,59
49	Снять приспособления с пружин	0,2
50	Снять с балки задней подвески поддерживающее приспособление	0,17
51	Проверить качество сборки, устранить дефекты	1,7
Всего $\Sigma$ оп		12,33

#### 4.2.2 Определение трудоемкости сборки задней подвески

Общее оперативное время на все виды работ по сборке задней подвески определяем как сумму отдельных оперативных времен:

$$t^{ОБЩ}_{оп} = \Sigma t_{оп} = 12,33_{мин} \quad (45)$$

Суммарная трудоемкость сборки задней подвески:

$$t^{ОБЩ}_{шт} = t^{ОБЩ}_{оп} + t^{ОБЩ}_{оп} \cdot (\alpha + \beta) \cdot 100 = 12,33 + 12,33 \cdot (2 + 4) \cdot 100 = 13,07_{мин}, \quad (46)$$

где  $\alpha$  – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах. Принимаем  $\alpha = 2\%$ ;

$\beta$  – часть оперативного времени на перерывы для отдыха в процентах.

Принимаем  $\beta = 4\%$ .

#### 4.2.3 Определение типа производства

Тип производства при сборке определяем по таблице в зависимости от годового выпуска автомобилей и ориентировочной определенной суммарной трудоемкости сборки подвески. Принимаем крупносерийное производство.

Определяем такт выпуска автомобилей:

$$T_B = \frac{F_{д} \cdot 60m}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{55000} = 4,38_{мин}, \quad (47)$$

где  $F_{д}$  – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену;

$m$  – количество рабочих смен в сутки;

$N$  – годовой объем выпуска автомобилей.

#### 4.2.4 Выбор организационной формы сборки

Учитывая конструкцию подвески, ее размеры и массу, объем выпуска, сроки (длительность) выпуска и тип производства принимаем как организационную форму сборки подвижную поточную сборку с расчленением процесса на операции и передвижением собираемого объекта от одной позиции к другой посредством конвейера.

### 4.3 Составление маршрутной технологии

Технологический маршрут процесса сборки задней подвески оформляем в виде таблицы 4.2

Таблица 4.2

№ операции	Операция.	Содержание операций, переходов	Приспособлени, оборудование, инструмент.	Время Тшт, мин.
1	2	3	4	5
001	Сборка задней подвески, установка кронштейнов рычагов подвески	Установить балку задней подвески в поддерживающее приспособление, Взять кронштейн крепления рычага подвески правый, установить кронштейн крепления рычага подвески правый, взять 3 шайбы 10, взять 3 шайбы 10 пружинных, взять 3 гайки М10х1,25, наживить гайки и завернуть моментом 15 Н.м. Взять кронштейн крепления рычага подвески левый, установить кронштейн крепления рычага подвески левый, взять 3 шайбы 10, взять 3 шайбы 10 пружинных, взять 3 гайки М10х1,25, наживить гайки и завернуть моментом 15 Н.м. Взять 2 шарнира рычагов и установить шарниры рычагов в рычаги задней подвески. Установить рычаги задней подвески в кронштейны и зафиксировать болтами М12х91х1,25 Взять 2 шайбы 12 пружинных, взять 2 гайки М12х1,25, наживить гайки и завернуть моментом 55 Н.м	Технологическое поддерживающее приспособление, пневматический гайковёрт FUBAG IW900, устройство для настройки гайковерта, ключ гаечный S-19, ключ гаечный S-10	3,92

Продолжение таблицы 4.2

№ операции	Операция.	Содержание операций, переходов	Приспособления, оборудование, инструмент.	Время Тшт, мин.
1	2	3	4	5
002	Сборка задней подвески, установка амортизатора задней подвески в сборе	Взять амортизатор задней подвески, установить втулку верхнего шарнира амортизатора на амортизатор задней подвески, установить буфер хода сжатия на амортизатор задней подвески, установить подушку амортизатора на амортизатор задней подвески, установить пружину в приспособление, установить пружину с приспособлением на амортизатор задней подвески, установить прокладку верхнюю на пружину, установить амортизатор задней подвески в сборе на штатное место, установить подушку амортизатора на амортизатор задней подвески в сборе, взять шайбу 10 амортизатора, взять гайку М10х1,25 самоконтрящуюся, наживить и завернуть моментом 15 Н.м	Стол рабочий, технологическое поддерживающее приспособление, пневматический гайковёрт FUBAG IW900, ключ гаечный S-19, спецключ для снятия и установки стоек амортизаторов	5,16
003	Сборка задней подвески, окончательная сборка и осмотр на наличие дефектов	Взять болт М12х1,25х80 с заостренным концом, установить амортизатор задней подвески в посадочное место на рычаге задней подвески и зафиксировать болтом, взять гайку М12х1,25 самоконтрящуюся, наживить и завернуть моментом 55 Н.м. Снять приспособления с пружин, снять с балки задней подвески поддерживающее приспособление. Проверить качество сборки, устранить дефекты	Стол рабочий, технологическое поддерживающее приспособление, пневматический гайковёрт FUBAG IW900, ключ гаечный S-19,	3,25

## 5 Экономическая эффективность проекта

### 5.1 Введение

В данном дипломном проекте рассматривается автомобиль Лада Гранта.

Основной целью проекта является модернизировать заднюю подвеску автомобиля, чтобы она обеспечивала больший комфорт и лучшую плавность хода автомобиля, при этом не нанося существенного ущерба управляемости автомобиля.

В данном дипломном проекте модернизируется элемент задней подвески автомобиля отвечающий за гашение упругих колебаний, т.е. пружина. Вместо цилиндрической пружины, устанавливаемой заводом изготовителем, предлагается устанавливать коническую пружину, т.к. она имеет более прогрессивную характеристику жесткости, за счет своей формы и большей жесткости по сравнению с цилиндрической пружиной. Это повысит комфорт и плавность хода автомобиля, а также увеличит срок службы элементов подвески, т.к. снизит нагрузки на них.

Данное изменение подвески автомобиля предлагается для внедрения в производство. Эта модернизация должна привлечь внимание потенциальных покупателей, т.к. подобные технологии не применяются на автомобилях конкурентах, следовательно вырастет спрос как на внутреннем рынке, так и за рубежом.

## 5.2 Расчет затрат на производство нового изделия

Полная себестоимость изделия укрупнено включает следующие статьи затрат (Таблица 5.1). Проценты косвенных расходов рассчитываются по калькуляции базового тормозного механизма.

Базовая калькуляция и исходные данные для расчёта получены на ОАО «АВТОВАЗ», департамент развития, финансовый отдел.

Таблица 5.1

Название показателей	Краткое обозначение	Траты на одно изделие (база), руб.	Процент побочных затрат
Затраты на покупку необходимых материалов	$M_{\text{мат}}$	86,47	
Затраты на покупку изделий	$\Pi_{\text{изд}}$	122,4	
Затраты на топливо и энергию	$Z_{\text{топ.}}$	23,7	$E_{\text{топ}}=229\%$
Основная заработная плата производственных рабочих	$Z_{\text{ос.}}$	10,35	$K_{\text{пр.}}=40\%$
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$Z_{\text{доп.}}$	1,29	$K_{\text{доп}} = 12,5\%$
Перечисления в страховые взносы	$C_{\text{стр.в.}}$	3,49	$E_{\text{стр.в.}}=30\%$
Затраты на поддержание оборудования в исправном состоянии	Соборуд	20,08	$E_{\text{оборуд}}= 194\%$
Цеховые затраты	$C_{\text{цехов.}}$	18,94	$E_{\text{цехов}}= 183\%$
Затраты на инструмент и приспособления	Син.	0,31	$E_{\text{инн}}= 3\%$
Цеховая себестоимость	$C_{\text{цехов.с/с}}$	287,03	
Затраты на транспортно-заготовительные мероприятия	$Z_{\text{транс.}}$	1,25	$E_{\text{транс}}= 1,45\%$
Общезаводские затраты	$C_{\text{заводс.}}$	22,25	$E_{\text{заводс}}=215\%$
Затраты на прочие производственные нужды	$Z_{\text{проч.}}$	1,29	$K_{\text{проч.}} = 12,5\%$
Общезаводская себестоимость	$C_{\text{заводс.с/с}}$	312,87	
Коммерческие затраты	$C_{\text{коммер.}}$	15,64	$E_{\text{коммер}} = 5\%$
Общая себестоимость изделия	$S_{\text{полн.}}$	328,51	

### 5.2.1 Расчет статьи затрат “Сырье и материалы”:

Согласно данным металлургического производства ОАО «АвтоВАЗ» изменяется норма расхода материала на проектируемую пружину, следовательно затраты на модернизированную пружину рассчитываем по формуле:

$$M_{\text{мат.пр.}} = M_{\text{мат.баз.}} (Q_{\text{пр.}} / Q_{\text{баз.}}) \quad (48)$$

где  $M_{\text{мат.пр.}}$ ,  $M_{\text{мат.баз.}}$  – затраты на основные материалы проектируемой и базовой пружины соответственно;

$Q_{\text{пр.}} = 2,4$  кг – норма расхода материала на проектируемую пружину;

$Q_{\text{баз.}} = 2,32$  кг – норма расхода материала на базовую пружину.

Тогда стоимость модернизированной пружины составит:

$$M_{\text{мат.пр.}} = M_{\text{мат.баз.}} (Q_{\text{пр.}} / Q_{\text{баз.}}) = 86,47 (2,4/2,32) = 89,45 \text{ руб.}$$

### 5.2.2 Определение затрат “Покупка изделий”:

Из-за того, что проектируемая пружина имеет отличные от базовой габариты, её внедрение поведет за собой изменения опорных чашек пружины и подушек пружины. Затраты на покупные изделия рассчитываем по формуле[19]:

$$Пизд_{\text{пр.}} = Пизд_{\text{баз.}} (Q_{\text{пр.}} / Q_{\text{баз.}}) \quad (49)$$

$Пизд_{\text{пр.}}$ ,  $Пизд_{\text{баз.}}$  – стоимость покупные изделия проектируемой и базовой пружины соответственно;

$Q_{\text{пр.}}$  – масса изменяемой детали;

$Q_{\text{баз.}}$  – масса базовой детали.

Верхняя чашка пружины:

$$Пизд_{\text{пр.1.}} = Пизд_{\text{баз.}} (Q_{\text{пр.}} / Q_{\text{баз.}}) = 22 (0,33/0,36) = 20,17 \text{ руб.}$$

Верхняя подушка пружины:

$$Пизд_{\text{пр.2.}} = Пизд_{\text{баз.}} (Q_{\text{пр.}} / Q_{\text{баз.}}) = 32 (0,25/0,27) = 29,63 \text{ руб.}$$

Нижняя чашка пружины:

$$\text{Пизд}_{\text{пр.3.}} = \text{Пизд}_{\text{баз.}} \cdot (Q_{\text{пр.}}/Q_{\text{баз.}}) = 30 (0,44/0,38) = 34,74 \text{ руб.}$$

Нижняя подушка пружины:

$$\text{Пизд}_{\text{пр.4.}} = \text{Пизд}_{\text{баз.}} \cdot (Q_{\text{пр.}}/Q_{\text{баз.}}) = 38 (0,34/0,29) = 44,55 \text{ руб.}$$

5.2.3 Всего стоимость покупных изделий:

$$\text{Пизд}_{\text{пр.}} = \text{Пизд}_{\text{пр.1.}} + \text{Пизд}_{\text{пр.2.}} + \text{Пизд}_{\text{пр.3.}} + \text{Пизд}_{\text{пр.4.}} = 20,17 + 29,63 + 34,74 + 44,55 = 129,09 \text{ руб.}$$

5.2.4 Определение затрат «Топливо и энергия»:

$$C_{\text{топ.}} = Z_{\text{ос}} \cdot E_{\text{топ.}} \quad (50)$$

где  $E_{\text{топ.}} = 229\%$  - коэффициент, учитывающий затраты на топливо и энергию.  
(Табл. 5.1)

$$Z_{\text{топ}} = 11,97 * 229\%/100\% = 27,41 \text{ руб.}$$

5.2.5 Определение затрат “Основная заработная плата производственных рабочих”:

$$Z_{\text{ос}} = Z_{\text{тар}}(1 + K_{\text{пр.}} / 100), \text{ руб.} \quad (51)$$

где  $Z_{\text{тар}}$  – тарифная заработная плата, руб., для определения которой используем формулу:

$$Z_{\text{тар}} = C_{\text{час}} \cdot T_{\text{оп}}, \text{ руб.} \quad (52)$$

где  $C_{\text{час}}$  – часовая тарифная ставка, руб.;

$T_{\text{оп}}$  – трудоемкость, необходимая для проведения операции, н/час;

$K_{\text{пр.}}$  – коэффициент, учитывающий премии и доплаты, вызванные работой на производстве, %. (см. Таблица.5.1)

Результаты расчетов сведены в таблицу 5.2

Таблица 5.2

Тип работы	Квалификация работника, разряд	Трудоемкость операции	Тарифная ставка за час работы, руб.	Тарифная заработная плата, руб.
Обрабатывающие	5	0,032	79,89	2,56
Сборочная	5	0,075	79,89	5,99
ИТОГО:				8,55
Премииальные выплаты	= 40 %			3,42
<b>Основная заработная плата</b>				<b>11,97</b>

5.2.6 Определение затрат «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{ос}} * K_{\text{доп}}, \quad (53)$$

где  $K_{\text{доп}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительные выплаты не связанные с работой на производстве, % (Таблица. 5.1).

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{ос}} * K_{\text{доп}} = 11,97 * 12,5\% / 100\% = 1,5 \text{ руб.}$$

5.2.7 Определение затрат «Перечисления в страховые взносы»:

$$C_{\text{стр.в.}} = (Z_{\text{ос}} + Z_{\text{доп}}) * E_{\text{стр.в.}} \quad (54)$$

где  $E_{\text{стр.в.}} = 30\%$  - коэффициент, учитывающий отчисления в страховые фонды.

$$C_{\text{стр.в.}} = (11,97 + 1,5) * 30\% / 100\% = 4,04 \text{ руб.}$$

5.2.8 Определение затрат «Поддержание оборудования в исправном состоянии»:

$$C_{\text{оборуд}} = Z_{\text{ос}} * E_{\text{оборуд}} \quad (55)$$

где  $E_{\text{оборуд}} = 194\%$  - коэффициент, учитывающий затраты на поддержание оборудования в исправном состоянии. (Таблица. 5.1)

$$C_{\text{оборуд}} = 11,97 * 194\% / 100\% = 23,22 \text{ руб.}$$

### 5.2.9 Определение затрат «Цеховые затраты»:

$$C_{\text{цехов.}} = Z_{\text{ос}} \cdot E_{\text{цехов.}} \quad (56)$$

где  $E_{\text{цехов.}} = 183\%$  - коэффициент, учитывающий цеховые затраты. (Таблица 5.1)

$$C_{\text{цехов.}} = 11,97 * 183\% / 100\% = 21,91 \text{ руб.}$$

### 5.2.10 Определение затрат «Инструмент и приспособления»:

$$C_{\text{инн.}} = Z_{\text{ос}} \cdot E_{\text{инн.}} \quad (57)$$

где  $E_{\text{инн.}} = 3\%$  - коэффициент, учитывающий затраты на инструмент и приспособления, (Таблица 5.1)

$$C_{\text{инн.}} = 11,97 * 3\% / 100\% = 0,36 \text{ руб.}$$

### 5.2.11 Определение цеховой себестоимости:

$$C_{\text{цехов. с/с}} = M_{\text{мат}} + П_{\text{изд}} + Z_{\text{топ.}} + Z_{\text{ос}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{стр.в.}} + C_{\text{оборуд.}} + C_{\text{цехов.}} + C_{\text{инн.}} \quad (58)$$

$$C_{\text{цехов. с/с}} = 89,45 + 129,09 + 27,41 + 11,97 + 1,5 + 4,04 + 23,22 + 21,91 + 0,36 = 308,95 \text{ руб.}$$

### 5.2.12 Определение затрат «Транспортно-заготовительные мероприятия»:

$$Z_{\text{транс.}} = M_{\text{мат}} * E_{\text{транс.}} \quad (59)$$

где  $E_{\text{транс.}} = 1,45\%$  - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные затраты, (Таблица. 5.1)

$$Z_{\text{транс.}} = M_{\text{мат}} * E_{\text{транс.}} = 89,45 * 1,45\% = 1,3 \text{ руб.}$$

### 5.2.13 Определение расходов «Общезаводские Затраты»:

$$C_{\text{заводс.}} = Z_{\text{ос}} \cdot E_{\text{заводс.}} \quad (60)$$

где  $E_{\text{заводс.}} = 215\%$  - коэффициент, учитывающий общезаводские затраты.  
(Таблица. 5.1)

$$C_{\text{заводс.}} = 11,97 \cdot 215\% / 100\% = 25,74 \text{ руб.}$$

### 5.2.14 Определение затрат «Прочие производственные нужды»:

$$Z_{\text{проч.}} = Z_{\text{ос}} \cdot K_{\text{проч.}} \quad (61)$$

где  $K_{\text{проч.}} = 12,5\%$  - коэффициент, учитывающий прочие затраты.  
(Таблица. 5.1)

$$Z_{\text{проч.}} = 11,97 \cdot 12,5\% / 100\% = 1,5 \text{ руб.}$$

### 5.2.15 Определение общезаводской себестоимости:

$$C_{\text{заводс. с/с}} = C_{\text{заводс.}} + C_{\text{цехов. с/с}} + C_{\text{транс.}} + Z_{\text{проч.}} \quad (62)$$

$$C_{\text{заводс. с/с}} = 25,74 + 308,95 + 1,3 + 1,5 = 337,49 \text{ руб.}$$

### 5.2.16 Определение расходов «Коммерческие затраты»:

$$C_{\text{коммер.}} = C_{\text{заводс. с/с}} \cdot E_{\text{коммер.}} \quad (63)$$

где  $E_{\text{коммер.}} = 5\%$  - коэффициент, учитывающий коммерческие затраты.  
(Таблица. 5.1)

$$C_{\text{коммер.}} = 337,49 \cdot 5\% / 100\% = 16,87 \text{ руб.}$$

### 5.2.17 Определение полной себестоимости:

$$C_{\text{полн.}} = C_{\text{заводс. с/с}} + C_{\text{коммер.}} \quad (64)$$

$$C_{\text{полн.}} = 337,49 + 16,87 = 354,36 \text{ руб.}$$

5.2.18 Определение отпускной цены для базовой и проектируемой пружины задней подвески:

$$\Pi_{\text{отпуск. б}} = C_{\text{полн. б}} \cdot (1 + K_{\text{рен}}) \quad (65)$$

где  $K_{\text{рен}}$  – коэффициент, учитывающий рентабельность и величину плановых накоплений, %.

Принимаем  $K_{\text{рен}} = 30 \%$ .

$$\Pi_{\text{отпуск. пр}} = \Pi_{\text{отпуск. б}} \quad (66)$$

$$\Pi_{\text{отпуск. б}} = 327,41 * (1 + 0,3) = 425,63 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{отпуск. пр}} = \Pi_{\text{отпуск. б}} = 425,63 \text{ руб.}$$

Расходы на производство базовой и проектируемой пружины задней подвески, а так же сравнительная калькуляция себестоимости базовой и проектируемой пружины задней подвески приведены в таблице 5.3.

Таблица 5. 3.

Название показателей	Краткое обозначение	Траты на одно изделие (база)	Траты на одно изделие (проект)
Затраты на покупку необходимых материалов	М <sub>мат</sub>	86,47	89,45
Затраты на покупку изделий	П <sub>изд</sub>	23,7	27,41
Затраты на топливо и энергию	З <sub>топ.</sub>	122,4	129,09
Основная заработная плата производственных рабочих	З <sub>ос.</sub>	10,35	11,97
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	З <sub>доп.</sub>	1,29	1,5
Перечисления в страховые взносы	С <sub>стр.в.</sub>	3,49	4,04
Затраты на поддержание оборудования в исправном состоянии	С <sub>оборуд</sub>	20,08	23,22
Цеховые затраты	С <sub>цехов.</sub>	18,94	21,91
Затраты на инструмент и приспособления	С <sub>ин.</sub>	0,31	0,36
Цеховая себестоимость	С <sub>цехов.с/с</sub>	287,03	308,95
Затраты на транспортно-заготовительные мероприятия	З <sub>транс.</sub>	1,25	1,3
Общезаводские затраты	С <sub>заводс.</sub>	22,25	25,74
Затраты на прочие производственные нужды	З <sub>проч.</sub>	1,29	1,5
Общезаводская себестоимость	С <sub>заводс.с/с</sub>	311,82	337,49
Коммерческие затраты	С <sub>коммер.</sub>	15,59	16,87
Общая себестоимость изделия	С <sub>полн.</sub>	327,41	354,36
Отпускная цена	Ц <sub>отпуск.</sub>	425,63	425,63

### 5.3 Определение точки безубыточности проекта

Исходными данными для определения точки безубыточности служат данные из таблицы 5.3

Организация должна определить объем продаж, при котором она будет способна покрыть затраты на производство продукции, но не получить прибыль. Для этой цели используют графический и аналитический метод.

Точка безубыточности производства зависит от 3-х основных факторов:

- отпускной цены продукта;
- переменных издержек;
- постоянных издержек.

Для аналитического определения точки безубыточности используется формула:

$$C_{\text{отпуск}} \cdot V_{\text{годов}} = Z_{\text{пос}} + Z_{\text{пер. уд}} \cdot V_{\text{годов}}, \quad (67)$$

где  $C_{\text{отпуск}}$  – цена изделия;

$V_{\text{годов}} = 110\,000$  штук – объем производства продукции;

$Z_{\text{пос}}$  – постоянные издержки;

$Z_{\text{пер. уд}}$  – переменные удельные издержки.

#### 5.3.1 Переменные издержки:

- на одно изделие

$$Z_{\text{пер. уд}} = M_{\text{мат}} + П_{\text{изд}} + Z_{\text{топ.}} + Z_{\text{ос}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{стр.в}} + Z_{\text{транс}}. \quad (68)$$

$$Z_{\text{пер. уд}} = 89,45 + 129,09 + 27,41 + 11,97 + 1,5 + 4,04 + 1,3 = 264,76 \text{ руб.}$$

- на годовую программу выпуска продукции

$$Z_{\text{пер.}} = Z_{\text{пер. уд}} \cdot V_{\text{годов}} \quad (69)$$

$$Z_{\text{пер.}} = 264,76 \cdot 110\,000 = 29\,123\,600 \text{ руб.}$$

#### 5.3.2 Расчет постоянных затрат:

- на одно изделие

$$Z_{\text{пос. уд}} = (C_{\text{оборуд}} + C_{\text{инн.}}) \cdot 0,87 + C_{\text{цехов.}} + C_{\text{заводс.}} + Z_{\text{проч.}} + C_{\text{коммер.}} + A_{\text{мор. уд.}} \quad (70)$$

где  $A_{\text{мор. уд.}}$  – затраты на амортизационные отчисления, руб.;

$$A_{\text{мор. уд.}} = (C_{\text{сод. обор.}} + C_{\text{инстр.}}) \cdot N_A \quad (71)$$

где  $N_{\text{Амор}}$  – норма амортизационных отчислений, %;

Принимаем норму амортизационных отчислений равной  $N_{\text{Амор}} = 13 \%$ .

$$A_{\text{мор. уд.}} = (23,22 + 0,36) \cdot 13 \% / 100 \% = 3,07 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пос. уд}} = (23,22 + 0,36) \cdot 0,87 + 21,91 + 25,74 + 1,5 + 16,87 + 3,07 = 89,6 \text{ руб.}$$

- на годовую программу выпуска продукции

$$Z_{\text{пос.}} = Z_{\text{пос. уд}} \cdot V_{\text{годов}} \quad (72)$$

$$Z_{\text{пос.}} = 89,6 \cdot 110000 = 9\,856\,000 \text{ руб.}$$

5.3.3 Определение общей себестоимости годовой программы выпуска продукции:

$$C_{\text{полн. год.}} = C_{\text{полн.}} \cdot V_{\text{годов}} \quad (73)$$

$$C_{\text{полн. год.}} = 354,36 \cdot 110000 = 38\,979\,600 \text{ руб.}$$

5.3.4 Определение выручки от продажи продукции:

$$\text{Выр.} = C_{\text{отпуск.}} \cdot V_{\text{годов}} \quad (74)$$

$$\text{Выр.} = 425,63 \cdot 110000 = 46\,819\,300 \text{ руб.}$$

5.3.5 Определение маржинального дохода:

$$D_{\text{маржин.}} = \text{Выр.} - Z_{\text{пер.}} \quad (75)$$

$$D_{\text{марж.}} = 46\,819\,300 - 29\,123\,600 = 17\,695\,700 \text{ руб.}$$

5.3.6 Определение критического объема реализации:

$$A_{\text{критич.}} = \frac{Z_{\text{пос.}}}{C_{\text{отпуск.}} - Z_{\text{пер. уд.}}} \quad (76)$$

$$A_{\text{критич.}} = 9\,856\,000 / (425,63 - 264,76) = 61\,300 \text{ штук.}$$

#### 5.4 Определение точки безубыточности производства с помощью графического метода.

Графический метод определения критической точки объема производства проектируемой пружины задней подвески представлен на рисунке 13 (Стоимостные значения даны в руб.).

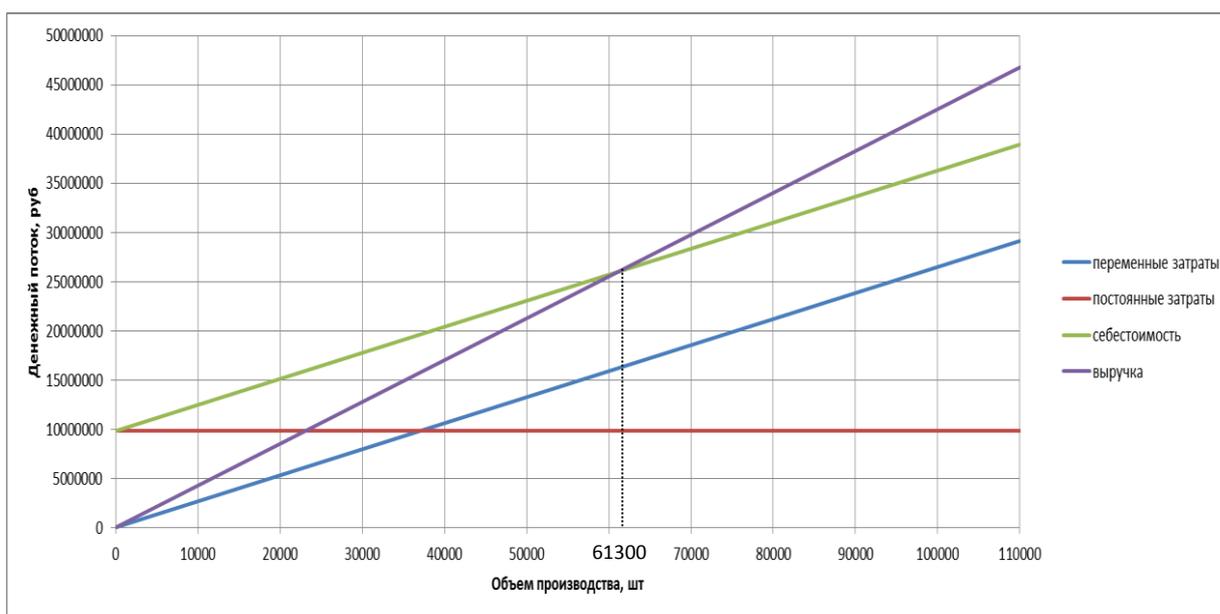


Рисунок 13 - График безубыточности производства.

#### 5.5 Определение коммерческой эффективности

Период эксплуатации нового продукта принимаем равным 5 годам. Значит, объем производства продукции возрастает равномерно с каждым годом на:

$$\Delta_{\text{пр.}i} = \frac{V_{\text{макс}} - A_{\text{критич.}}}{N_{\text{лет}} - 1} \quad (77)$$

где  $V_{\text{макс}} = V_{\text{годов}} = 110\,000$  штук – максимальный объем производства;

$A_{\text{критич.}} = 61\,300$  шт. – критический объем продаж;

$N_{\text{лет}}$  – кол-во лет, с учётом предпроизводственной подготовки, принимаем равными 6 годам.

$$\Delta_{\text{пр.}i} = \frac{110000 - 61300}{6 - 1} = 9740 \text{ штук}$$

Для расчета чистого дохода требуется определить показатели:

### 5.5.1 Выручка по годам (для базового и проектного типа подвески)

$$\text{Выр.}_i = \text{Ц}_{\text{отпуск.}} \cdot V_{\text{пр.}i} \quad (78)$$

где  $V_{\text{пр.}i} = A_{\text{критич.}} + \Delta_i$  – объём реализации в  $i$ -том году.

$$V_{\text{пр.}1} = 61300 + 9740 = 71040 \text{ штук}$$

$$V_{\text{пр.}2} = 71040 + 9740 = 80780 \text{ штук}$$

$$V_{\text{пр.}3} = 80780 + 9740 = 90520 \text{ штук}$$

$$V_{\text{пр.}4} = 90520 + 9740 = 100260 \text{ штук}$$

$$V_{\text{пр.}5} = 100260 + 9740 = 110000 \text{ штук}$$

$$\text{Выр.}_1 = 425,63 \cdot 71040 = 30236755,2 \text{ руб.}$$

$$\text{Выр.}_2 = 425,63 \cdot 80780 = 34382391,4 \text{ руб.}$$

$$\text{Выр.}_3 = 425,63 \cdot 90520 = 38528027,6 \text{ руб.}$$

$$\text{Выр.}_4 = 425,63 \cdot 100260 = 42673663,8 \text{ руб.}$$

$$\text{Выр.}_5 = 425,63 \cdot 110000 = 46819300 \text{ руб.}$$

5.5.2 Переменные затраты по годам (для базового и проектного типов подвесок):

$$Z_{\text{пер.}i} = Z_{\text{пер.уд.}} \cdot V_{\text{пр.}i} \quad (79)$$

$$Z_{\text{пер.}1 \text{ пр.}} = 264,76 \cdot 71040 = 18808550,4 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пер.}2 \text{ пр.}} = 264,76 \cdot 80780 = 21387312,8 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пер.}3 \text{ пр.}} = 264,76 \cdot 90520 = 23966075,2 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пер.}4 \text{ пр.}} = 264,76 \cdot 100260 = 26544837,6 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пер.}5 \text{ пр.}} = 264,76 \cdot 110000 = 29123600 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пер.}1 \text{ б.}} = 248,95 \cdot 71040 = 17685408 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{пер.2 б.}} = 248,95 * 80\,780 = 20\,110\,181 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{пер.3 б.}} = 248,95 * 90\,520 = 22\,534\,954 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{пер.4 б.}} = 248,95 * 100\,260 = 24\,959\,727 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{пер.5 б.}} = 248,95 * 110\,000 = 27\,384\,500 \text{ руб.}$$

5.5.3 Амортизационные отчисления (для проектного типа подвески):

$$A_{\text{мор}} = A_{\text{мор.уд.}} \cdot V_{\text{годов}} \quad (80)$$

$$A_{\text{мор}} = 3,07 * 110\,000 = 337\,700 \text{ руб.}$$

5.5.3 Общая себестоимость по годам (для базового и проектного типов подвесок)

$$C_{\text{полн.i}} = З_{\text{пер.i}} + З_{\text{пос.}} \quad (81)$$

$$C_{\text{полн.1 пр.}} = 18\,808\,550,4 + 9\,856\,000 = 28\,664\,550,4 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн.2 пр.}} = 21\,387\,312,8 + 9\,856\,000 = 31\,243\,312,8 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн.3 пр.}} = 23\,966\,075,2 + 9\,856\,000 = 33\,822\,075,2 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн.4 пр.}} = 26\,544\,837,6 + 9\,856\,000 = 36\,400\,837,6 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн.5 пр.}} = 29\,123\,600 + 9\,856\,000 = 38\,979\,600 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн.1 б.}} = 17\,685\,408 + 8\,636\,100 = 26\,321\,508 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн.2 б.}} = 20\,110\,181 + 8\,636\,100 = 28\,746\,281 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн.3 б.}} = 22\,534\,954 + 8\,636\,100 = 31\,171\,054 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн.4 б.}} = 24\,959\,727 + 8\,636\,100 = 33\,595\,827 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн.5 б.}} = 27\,384\,500 + 8\,636\,100 = 36\,020\,600 \text{ руб.}$$

5.5.4 Налогооблагаемая прибыль по годам

$$П_{\text{риб.об.i}} = (B_{\text{ыр. п.i}} - C_{\text{полн.п.i}}) \quad (82)$$

$$П_{\text{риб.об.1.пр.}} = (30\,236\,755,2 - 28\,664\,550,4) = 1\,572\,204,8 \text{ руб.}$$

$$\text{Приб.об.2.пр.} = (34\,382\,391,4 - 31\,243\,312,8) = 3\,139\,078,6 \text{ руб.}$$

$$\text{Приб.об.3.пр.} = (38\,528\,027,6 - 33\,822\,075,2) = 4\,705\,952,4 \text{ руб.}$$

$$\text{Приб.об.4.пр.} = (42\,673\,663,8 - 36\,400\,837,6) = 6\,272\,826,2 \text{ руб.}$$

$$\text{Приб.об.5.пр.} = (46\,819\,300 - 38\,979\,600) = 7\,839\,700 \text{ руб.}$$

$$\text{Приб.об.1.б.} = (30\,236\,755,2 - 26\,321\,508) = 3\,915\,247,2 \text{ руб.}$$

$$\text{Приб.об.2.б.} = (34\,382\,391,4 - 28\,746\,281) = 5\,636\,110,4 \text{ руб.}$$

$$\text{Приб.об.3.б.} = (38\,528\,027,6 - 31\,171\,054) = 7\,356\,973,6 \text{ руб.}$$

$$\text{Приб.об.4.б.} = (42\,673\,663,8 - 33\,595\,827) = 9\,077\,836,8 \text{ руб.}$$

$$\text{Приб.об.5.б.} = (46\,819\,300 - 36\,020\,600) = 10\,798\,700 \text{ руб.}$$

5.5.5 Налог на прибыль – 20% от налогооблагаемой прибыли по годам:

$$N_{\text{приб.}i} = \text{Приб.об.}i \cdot 0,2 \quad (83)$$

$$N_{\text{приб.}1.\text{пр.}} = 1\,572\,204,8 * 0,2 = 314\,440,96 \text{ руб.}$$

$$N_{\text{приб.}2.\text{пр.}} = 3\,139\,078,6 * 0,2 = 627\,815,72 \text{ руб.}$$

$$N_{\text{приб.}3.\text{пр.}} = 4\,705\,952,4 * 0,2 = 941\,190,48 \text{ руб.}$$

$$N_{\text{приб.}4.\text{пр.}} = 6\,272\,826,2 * 0,2 = 1\,254\,565,24 \text{ руб.}$$

$$N_{\text{приб.}5.\text{пр.}} = 7\,839\,700 * 0,2 = 1\,477\,940 \text{ руб.}$$

$$N_{\text{приб.}1.\text{б.}} = 3\,915\,247,2 * 0,2 = 783\,049,44 \text{ руб.}$$

$$N_{\text{приб.}2.\text{б.}} = 5\,636\,110,4 * 0,2 = 1\,127\,222,08 \text{ руб.}$$

$$N_{\text{приб.}3.\text{б.}} = 7\,356\,973,6 * 0,2 = 1\,471\,394,72 \text{ руб.}$$

$$N_{\text{приб.}4.\text{б.}} = 9\,077\,836,8 * 0,2 = 1\,815\,567,36 \text{ руб.}$$

$$N_{\text{приб.}5.\text{б.}} = 10\,798\,700 * 0,2 = 2\,159\,740 \text{ руб.}$$

5.5.6 Чистая прибыль по годам:

$$\text{Приб.чис.}i = \text{Приб.об.}i - N_{\text{приб.}i} \quad (84)$$

$$\begin{aligned} \text{Приб.чис.1.пр.} &= 1\,572\,204,8 - 314\,440,96 = 1\,257\,763,84 \text{ руб.} \\ \text{Приб.чис.2.пр.} &= 3\,139\,078,6 - 627\,815,72 = 2\,511\,262,88 \text{ руб.} \\ \text{Приб.чис.3.пр.} &= 4\,705\,952,4 - 941\,190,48 = 3\,764\,761,92 \text{ руб.} \\ \text{Приб.чис.4.пр.} &= 6\,272\,826,2 - 1\,254\,565,24 = 5\,018\,260,96 \text{ руб.} \\ \text{Приб.чис.5.пр.} &= 7\,839\,700 - 1\,477\,940 = 6\,361\,760 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Приб.чис.1.б.} &= 3\,915\,247,2 - 783\,049,44 = 3\,132\,197,76 \text{ руб.} \\ \text{Приб.чис.2.б.} &= 5\,636\,110,4 - 1\,127\,222,08 = 4\,508\,888,32 \text{ руб.} \\ \text{Приб.чис.3.б.} &= 7\,356\,973,6 - 1\,471\,394,72 = 5\,885\,578,88 \text{ руб.} \\ \text{Приб.чис.4.б.} &= 9\,077\,836,8 - 1\,815\,567,36 = 7\,262\,269,44 \text{ руб.} \\ \text{Приб.чис.5.б.} &= 10\,798\,700 - 2\,159\,740 = 8\,638\,960 \text{ руб.} \end{aligned}$$

#### 5.5.7 Расчет эффекта от возрастания срока службы разрабатываемого продукта

При движении автомобиля по дорогам с асфальтовым покрытием прогнозируется снижение износа пружин задней подвески конусной формы, по сравнению со стандартными. По данным СТО «Транспортного управления» АвтоВАЗа пробег автомобиля до замены пружин задней подвески увеличится с 120 тысяч километров до 200 тысяч километров. При этом прибыль, получаемая от уменьшения расходов на эксплуатацию рассчитывается с помощью формулы:

$$\text{Приб.ожид.}i = (\text{Ц}_{\text{отпуск.б.}} \cdot \text{Д}_{\text{пр}} / \text{Д}_{\text{б}} - \text{Ц}_{\text{отпуск.пр.}}) V_{\text{пр.}i}, \quad (85)$$

где  $\text{Д}_{\text{пр}}$  и  $\text{Д}_{\text{б}}$  - долговечность (пробег до замены) базового и проектируемого продукта.

$$\text{Приб.ожид.1} = (425,63 \cdot 200000 / 120000 - 425,63) \cdot 71\,040 = 20\,157\,836,8 \text{ руб.}$$

$$\text{Приб.ожид.2} = (425,63 \cdot 200000 / 120000 - 425,63) \cdot 80\,780 = 22\,921\,594,23 \text{ руб.}$$

$$\text{Приб.ожид.3} = (425,63 \cdot 200000 / 120000 - 425,63) \cdot 90\,520 = 25\,685\,341,73 \text{ руб.}$$

$P_{\text{риб.ожид.4}} = (425,63 \cdot 200000 / 120000 - 425,63) \cdot 100\,260 = 28\,449\,109,2$   
руб.

$P_{\text{риб.ожид.5}} = (425,63 \cdot 200000 / 120000 - 425,63) \cdot 110\,000 = 31\,212\,866,67$   
руб.

5.5.8 Значит текущий чистый доход по годам составит:

$$ЧД_{\text{год}i} = P_{\text{риб.чис.і.пр.}} - P_{\text{риб.чис.і.б.}} + A_{\text{мор}} + P_{\text{риб.ожид.і}} \quad (86)$$

$ЧД_{\text{год}1} = 1\,257\,763,84 - 3\,132\,197,76 + 337\,700 +$   
 $20\,157\,836,8 = 18\,621\,102,88$ руб.

$ЧД_{\text{год}2} = 2\,511\,262,88 -$   
 $4\,508\,888,32 + 337\,700 + 22\,921\,594,23 = 21\,261\,668,79$ руб.

$ЧД_{\text{год}3} = 3\,764\,761,92 -$   
 $5\,885\,578,88 + 337\,700 + 25\,685\,341,73 = 23\,902\,224,77$ руб.

$ЧД_{\text{год}4} = 5\,018\,260,96 -$   
 $7\,262\,269,44 + 337\,700 + 28\,449\,109,2 = 26\,542\,800,72$ руб.

$ЧД_{\text{год}5} = 6\,361\,760 - 8\,638\,960 + 337\,700 + 31\,212\,866,67 = 29\,273\,366,67$ руб.

5.5.9 Дисконтирование денежного потока

Осуществляется дисконтирование путем умножения значений денежного потока на коэффициент дисконтирования, который рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{\text{дис.і}} = \frac{1}{(1 + K_{\text{рен.}})^t} \quad (87)$$

где  $K_{\text{рен.}}$  – коэффициент рентабельности;  $K_{\text{рен.}} = 10\%$  ;

$t$  – год, для которого производится расчет

$$\alpha_{\text{дис.1}} = 0,909$$

$$\alpha_{\text{дис.2}} = 0,826$$

$$\alpha_{\text{дис.3}} = 0,751$$

$$\alpha_{\text{дис.4}} = 0,683$$

$$\alpha_{\text{дис.5}} = 0,621$$

5.5.10 Чистый дисконтированный поток реальных денег:

$$\text{ЧДД}_{\text{р.д.}i} = \text{ЧД}_{\text{годи}} \cdot \alpha_{\text{дис.}i} \quad (88)$$

$$\text{ЧДД}_{\text{р.д.1}} = 18\,621\,102,88 \cdot 0,909 = 16\,926\,582,52 \text{ руб.}$$

$$\text{ЧДД}_{\text{р.д.2}} = 21\,261\,668,79 \cdot 0,826 = 17\,562\,154,94 \text{ руб.}$$

$$\text{ЧДД}_{\text{р.д.3}} = 23\,902\,224,77 \cdot 0,751 = 17\,950\,570,8 \text{ руб.}$$

$$\text{ЧДД}_{\text{р.д.4}} = 26\,542\,800,72 \cdot 0,683 = 18\,128\,732,89 \text{ руб.}$$

$$\text{ЧДД}_{\text{р.д.5}} = 29\,273\,366,67 \cdot 0,621 = 18\,178\,760,7 \text{ руб.}$$

5.5.11 Общий чистый дисконтированный доход за исследуемый период:

$$\Sigma \text{ЧДД}_{\text{об}} = \Sigma \text{ЧДД}_{\text{р.д.}i} \quad (89)$$

$$\Sigma \text{ЧДД}_{\text{об}} = 16\,926\,582,52 + 17\,562\,154,94 + 17\,950\,570,8 + 18\,128\,732,89$$

+

$$+ 18\,178\,760,7 = 88\,746\,801,85 \text{ руб.}$$

5.5.12 Определение потребности в капиталобразующих инвестициях осуществляется при помощи формулы:

$$J_{\text{обр}} = K_{\text{инвест.}} \cdot \Sigma C_{\text{полн.пр.}i} \quad (90)$$

где  $K_{\text{инвест.}} = 45\%$  – коэффициент, характеризующий капиталобразующие инвестиции.

$$J_{\text{обр}} = 0,45 * (28\,664\,550,4 + 31\,243\,312,8 + 33\,822\,075,2 + 36\,400\,837,6 + 38\,979\,600) = 0,45 * (169\,110\,376) = 76\,099\,669,2 \text{ руб.}$$

5.5.13 Индекс доходности производства:

$$JD_{\text{дох}} = \frac{\sum \text{ЧДД}_{\text{об}}}{J_{\text{обр}}} \quad (91)$$

$$JD_{\text{дох}} = \frac{88\,746\,801,85}{76\,099\,669,2} = 1,2$$

5.5.14 Срок, за который проект окупится:

$$T_{\text{ок.}i} = \frac{J_{\text{обр}}}{\sum \text{ЧДД}_{\text{об}}} \quad (92)$$

$$T_{\text{ок.}i} = \frac{76\,099\,669,2}{88\,746\,801,85} = 0,86$$

5.5.15 Чистый дисконтированный доход

$$\text{ЧДД}_{\text{чист}} = \sum \text{ЧДД}_{\text{об}} - J_{\text{обр}} \quad (93)$$

$$\text{ЧДД}_{\text{чист}} = 88\,746\,801,85 - 76\,099\,669,2 = 12\,647\,132,65 \text{ руб.}$$

Определение экономической эффективности разрабатываемой задней подвески приведено в таблице 5.4

Таблица 5.4

Название показателей	Годы производства продукции					
	0	I	II	III	IV	V
1	2	3	4	5	6	7
Объем реализации		71040	80780	90520	100260	110000
Отпускная цена за одно изделие Цотпуск.,(руб.)		425,63				
Выручка от реализации, (руб.)		30236755,2	34382391,4	38528027,6	42673663,8	46819300
Переменные расходы (руб) $Z_{\text{пер.б.}}$		17685408	20110181	22534954	24959727	27384500
$Z_{\text{пер.пр.}}$		18808550,4	21387312,8	23966075,2	26544837,6	29123600
Затраты на амортизацию, $A_{\text{мор}}$		337700				
Постоянные расходы, (руб) $Z_{\text{пос.б.}}$		8636100				
$Z_{\text{пос.пр.}}$		9856000				
Общая себестоимость изделия, (руб) $C_{\text{полн.б.}}$		26321508	28746281	31171054	33595827	36020600
$C_{\text{полн.пр.}}$		28664550,4	31243312,8	33822075,2	36400837,6	38979600
Чистая прибыль от реализации продукции, (руб.) $P_{\text{риб.чис.б.}}$		3132197,76	4508888,32	5885578,88	7262269,44	8638960
$P_{\text{риб.чис.пр.}}$		1257763,84	2511262,88	3764761,92	5018260,96	6361760
Общественная эффективность от модернизации, (руб.)		20157836,8	22921594,23	25685341,73	28449109,2	31212866,67
Чистый поток реальных денег, (руб.) $ЧД_{\text{год}}$		18621102,88	21261668,79	23902224,77	26542800,72	29273366,67
Коэффициент дисконтирования $\alpha_i$		0,909	0,826	0,751	0,683	0,621

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6	7
Чистый дисконтированный поток реальных денег, (руб.) ЧДД <sub>р.д.</sub>		16926582,52	17562154,94	17950570,8	18128732,89	18178760,7
Инвестиции, образующие начальный капитал (руб.) J <sub>обр</sub>	76099669,2					
Общий чистый дисконтированный поток реальных денег, (руб.) ΣЧДД <sub>об</sub>		88746801,85				
Индекс доходности производства JД <sub>дох</sub>		1,2				
Срок, за который проект окупится, Ток., год		0,86				
Чистый дисконтированный доход, (руб.) ЧДД <sub>чист.</sub>		12647132,65				

График, иллюстрирующий соотношения между объемом изготовления продукции и доходом от реализации показан на рисунке 14

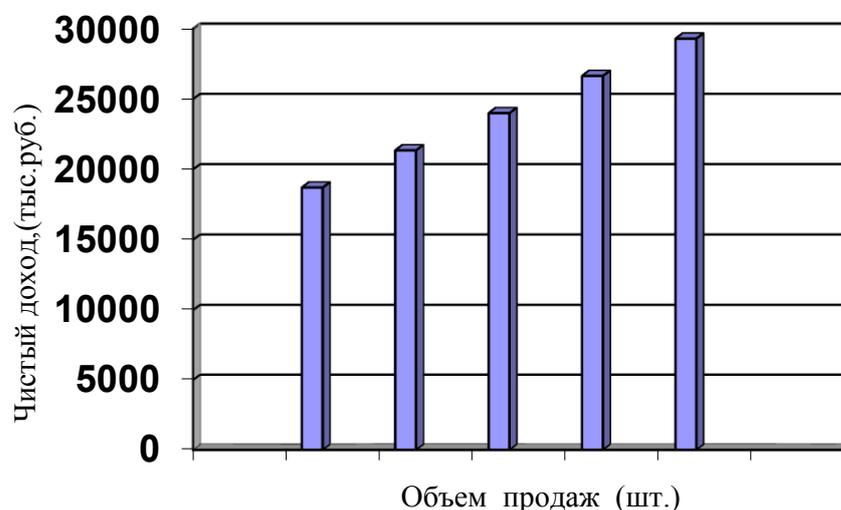


Рисунок 14 - График соотношения между объемом изготовления продукции и доходом от реализации.

### 5.6 Анализ полученных экономических показателей и выводы.

В представленном экономическом разделе дипломного проекта рассчитанные показатели разработанной новой задней подвески автомобиля Лада Гранта увеличивают затраты на производство и реализацию. В сфере эксплуатации прогнозируется уменьшение износа конических пружин задней подвески, а так же всех элементов задней подвески.

Критический объем производства равен 61 300 штук, при данном объеме реализации предприятие покрывает затраты на производство продукции, а при достижении объема реализации в 110 000 штук предприятие получает чистый доход, равный 29 273 366,67 руб.

Основным показателем, на которые следует обратить внимание, при принятии решения об инвестировании является чистый дисконтированный доход, он положителен и составляет 88 746 801,85 руб., а значит проект можно считать эффективным.

Так же следует обратить внимание на индекс доходности- она равен 1,2, а это значит, что данный проект малорискованный.

Инвестиции, вложенные в этот проект должны окупиться за срок около 10 месяцев.

Исходя из результатов расчетов, приведенных выше можно сделать вывод о целесообразности внедрения разрабатываемой подвески автомобиля Лада Гранта в производство.

## 6 Безопасность и экологичность технического объекта

6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.

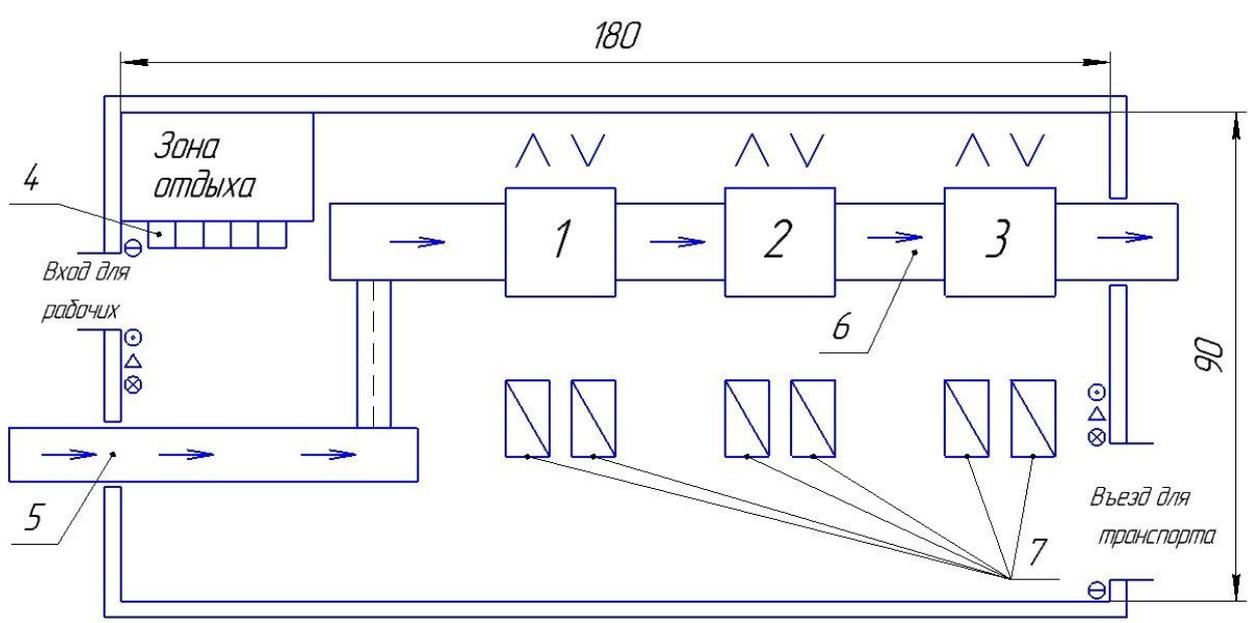
В данном подразделе рассматриваются такие вопросы как:

- Подробный анализ расположения рабочего места в цехе. В него входят расстановка необходимого оборудования, обозначение дверных проёмов, и соответственно рабочие места;

- Описание оборудования, станков и инструментов.

Сборочный цех расположен в зоне обрабатывающих цехов. Его располагают вблизи заготовительных цехов. Цех сборки оборудован системой вентиляции и отопления: применяется система общеобменной приточновытяжной вентиляции и система воздушного отопления.

Эскиз рабочего участка представлен на рисунке 15



1, 2, 3 - Стенд сборки; 4 – Документация; 5 – цепной конвейер;

6 – ленточный конвейер; 7 - Контейнер с деталями.

Рисунок 15 - Эскиз рабочего участка.

Виды работ, выполняемые на участке:

1) Сборочная (Установка кронштейнов рычагов подвески);

2) Сборочная (Сборки и установка амортизатора задней подвески на штатное место);

3) Сборочная (Окончательная сборка подвески)

Список инструментов, используемых при сборке задней подвески:

1) Пневматический гайковерт модели FUBAG IW900 (производство Германия);

2) Спецключ для снятия и установки стоек амортизаторов (производство Россия);

3) Ключ гаечный S-19 (производство Россия);

4) Ключ гаечный S-10 (производство Россия);

В целях уменьшения запыленности, загазованности и шума контейнеры с деталями поступают при помощи электропогрузчика. Все детали, привозимые в контейнерах, рассортированы отдельно для каждой сборочной операции. Путь доставки деталей указан на эскизе рабочего участка (рис. 6.1). Согласно ГОСТ 12.3.020-80. ССБТ. «Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности», подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2-х раз в час) составляет до 15 и 10 кг для мужчин и женщин соответственно (оптимальная физическая нагрузка). Масса задней подвески в сборе составляет 25 кг, в связи с этим для перемещения используется ленточный конвейер, от одной операции и далее к следующей. Первоначальным этапом на оснастку ленточного конвейера рабочим устанавливается только балка задней подвески весом 13 кг, что соответствует правилам ОТ, т.к рабочий поднимает предельно допустимый вес детали. Дальнейшее перемещение коробки передач осуществляется прерывным потоком, что определяет требуемое время для сборки на каждой операции. Момент затяжки гаек 15...55 Н\*м. Собранный задняя подвеска, также по ленточному конвейеру, поступает в следующий отдел сборки.

Технологический паспорт проектируемой подвески приведен в таблице

6.1:

Таблица 6.1

Технологический процесс	Вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего операцию	Оборудование	Материалы, вещества
Сборка задней подвески	Сборочная	Слесарь МСР	Стенд сборки	Металл
	Сборочная	Слесарь МСР	Стенд сборки	Металл
	Сборочная	Слесарь МСР	Стенд сборки	Металл

### 6.2 Идентификация профессиональных рисков.

При выполнении производственных работ человек использует различные инструменты, механизмы, материалы. Применительно к рассматриваемому технологическому процессу подробно рассмотрим опасные или вредные факторы и источник их возникновения.

Идентификация профессиональных рисков приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2

Вид выполняемых работ	Опасный вредный производственный фактор	Источник опасного вредного производственного фактора
Сборочная	Острые кромки, заусенцы.	Детали задней подвески.
	Монотонность труда.	Утомление, усталость, нагрузка на ноги.
	Перенапряжение зрительных рецепторов.	Эмоциональное напряжение.
	Повышенный уровень шума, вибраций.	Пневматический гайковерт.

### 6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.

Мероприятия по обеспечению безопасности на производстве подразделяют на два основных типа:

- Индивидуальные мероприятия, к которым относятся средства по обеспечению индивидуальной защиты;

- Коллективные, к которым относятся мероприятия по обучению персонала использованию устройств, применение мероприятий по пожаробезопасности, электробезопасности и т. д.

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

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

Методы и средства снижения профессиональных рисков приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3

Опасный вредный производственный фактор	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения или полного устранения опасного вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Острые кромки, заусенцы.	Блокировочные устройства (механические, электрические, фотоэлектрические, радиационные, гидравлические, пневматические, комбинированные) исключают возможность проникновения человека в опасную зону, либо устраняют опасный фактор на время пребывания человека в этой зоне.	Спецодежда, спецобувь.
Перенапряжение зрительных рецепторов; Монотонность труда.	Все виды технологического оборудования должны быть удобны для сборки, уборки, транспортировки и управления ими в работе. При выполнении трудоёмких и монотонных работ правильная организация отдыха имеет большое значение для восстановления работоспособности, т.е. должны быть предусмотрены перерывы. Для рабочих устраивают специальные места отдыха, расположенные недалеко от мест работы, снабжённые вентиляцией, питьевой водой и т.п.	
Повышенный уровень шума, вибраций.	Вкладыши, наушники, виброперчатки.	

#### 6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.

Согласно НПБ 105-95, предусматривается категорирование промышленных и складских помещений, зданий и сооружений по взрывопожарной опасности. Рассматриваемому производственному участку присваивается категория «Д» - пожары, связанные с воспламенением и горением металлов. На объектах категории «Д» возникновение отдельных пожаров будет зависеть от степени огнестойкости зданий, а образование сплошных пожаров – от плотности застройки.

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

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

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

Идентификация классов и опасных факторов пожара приведена в таблице 6.4.

Таблица 6.4

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Сборочный цех.	Стенд сборки;	Д	Повышенная температура окружающей среды.	Замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части оборудования.

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приведены в таблице 6.5.

Таблица 6.5

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушитель-ОЖ7.  ⊙	Пожарные авто.	Водяные, пенные системы пожаротушения.  ∨	Технические средства оповещения и управления эвакуацией.  Λ	Пожарный гидрант.  Δ	Респиратор, каска пожарная, противогаз.	Пожарный крюк, топор, лом.  ⊗	Ручной, тепловой пожарный извещатель.  ⊖

Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.6

Наименование технологического процесса	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Сборка задней подвески	Назначение должностных лиц, ответственных за пожарную безопасность в цехе.	Должны обеспечивать своевременное выполнение требований пожарной безопасности, создавать и содержать в установленном порядке норм, перечней на которых создается пожарная охрана.
	Установление противопожарного режима.	Должны быть определены и оборудованы места для курения; Допустимое количество одновременно находящейся готовой продукции; Порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара; Порядок и сроки противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму.
	Обучение работников правилам пожарной безопасности.	Инструктаж должен проводиться со всеми работниками.

## 6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.

Идентификация негативных экологических факторов технического объекта приведена в таблице 6.7.

Таблица 6.7

Наименование технического объекта	Структурные составляющие технического объекта	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
Задняя подвеска	Балка, пружины, стойки амортизаторов	Утечка паров азота из амортизаторов	Протекание масла	

Организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду приведены в таблице 6.8.

Таблица 6.8

Наименование технического объекта	Задняя подвеска
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	В разрабатываемой задней подвеске предполагается применение более современных и герметичных уплотнений и сальников, что должно привести к исключению возможности утечки паров азота и протечки масла.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	

6.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика производственно-технологического процесса сборки задней подвески, перечислены виды выполняемых работ, используемое производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование.

Проведена идентификация возникающих профессиональных рисков по осуществляемому производственно-технологическому процессу, выполняемым технологическим операциям, видам производимых основных работ. В качестве опасных и вредных производственно-технологических факторов идентифицированы следующие: острые кромки и заусенцы, перенапряжение зрительных рецепторов, монотонность труда.

Разработаны организационно-технические мероприятия для снижения профессиональных рисков. Подобраны конкретные, технически обоснованные средства индивидуальной защиты для работников, осуществляющих производственно-технологический процесс.

Разработаны организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара с разработкой организационных мер по обеспечению пожарной безопасности.

Идентифицированы негативные экологические факторы, связанные с реализацией производственно-технологического процесса и разработаны соответствующие организационно-технические мероприятия по обеспечению экологической безопасности на заданном техническом объекте.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной работы являлось улучшение плавности хода переднеприводного легкового автомобиля 2ого класса путем модернизации задней подвески. Чтобы достигнуть данную цель были выполнены следующие работы:

- определены назначение, классификация подвески автомобиля и предъявляемые к ней требования;
- выполнен обзор конструкций подвесок и обозначены тенденции их развития;
- выполнен тягово-динамический расчет переднеприводного легкового автомобиля 2ого класса;
- выбран и обоснован проектируемый вариант конструкции задней подвески, который заключается в замене стандартной пружины задней подвески на пружину с нелинейной упругой характеристикой;
- выполнен расчет упругой характеристики задней подвески;
- выполнен расчет параметров пружины задней подвески.
- Разработана технологическая схема сборки задней подвески
- Сделан вывод о целесообразности внедрения проектируемой конструкции задней подвески в производство
- Разработаны организационно-технические мероприятия для снижения профессиональных рисков на производстве, а так же разработаны организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

- 1 Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля [Текст] / Тольятти: ТолПИ, 2001. – 40с.
- 2 Гришкевич, А.И. Автомобили. Теория [Текст] / Высш. шк., 1986. – 208с.
- 3 Тарасик, В.П. Теория движения автомобиля : Учебник для вузов [Текст] / СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 478с.:ил.
- 4 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.2. [Текст] / Машиностроение, 1978.-912 с.
- 5 Успенский, И.Н. Проектирование подвески автомобиля [Текст] / Машиностроение 1976-168с.
- 6 Раймпель, Й. Шасси автомобиля [Текст] / Й. Раймпель. – М.: Машиностроение, 1983.-356 с.
- 7 Васильев, Б.С. Автомобильный справочник [Текст] / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов– М.: Машиностроение, 2004.-704 с.
- 8 Соломахин, Ю.В., Александрова, Л.И. Эксплуатационные свойства автомобилей [Текст].
- 9 Кузнецов, В.А., Дьяков, И.Ф. Конструирование и расчет автомобиля. Подвеска автомобиля [Текст].
- 10 Острецов, А.В., Красавин, П.А., Воронин, В.В., Павлова, Л.А., Автомобильные подвески [Текст].
- 11 Раймпель, И. Шасси автомобиля [Текст] / Машиностроение, 1987.-232с.
- 12 Раскин, А.М., Яшин, А.Ф. Основы расчета и указания к курсовому проектированию агрегатов шасси автомобиля [Текст] / Саратов: Ротапринт, 1975.-68с.
- 13 Родионов, В. Ф., Фиттерман, Б. М. Легковые автомобили. “Машиностроение” [Текст] / М,1971
- 14 Фчеркан, Н. С. Детали машин. Справочник [Текст] / Т.3. М. 1969

15 Чайковский, И.П., Саломатин, П.А. Рулевые управления автомобилей [Текст] / Машиностроение, 1987.-176с.

16 Черемисин, А.С. Разработка технологических процессов сборки в автостроении. Методические указания к технологической части дипломного проекта для студентов спец. «Автомобиле- и тракторостроение» [Текст] / Тольятти: ТГУ, 2005г.

17 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве [Текст] / Тольятти: ТолПИ, 2000.-79с.

18 Шуминов, А.И. Охрана труда в машиностроении: Сборник нормативно-технических документов 2 томах. Том 2 [Текст] / Машиностроение, 990. - 352 с .

19 Капрова, В.Г. Техничко-экономическое обоснование дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений для студентов спец. “Автомобиле- и тракторостроение” [Текст] / Тольятти: ТГУ, 2005.

20 Des Hammill. Suspension & Brakes [Текст] / 2008.

21 Daniel Stapleton. How to Plan and Build a Fast Road Car [Текст] / 2004.

22 Sergio M. Savaresi, Charles Poussot-Vassal, Cristiano Spelta, Olivier Sename, Luc Dugard. Semi-Active Suspension Control Design for Vehicles[Текст] / 2010.

23 John Dixon. Suspension Analysis and Computational Geometry [Текст] / 2009 г.

24 James Hale. How To Modify Volkswagen Chassis, Suspension & Brakes [Текст] / 2004 г.

25 Colin Campbell. Automobile Suspensions [Текст] / 2012.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

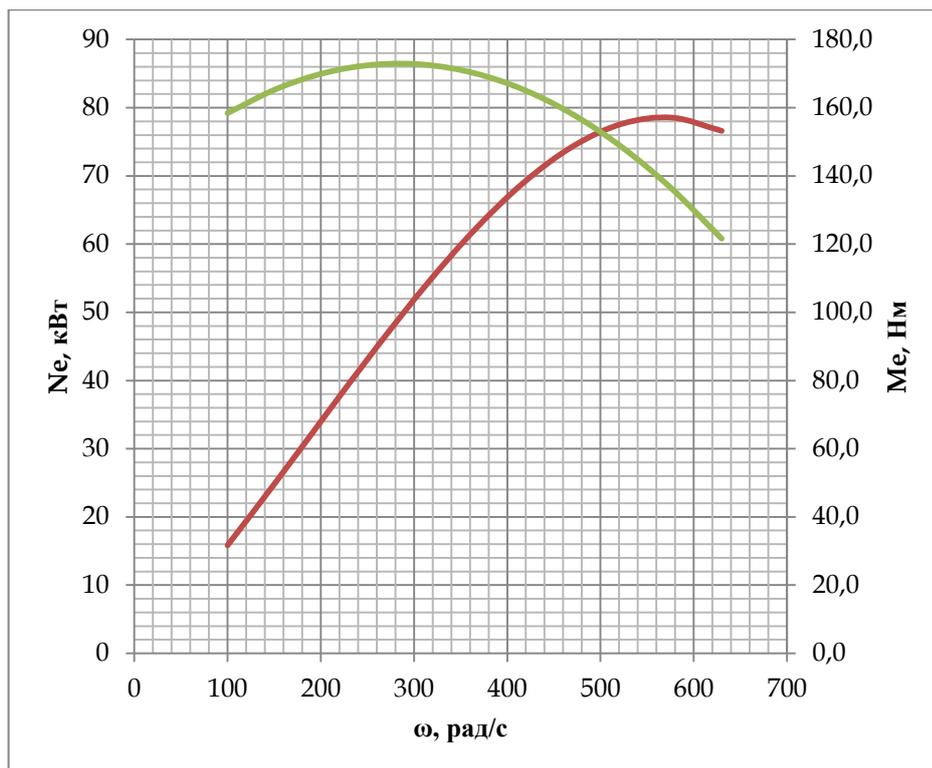


Рисунок А.1- Внешнескоростная характеристика двигателя

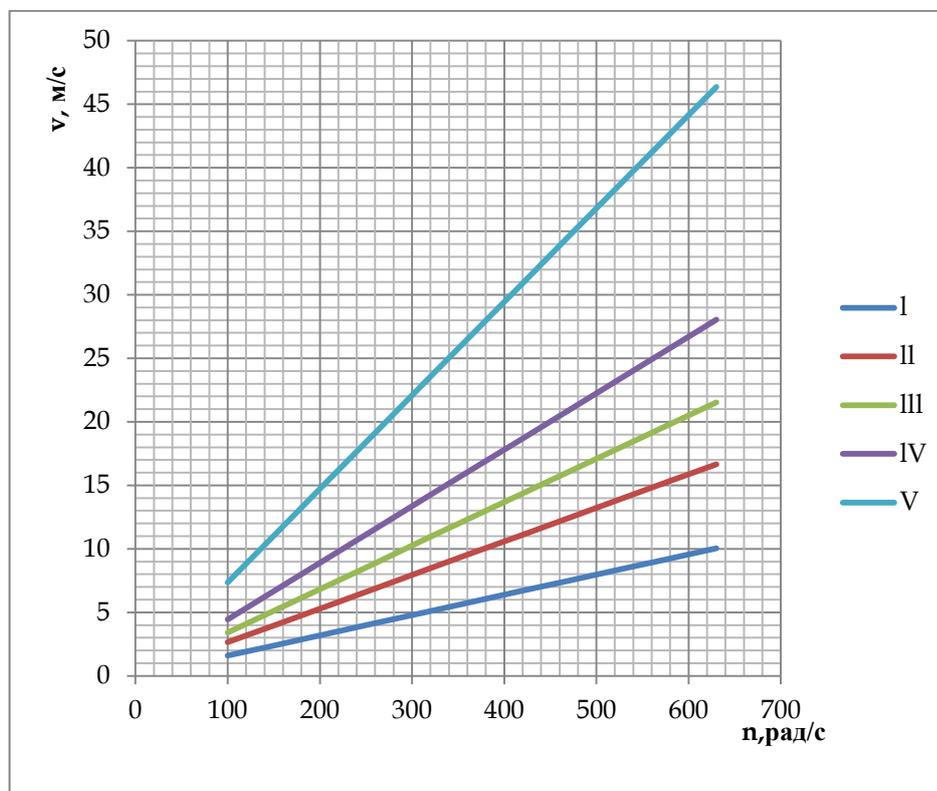


Рисунок А.2- Скорость автомобиля на разных передачах

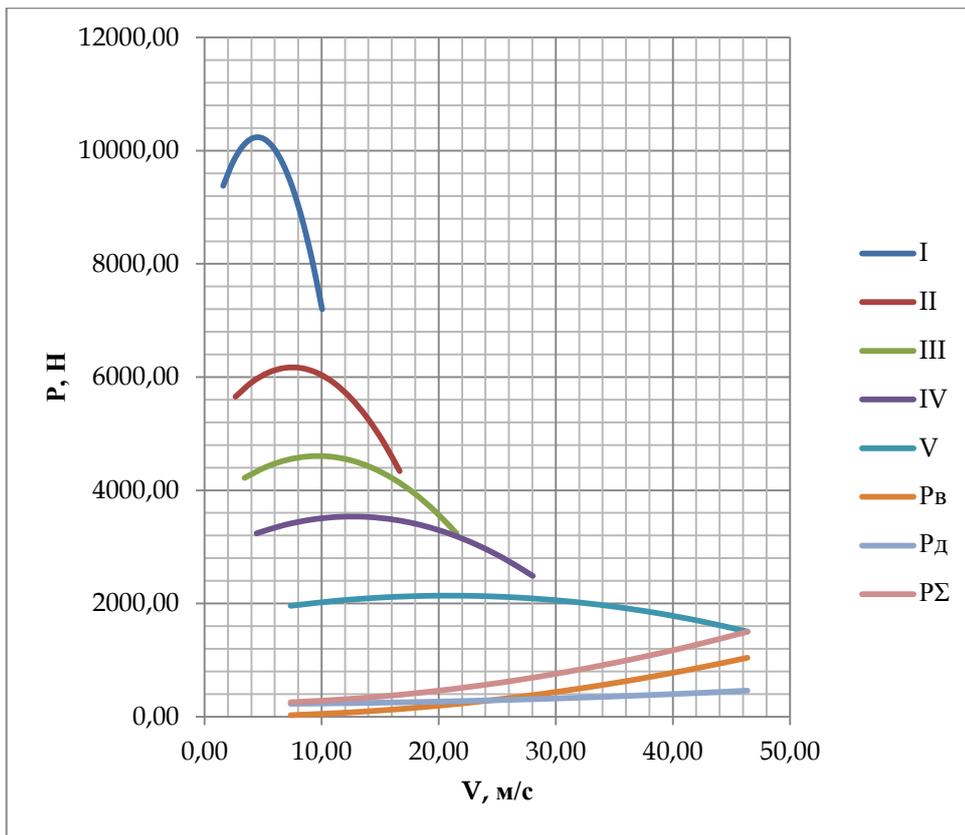


Рисунок А.3- Силовой баланс

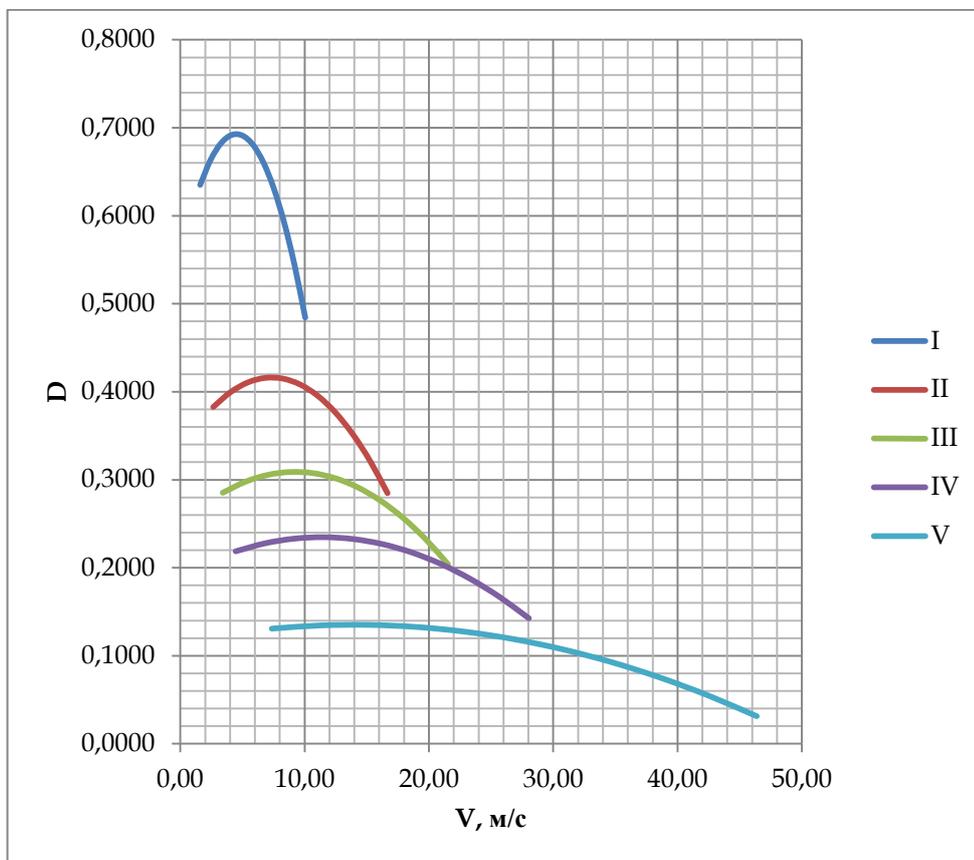


Рисунок А.4- Динамический фактор

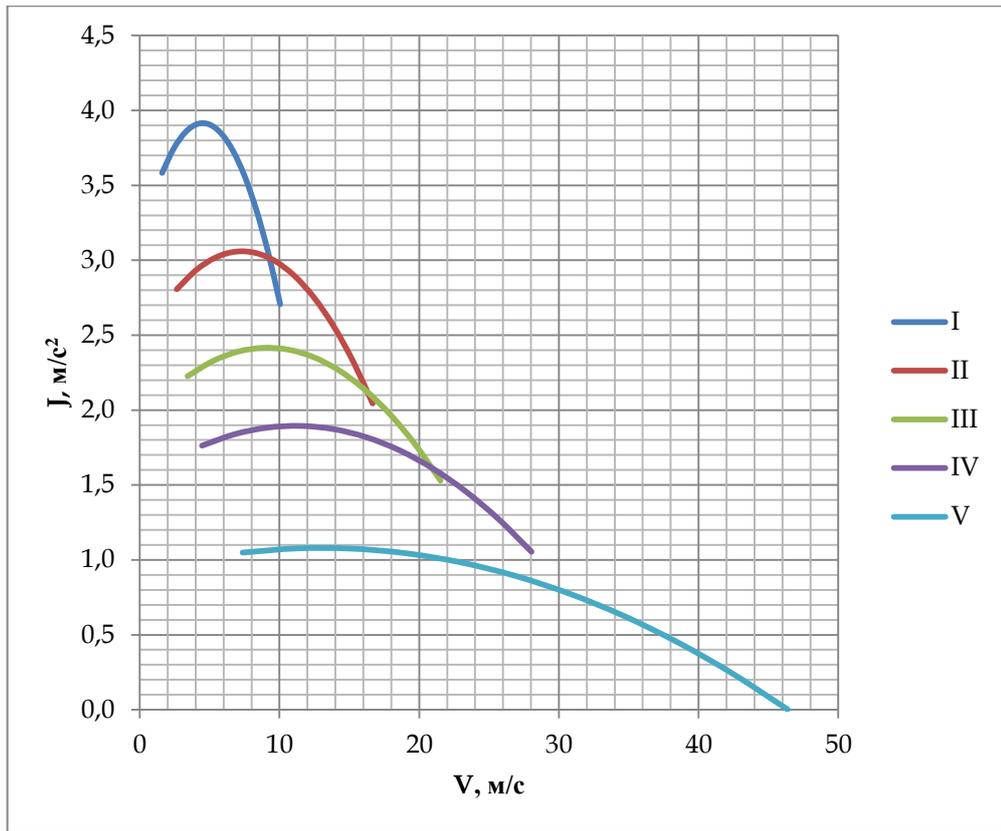


Рисунок А.5- Ускорения автомобиля

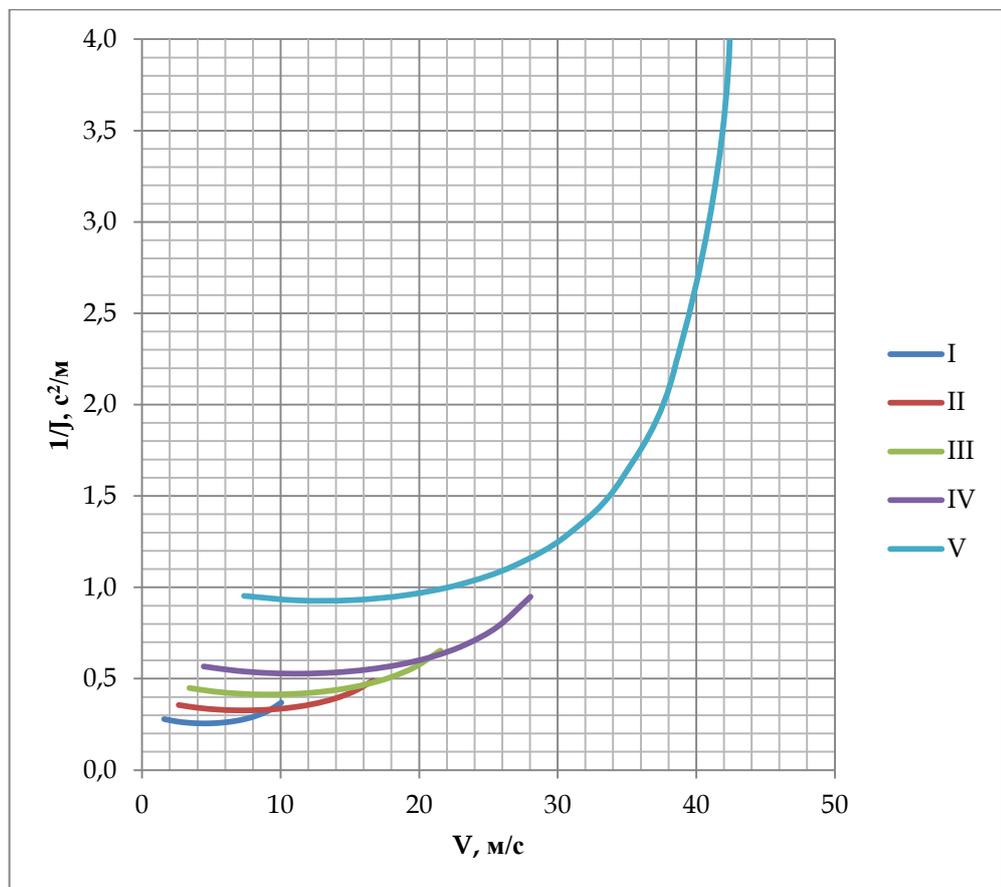


Рисунок А.6- Обратные ускорения

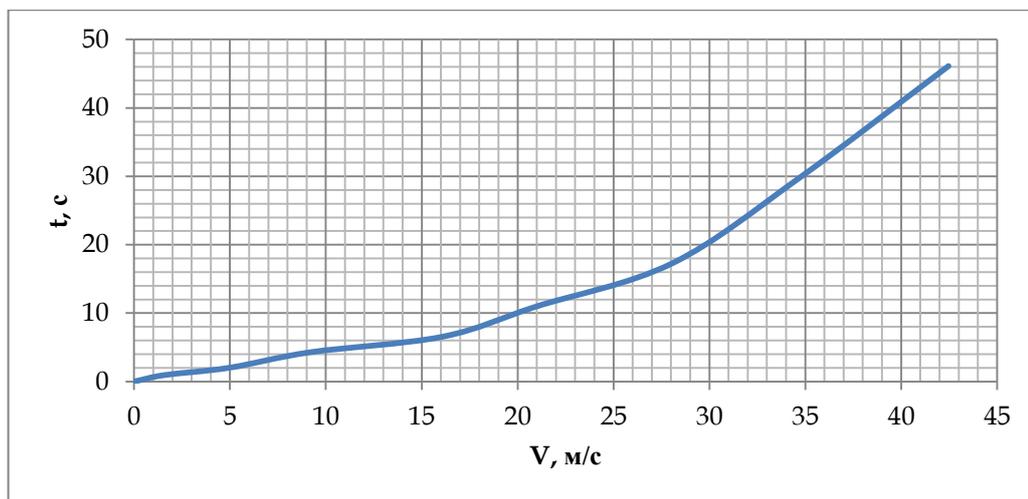


Рисунок А.7- Время разгона

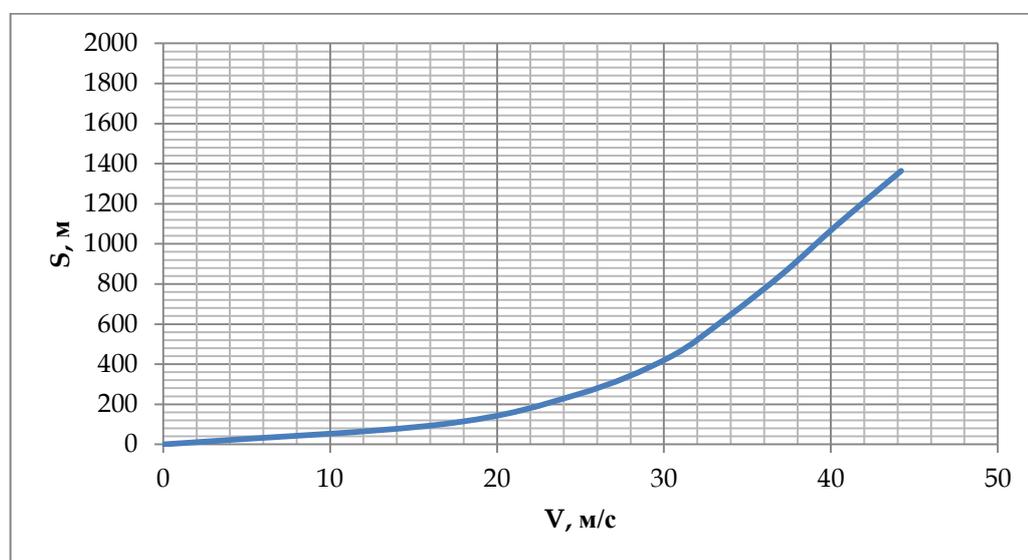


Рисунок А.8- Путь разгона

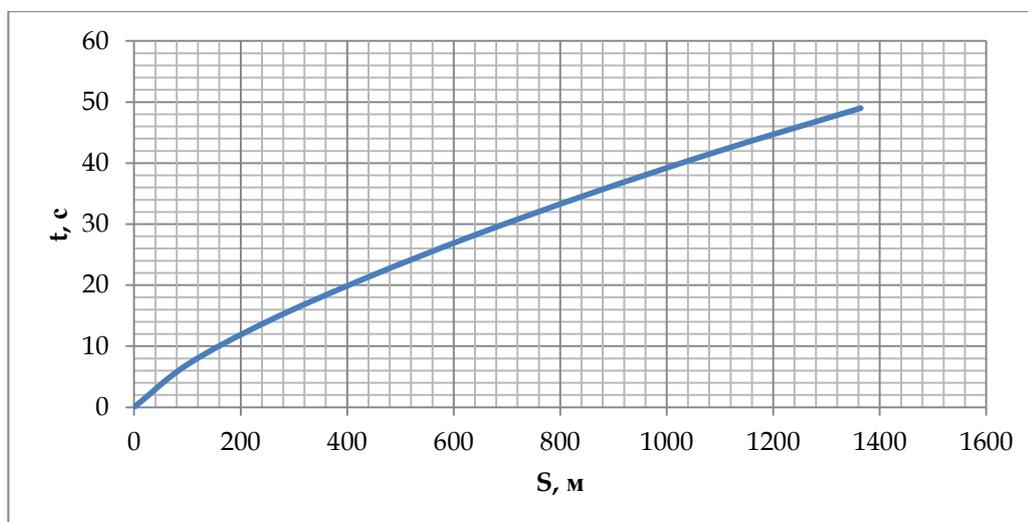


Рисунок А.9- Интенсивность разгона

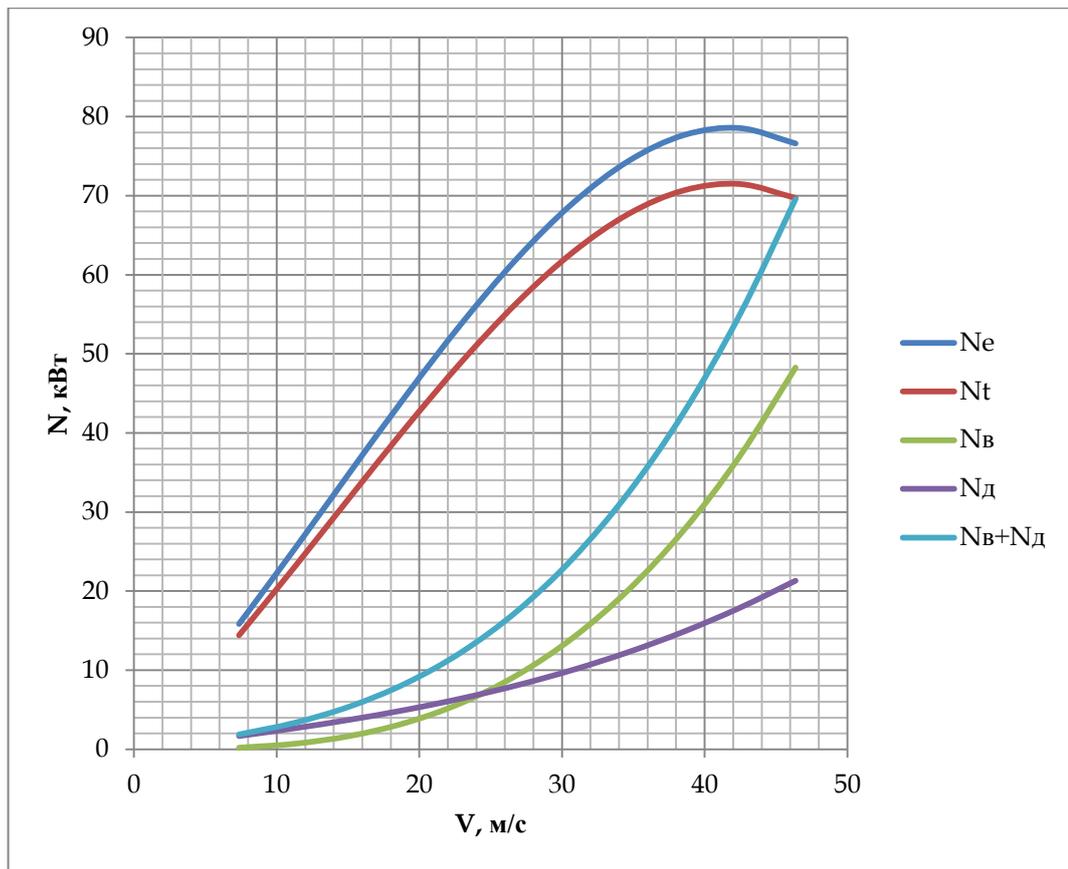


Рисунок А.10- Мощностной баланс автомобиля на передаче, обеспечивающей  $V_{max}$  автомобиля

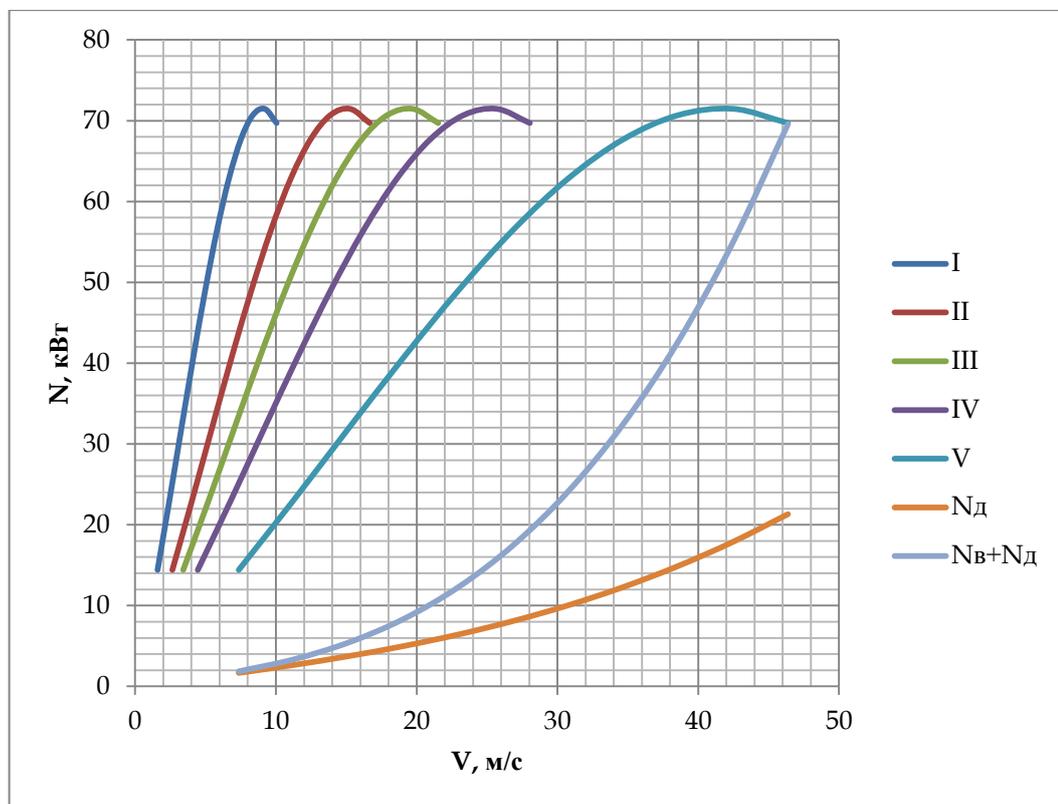


Рисунок А.11- Мощностной баланс автомобиля на различных передачах

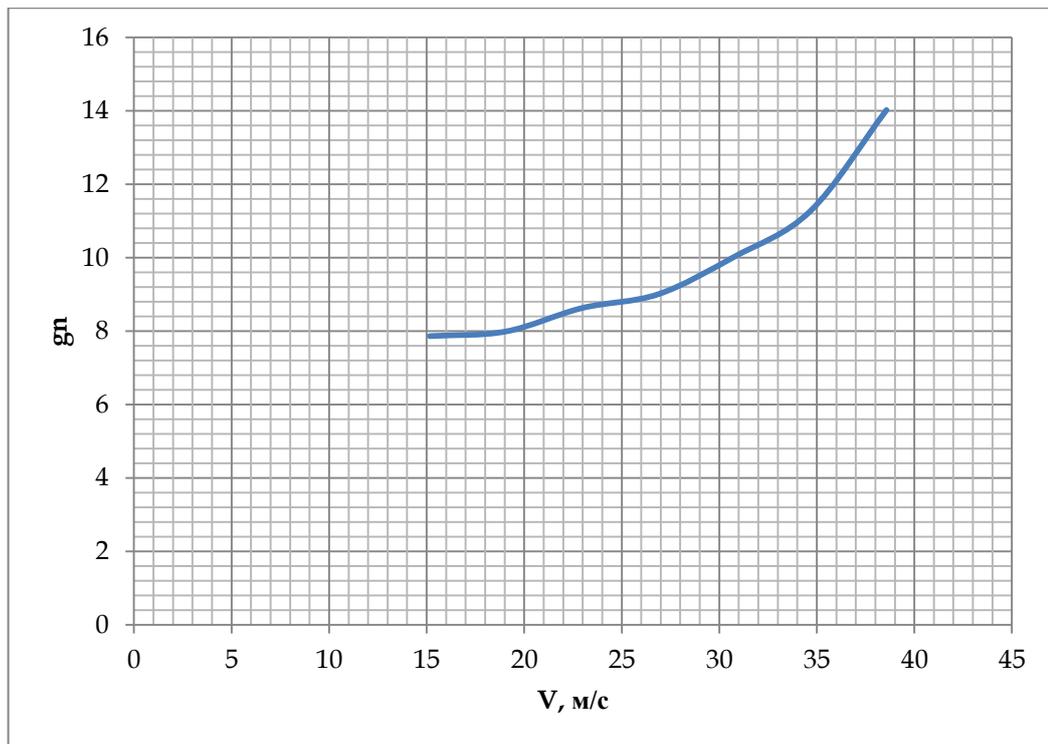


Рисунок А.12- Топливо-экономическая характеристика автомобиля

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б