

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: Модернизация переднеприводного легкового автомобиля 2
класса. Задняя подвеска

Студент

П.С. Сурихин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Н.С. Соломатин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

И.В. Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.М. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

С.А. Гудкова

Допустить к защите

И.О. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 18 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

В настоящей квалификационной работе описаны назначение подвески автомобиля, а также актуальные для нее требования, дана классификация конструктивных ее исполнений, выполнен анализ направлений развития проектирования подвесок, произведен расчет тягово-динамических характеристик транспортного средства и расчет упругой характеристики задней подвески, определены параметры упругого элемента, разработаны чертеж установки подвески и чертеж пружины, технологическая схема сборки, выполнен анализ технологического процесса установки подвески, составлен перечень сборочных работ, определена трудоемкость работ, выбрана организационная форма производства, подтверждена экологичность проекта, дано описание рабочего места и используемого инструмента, указаны опасные и вредные производственные факторы характерные для участка установки подвески, определены себестоимость проекта и точка его безубыточности, доказана экономическая эффективность модернизации.

ABSTRACT

The title of the diploma is “Modernization of rear suspension of front wheel drive vehicle of second class”.

The main target of the diploma work is improvement of driving comfort of the vehicle.

The author of diploma is precisely describing design of the vehicle suspensions, dwells on suspension classification, and performing the overview of the main tendencies of suspension design improvements.

The diploma work contains the explanatory note on 74 pages, introduction, including figures, tables, 2 appendices, and the graphic part on 10 A1 sheets.

The key point of the diploma is operating and characteristics of vehicle rear suspension spring.

The diploma contains five main paragraphs. The first part contains the review of the vehicle suspension main function purposes, classification with review of current developments, and also contain review of main directions in suspension design nowadays. The second part is focused on engineering calculations of car dynamic performance, calculation of elastic characteristics of the suspension and rear suspension spring calculation. Third part is dedicated to vehicle rear suspension assembly process development. Forth part is dedicated to health and safety review on assembly line. In the fifth part there is economical calculations including internal cost of the product, critical sales volume, and economical effectiveness of the project.

It can be concluded that proposed suspension modernization could be implemented in the mass production.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Состояние вопроса.....	7
1.1 Назначение подвески транспортных средств.....	7
1.2 Требования, предъявляемые к подвеске.....	7
1.3 Варианты конструкций подвесок.....	9
1.4 Обзор направлений развития конструкций подвесок.....	12
1.5 Обоснование проектируемой конструкции подвески.....	14
2 Конструкторская часть.....	16
2.1 Расчет тягово-динамических характеристик транспортного средства.....	16
2.2 Обоснование компоновочной схемы подвески.....	17
2.3 Расчет упругой характеристики задней подвески.....	18
2.4 Расчет параметров пружины.....	22
2.5 Прочностной расчет пружины.....	25
3 Технологическая часть.....	27
3.1. Анализ технологического процесса установки подвески.....	27
3.2 Технологичность разрабатываемой конструкции подвески.....	28
3.3 Технологическая схема установки подвески.....	29
3.4 Перечень сборочных работ.....	30
3.5 Трудоемкость установки подвески.....	32
3.6. Организационная форма установки подвески.....	33
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков	39
4.3 Мероприятия по уменьшению профессиональных рисков.....	42
4.4 Пожарная безопасность сборочного участка.....	43

4.5 Экологическая безопасность сборочного участка.....	45
4.6 Заключение.....	46
5 Технико-экономическая оценка модернизируемой подвески.....	47
5.1 Себестоимость модернизированной подвески.....	47
5.2 Точка безубыточности производства подвески.....	52
5.3 Коммерческая эффективность модернизации подвески.....	54
5.4 Вывод.....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	65
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	68
ПРИЛОЖЕНИЕ А ГРАФИКИ ТЯГОВОГО РАСЧЕТА.....	68
ПРИЛОЖЕНИЕ Б СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	72

ВВЕДЕНИЕ

Автопромышленность в настоящее время переживает достаточно интенсивное развитие. Многие автопроизводители заняли свои ниши и в каждой категории автомобилей сейчас можно найти несколько схожих по цене и комплектациям автомобилей. Конкуренция достаточно серьезная. Максимальная конкуренция идет в бюджетном сегменте автомобилей.

Компания ОАО АВТОВАЗ выпускает несколько моделей автомобилей в бюджетном сегменте. Автомобиль Lada Granta в кузове liftback является одним из самых интересных предложений. Однако данный автомобиль был построен на достаточно старой платформе автомобиля Lada Kalina. Несмотря на некоторые изменения в конструкции, которые позволили избавиться от некоторых недостатков, конструкция подвески автомобиля все еще имеет достаточно широкое поле для нововведений.

В настоящее время, большая часть автомобилей, основное время эксплуатации проводят с одним водителем, с малой загрузкой. Однако в случаях, когда требуется перевезти что-то габаритное загрузка автомобиля доходит до максимально допустимой. Чтобы решить данную задачу инженеры руководствуются так называемой конструкционной нагрузкой автомобиля, которая представляет пограничное состояние автомобиля. Очевидно, что при таком подходе, характеристики подвески будут являться компромиссом между двумя пограничными состояниями, неидеальными для любого режима движения.

В данном курсовом проекте предлагается модернизация задней подвески автомобиля Lada Granta Liftback с целью улучшения плавности хода автомобиля. Для этого стандартная пружина будет заменена на пружину с изменяемым шагом витка, что позволит обеспечить постоянство плавности хода автомобиля вне зависимости от его загрузки.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение подвески транспортных средств

Подвеска автомобиля необходима для обеспечения упругой связи между кузовом и колесами автомобиля, а также для передачи сил и моментов со стороны дороги на кузов автомобиля, снижая их динамическую составляющую. От характеристик подвески зависят такие показатели как плавность хода, управляемость, устойчивость автомобиля.

Из-за характера связи подвеска автомобиля допускает перемещения колес относительно кузова автомобиля. Изменяться может положение колеса по вертикальной оси, угол развала, угол схождения, площадь пятна контакта колеса и так далее. Как правило, все эти перемещения негативно сказываются на характере движения автомобиля. Разумное ограничение данных перемещений является одной из задач проектирования подвески автомобиля.

Кроме того, немаловажным является согласование кинематики подвески управляемых колес автомобиля с кинематикой рулевого управления. В случае неправильной разработки автомобиль рискует потерять управляемость при вертикальных колебаниях подвески.

«В конструкции подвески можно выделить три элемента – упругий, демпфирующий и направляющий.»[4] Упругий элемент отвечает за упругую связь кузова с колесами и за гашение динамической составляющей передаваемых сил. Демпфирующий элемент направлен на снижение колебаний кузова в результате действия сил со стороны дороги. Направляющий элемент подвески обеспечивает правильную кинематику колеса относительно кузова автомобиля, а также требуемые хода подвески.

1.2 Требования, предъявляемые к подвеске

Подвеска является одним из тех элементов конструкции автомобиля, которая напрямую зависит от предполагаемых условий эксплуатации автомобиля. В зависимости от того, будет ли это спортивный автомобиль или автомобиль повышенной грузоподъемности, или обычный легковой

автомобиль, требования к настройкам подвески разнятся. Дело в том, что настройки подвесок автомобиля находятся в некотором балансе между показателями плавности хода и управляемостью и устойчивостью автомобиля. Улучшая показатели управляемости и устойчивости, повеску автомобиля делают более «жесткой», в то же время для хороших показателей плавности хода, характеристики подвески должны быть «мягче». Подвеска внедорожного автомобиля должна обладать достаточным ходом колес относительно кузова, а подвеска грузового автомобиля выдерживать длительные и большие по величинам нагрузки, что может быть ненужным для легкового автомобиля.

Несмотря на эти различия, можно выделить ряд требований к подвескам автомобилей, которые не отличаются в зависимости от его предназначения:

- «Кинематика подвески должна быть согласована с кинематикой рулевого управления. Это необходимо для исключения колебаний управляемых колес относительно оси поворота во время ходов подвесок, так называемого эффекта шимми.»[4]
- Подвеска должна максимально точно передавать продольные и боковые силы со стороны дороги на кузов автомобиля во всех режимах движения.
- Упругая характеристика подвески должна в достаточной мере противодействовать кренам кузова, как боковым, так и продольным.
- Подвеска должна обеспечивать максимально возможную плавность хода автомобиля
- Детали подвески должны иметь достаточную прочность и долговечность исходя из нагрузок и предполагаемых условий эксплуатации автомобиля.

- Конструкция подвески должна обеспечивать возможность регулировок в процессе эксплуатации. К таким регулировкам, в частности, относятся углы установки колес автомобиля.
- Конструкция подвески должна обеспечивать хорошую ремонтпригодность.
- Элементы подвески должны быть, по возможности, максимально легкими и малогабаритными, а также обладать минимально возможной себестоимостью.

1.3 Варианты конструкций подвесок

Существует три признака, по которым в настоящее время классифицируется подвеска. По типу упругого элемента, по типу связи колес и направляющему устройству подвески и по возможности управления подвеской.

«По типу упругого элемента подвески делят на пружинные, рессорные, торсионные и пневматические.»[4] Максимально широкое распространение, в настоящее, время нашли пружинные подвески. Это обусловлено оптимальным соотношением между себестоимостью такой подвески и теми характеристиками, которые удастся получить. Изменяя конструкцию пружины подвески можно добиться достаточно хороших результатов в настройке упругой характеристики подвески под конкретные нужды. Пружины бывают цилиндрические, бочкообразные, конические, бананообразные, возможно применение разного шага витков (рис. 1) либо использование прутка с изменяемым диаметром. В некоторых случаях, для обеспечения особых характеристик могут устанавливаться по две и более пружины на колесо.



Рисунок 1 – Пружины задней подвески ф. Mubea

Классификация по типу связи колес подвески делит на зависимые и независимые. В свою очередь зависимые подвески делятся по типу направляющего элемента на подвески с пяти-штанговым направляющим элементом, с механизмом Уатта, с А-образным рычагом и так далее. Независимые подвески бывают рычажными и типа МакФерсон.

«Рычажные независимые подвески делятся в свою очередь на подвески на двойных поперечных рычагах, на косых рычагах, на продольных рычагах, на многорычажные подвески. Помимо зависимых и независимых подвесок, достаточно большое распространение получили полузависимые подвески на задних осях легковых автомобилей. Данный тип подвески ведет как независимая подвеска при наезде одного колеса на препятствие и как зависимая при одноименном ходе обоих колес оси.»[4]



Рисунок 2 – Шасси автомобиля Renault Clio RS. Подвеска МакФерсон

Наиболее распространённой схемой, применяемой в настоящее время на большинстве легковых автомобилей, является независимая подвеска типа МакФерсон на передней оси и полузависимая задняя подвеска (рис 2). Такое решение обладает преимуществами в легкости и простоте конструкции, в ремонтпригодности, в компоновке автомобиля. Кроме того, обеспечивает достаточную управляемость и плавность хода при большинстве условий движения автомобиля. Конечно, многорычажные подвески имеют преимущества в сравнении с данной схемой. За счет своей конструкции они позволяют обеспечить лучшую кинематику колес, что благоприятно сказывается на управляемости автомобиля и износе шин. В то же время достаточно большое количество резинометаллических шарниров благоприятно сказывается на плавности хода автомобиля. Но данные типы подвески, как правило значительно дороже и сложнее и нашли свое применение на дорогих автомобилях классов D и E. Спортивные автомобили, как правило, проектируются с применением двухрычажных подвесок.

Зависимые подвески все еще находят свое применение на автомобилях большой грузоподъемности, на автобусах и внедорожных автомобилях. Их

конструкция позволяет выдерживать большие нагрузки, они обладают максимально низкой ценой и простотой конструкции. Однако недостатки в виде больших величин неподрессоренной массы, а также склонность к уводу при поперечных неровностях дороги крайне негативно сказываются на управляемости и плавности хода, что крайне снизило их применяемость на легковых автомобилях.

Подвески так же можно поделить по возможности управления. Они могут быть активными, пассивными и полуактивными. Наибольшее распространение в настоящий момент имеют пассивные подвески. Эти подвески значительно дешевле активных подвесок и отличаются тем, что имеют неизменные характеристики упругости и демпфирования, заданные при конструировании автомобиля. Активные подвески отличаются тем, что находятся под управлением контроллера и могут менять свои характеристики в зависимости от условий движения, к примеру, становиться более жесткими при езде по дороге с хорошим покрытием и в поворотах, и становиться мягче при езде по бездорожью. Полуактивные подвески позволяют изменять только дорожный просвет автомобиля. Как правило активные и полуактивные подвески имеют достаточно сложную и дорогостоящую конструкцию и устанавливаются только на очень дорогие автомобили.

1.4 Обзор направлений развития конструкций подвесок

В современном мире электроника находит все большее распространение, а вычислительные мощности электронно-вычислительных машин растут на порядок каждые несколько лет, попутно снижаясь в цене. При таком буме информационных технологий, они находят все большее применение в совершенно различных сферах нашей жизни. Постепенно их внедрение идет и в автомобили.

При постепенном снижении веса и стоимости контроллеров и вычислительных приспособлений все большее распространение получают активные подвески автомобилей. Появляются новые конструкции, являющие

собой иногда промежуточное звено между полностью активными подвесками и пассивными подвесками. Появляется достаточно большое количество автомобилей в конструкции подвесок которых используются амортизаторы с двойным клапаном. Водитель может выбрать из двух настроек амортизаторов, чаще всего это «спортивная» настройка и «комфортная».



Рисунок 3 – Амортизаторы Monroe с технологией DRIV

На недавних технических выставках фирмой Monroe была представлена технология DRIV, обеспечивающая ступенчатую настройку амортизаторов из 16-ти predetermined шагов. Это достигается за счет установки 4-х соленоидов в направляющей штока амортизатора, которые открывают и закрывают дополнительные клапанные отверстия для протекания жидкости. Это позволяет постепенно изменять жесткость амортизаторов в процессе движения, подстраивая ее под конкретные условия дороги при достаточно не высокой стоимости.

Одна из последних разработок фирмы Monroe является система ACOCAR (рис 4). Которая является дальнейшим этапом развития системы Kinetik. Четыре амортизатора автомобиля соединены в единую гидравлическую сеть. Каждый амортизатор имеет два выносных

электронноуправляемых клапана. Данная система является полностью активной подвеской позволяющей изменять дорожный просвет, величины ходов подвесок, характеристики демпфирования амортизаторов. Кроме того, она выполняет функцию гидравлического стабилизатора поперечной устойчивости и не требует механических стабилизаторов. Это, помимо, очевидных преимуществ в поведении автомобиля позволяет также частично снизить его вес.

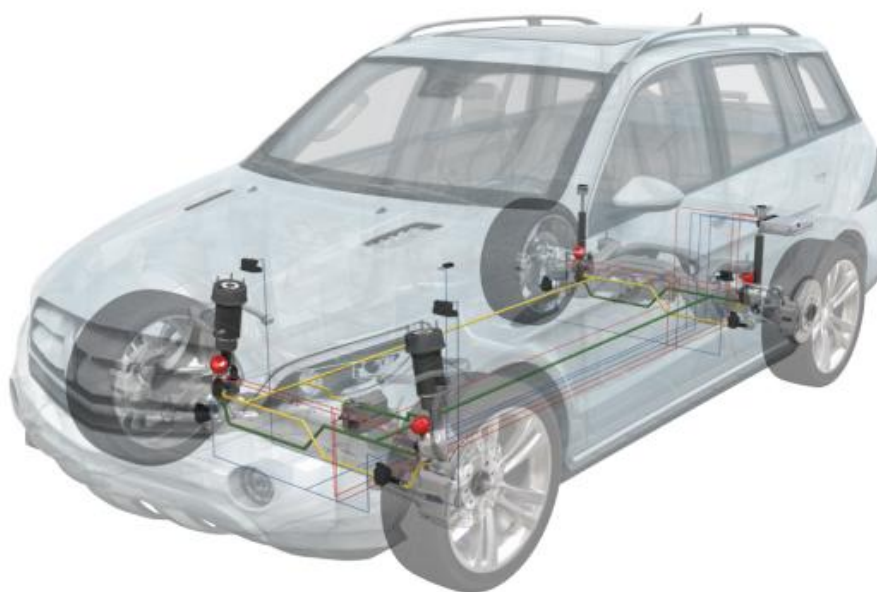


Рисунок 4 – Система подвески ACOCAR IV

Ведутся разработки полноуправляемых шасси с управлением без участия и помощи водителя. Для подобных шасси идут разработки в области подвесок, которые позволят интегрировать систему управления активными подвесками в общий алгоритм движения автомобиля. Концепты подобных автомобилей уже находятся в разработке таких фирм как BMW, VW, Toyota и других.

1.5 Обоснование проектируемой конструкции подвески

Автомобиль Lada Granta в кузове Liftback является самым доступным автомобилем на российском рынке с 5-ти дверным кузовом. Что позволяет использовать его не только для перевозки пассажиров и некоторого количества багажа, но также и для перевозки более габаритных грузов.

Автомобиль является дальнейшим развитием платформы автомобиля Lada Kalina.

Несмотря на то, что инженерами ОАО Автоваз была проделана достаточно комплексная работа по доработке платформы, а также по подбору характеристик подвески, конструкция является в достаточной мере компромиссной ввиду некоторых бюджетных ограничений. Данный автомобиль может использоваться как для каждодневных личных поездок внутри города по маршрутам дом-работа-магазин, так и для перевозки грузов при выездах за город. Учитывая этот факт, задняя подвеска автомобиля должна одинаково хорошо работать как при полной загрузке так и при езде с одним водителем. Для этого была выбрана «промежуточная» загрузка автомобиля, и выполнены соответствующие расчеты. Таким образом, характеристика существующей подвески является неким усредненным компромиссом для работы в обоих режимах.

В данном курсовом проекте предлагается модернизация задней подвески автомобиля таким образом, чтобы упругая характеристика пружины имела прогрессивный характер, изменяясь в зависимости от загрузки автомобиля. Это позволит достичь оптимальных показателей плавности хода автомобиля как при езде с одним водителем так и в полной загрузке автомобиля.

2 Конструкторская часть

2.1 Расчет тягово-динамических характеристик автомобиля

Привод колес: переднеприводный

Количество мест: 5

Количество передач трансмиссии: 5

КПД трансмиссии: $\eta_{TP} = 0.9$

Шина: 185 / 65R14

Максимальная скорость: $v_{\max} = 180 \text{ км/ч}$

Масса тр. средства: $m_a = 1088 \text{ кг}$

Коэф. аэродин. сопр-ния: $C_x = 0.32$

Коэф. сопротивл. качению: $f_0 = 0,012$

Преодолеваемый уклон: $i = 0,3$

Обороты ДВС
 $\omega_e^{\min} = 1000 \text{ об/мин}$
 $\omega_e^{\max} = 6000 \text{ об/мин}$
 $\omega_N = 5600 \text{ об/мин}$

Тягово-динамический расчет автомобиля можно считать базой при его проектировании. Тягово-динамическим расчетом является совокупность расчетов силового агрегата и трансмиссии транспортного средства. Подбор размерности колес также осуществляется в рамках данного расчета. В данной работе в части тягово-динамического расчета были определены следующие характеристики:

- внешнескоростная характеристика двигателя (BCX);
- передаточные числа коробки переключения передач;
- тяговый баланс;
- динамическая характеристика;
- ускорения на различных передачах;
- время и путь разгона;
- мощностной баланс;
- характеристика топливной экономичности.

Результаты вышеуказанных расчетов показаны в виде графиков в приложении А настоящей дипломной работы.

2.2 Обоснование компоновочной схемы подвески

Задняя подвеска автомобиля, который мы выбрали в качестве объекта модернизации выполнена по полунезависимой схеме. Направляющее устройство представляет собой скручивающую балку, связывающую два рычага. Учитывая позиционирование данного автомобиля на рынке как недорого семейного автомобиля, данная конструкция задней подвески вполне оправдана. Если обратить внимание на автомобили-аналоги зарубежных производителей, то можно найти много одноклассников автомобиля Lada Granta с задней подвеской выполненной по той же схеме: Renault Logan, Hyundai Solaris, Skoda Rapid и другие.

Принципиально изменять данную схему нецелесообразно, так как задняя полузависимая подвеска подобной конструкции вполне отвечает нормам и стандартам современных автомобилей. Она является достаточно простой в изготовлении и в то же время очень дешевой. А это один из основных факторов для выбора компоновочной схемы подвески в современном автомобилестроении.

Таким образом, основные усилия в данной работе следует сосредоточить на модернизации некоторых элементов подвески, не изменяя конструкцию подвески. Данный автомобиль подразумевается для использования как для ежедневных передвижений по городу с одним водителем, так и для выездов за город, где загрузка автомобиля может достигать до максимально разрешенной. Таким образом, масса автомобиля, приходящаяся на заднюю ось при этих двух крайних режимах использования достаточно серьезно разнится, а настройки подвески остаются неизменными.

Для улучшения потребительских качеств автомобиля предлагается замена стандартной задней пружины на пружину с изменяемым шагом витка,

для того чтобы обеспечивать одинаковую плавность хода автомобиля вне зависимости от загрузки автомобиля.

2.3 Расчет упругой характеристики подвески

Исходные данные для расчета:

$D_{cp} = 96,3 \text{ мм}$ - «средний диаметр пружины» [4]

$m_{зад.сн} = 512 \text{ кг}$ - «масса на заднюю ось при снаряженной нагрузке»

[4]

$m_{зад.конст} = 609 \text{ кг}$ - «масса на заднюю ось при конструктивной нагрузке» [4]

$m_{зад.пол} = 788 \text{ кг}$ - «масса на заднюю ось при полной нагрузке» [4]

$m_{неподр.} = 74 \text{ кг}$ - «неподдрессоренная масса задней оси автомобиля»

[4]

$i = 1$ - «передаточное отношение пружины задней подвески» [4]

$l = 415 \text{ мм}$ - «длина базовой пружины в свободном состоянии»

[4]

$\Delta C_{ш} = 2 \text{ кН/м}$ - «приведенная жесткость шарниров подвески» [4]

«Основным показателем плавности хода автомобиля является собственная частота колебаний деталей подвески.» [4] Для обеспечения хорошей плавности хода данная частота должна быть в районе 1..2 Гц. Слишком низкая частота может спровоцировать появление морской болезни у водителя и пассажиров, в то же время при слишком высокой частоте колебаний езда на автомобиле становится не комфортной. Обычно стараются задаться выбрать частоту колебаний примерно равную колебаниям при ходьбе человека, то есть около 80 кол/мин: $f = 1.33 \text{ Гц}$.

Воспользуемся данным значением для дальнейших расчетов.

Формула для расчета вертикальной жесткости подвески:

$$C = \frac{4 \cdot \pi \cdot f^2 \cdot m}{1000} \quad (37)$$

Расчитаем массу приходящуюся на заднюю ось для снаряженной и полной загрузки автомобиля:

$$\begin{aligned} m_{ПС} &= \frac{512 - 74}{2} = 219 \text{ кг} \\ m_{ПП} &= \frac{788 - 74}{2} = 357 \text{ кг} \end{aligned} \quad (38)$$

Подставляя полученные значения массы автомобиля в формулу (37) рассчитываем необходимую вертикальную жесткость задней подвески в этих двух состояниях:

$$\begin{aligned} C_C &= \frac{4 \cdot \pi \cdot 1.33^2 \cdot 219}{1000} = 15,29 \text{ кН/м} \\ C_{II} &= \frac{4 \cdot \pi \cdot 1.33^2 \cdot 357}{1000} = 24,9 \text{ кН/м} \end{aligned}$$

Как видно из расчетов, для обеспечения одинаково комфортной частоты собственных колебаний подвески, вертикальная жесткость подвески достаточно сильно отличается для снаряженной массы автомобиля и для состояния полной загрузки. Серийная пружина задней подвески имеет жесткость приблизительно 20 кН/м , приблизительно между обоими состояниями, что делает ее не оптимальной как для одного так и для другого состояния загрузки автомобиля.

Для обеспечения одинаковой собственной частоты колебаний подвески автомобиля в разных состояниях загрузки, необходимо применить пружину с прогрессивной жесткостной характеристикой.

Высчитаем величину статического прогиба подвески:

$$f_{ст} = \frac{m \cdot g}{C} \quad (39)$$

$$n = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{C}{m}}, \quad (40)$$

где n – количество колебаний в минуту.

В нашем случае $n = 1,33 Гц \approx 80 \frac{кол}{мин}$

Выводим из формул (39) и (40) величину статического прогиба:

$$f_{ст} = \frac{g}{\left(\frac{n \cdot \pi}{30}\right)^2} = 0.139 м = 139 мм$$

«Статический прогиб зависит от нагрузки на ось автомобиля, а также от жесткости пружины.» [4] Таким образом, становится ясно, что жесткость пружины должна возрасти вместе с нагрузкой на ось.

Учитывая конструкцию направляющего аппарата модернизируемой подвески, и передаточное число пружины выводим, что статический прогиб подвески равен статическому прогибу пружины:

$$S_1 = f_{ст} \quad (41)$$

Так как масса автомобиля изменяется только в пределах снаряженная масса – полная масса, участок характеристики на данном этапе должен быть прогрессивным. На остальных участках характеристики изменения массы не происходит, и они могут иметь линейную характеристику.

Для начала найдем силу реакции на пружину в точках перехода с линейной характеристики на прогрессивную и с прогрессивной характеристики на линейную по формуле:

$$R_{zi} = m_i \cdot g \quad (42)$$

Подставим значения:

$$R_{z1} = m_{сн\text{ар}} \cdot g = 219 \cdot 9.8 = 2146,2 \text{ Н}$$

$$R_{z3} = m_{полн} \cdot g = 357 \cdot 9.8 = 3498,6 \text{ Н}$$

Рассчитываем жесткость пружины для линейных участков характеристики. Воспользуемся формулами

$$C_1 = \frac{R_{z1}}{S_{ст}} \quad (43)$$

$$C_3 = \frac{R_{z3}}{S_2 - S'} = \frac{R_{z3}}{S_{ст}}$$

Подставим значения и рассчитаем:

$$C_1 = \frac{2146,2}{0.139} = 15,44 \text{ кН/м}$$

$$C_3 = \frac{3498,6}{0.139} = 25,17 \text{ кН/м}$$

Рассчитываем жесткость пружины на втором участке характеристики. Для этого воспользуемся следующими формулами:

$$R_{z2} = R_{z1} \cdot e^{\left(\frac{s}{s_1} - 1\right)} \quad (44)$$

$$C_2 = \frac{R_2}{S_{CT}} \quad (45)$$

Ход подвески остается неизменным: 105мм ход сжатия + 98мм ход отбоя. Как правило, данные хода подвески рассчитываются исходя из конструктивной загрузки. Рассчитаем силу реакции при данной загрузке:

$$R_{K3} = m_{\text{КОНСТР}} \cdot g = 267,5 \cdot 9.8 = 2621,5 \text{ Н} \quad (46)$$

Данной величине соответствует прогиб подвески в $S_{K3} = 167 \text{ мм}$. Учитывая хода подвески можем рассчитать максимальный и минимальный прогиб пружины.

$$S_{\text{MAX}} = S_{K3} + S_{\text{СЖ}} = 167 + 105 = 272 \text{ мм}$$

$$S_{\text{MAX}} = S_{K3} - S_{\text{ОТБ}} = 167 - 98 = 69 \text{ мм}$$

Кроме того, расчет по формуле 2.45 показывает, что второй участок характеристики кончается при прогибе пружины в 207мм.

Найдем величину s' по формуле:

$$s' = s_{CT} - \frac{R_{z3}}{C_3} = 0.207 - \frac{3498,6}{25170} = 0.068 \text{ м} \quad (47)$$

Таким образом сила реакции пружины на третьи участки будет находиться по формуле:

$$R_{z3} = C_3 \cdot (s_{CT} - s') \quad (48)$$

На основании данных формул построим графики силы реакции пружины (рис. 5) и ее жесткости (рис. 6)

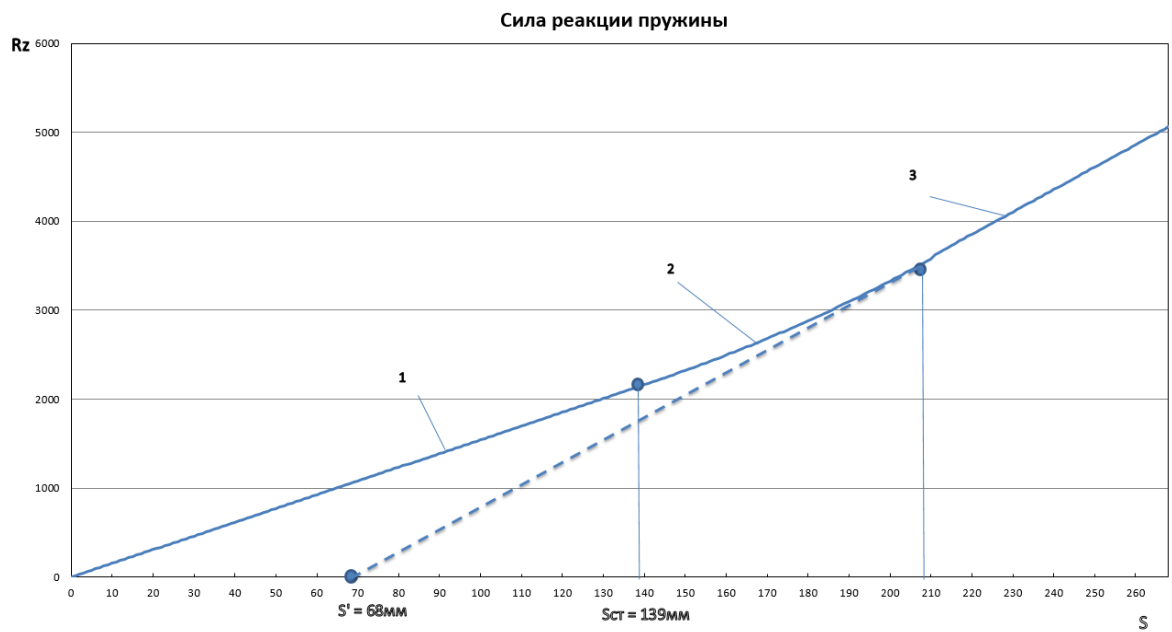


Рисунок 5 – Характеристика зависимости силы реакции пружины от ее прогиба

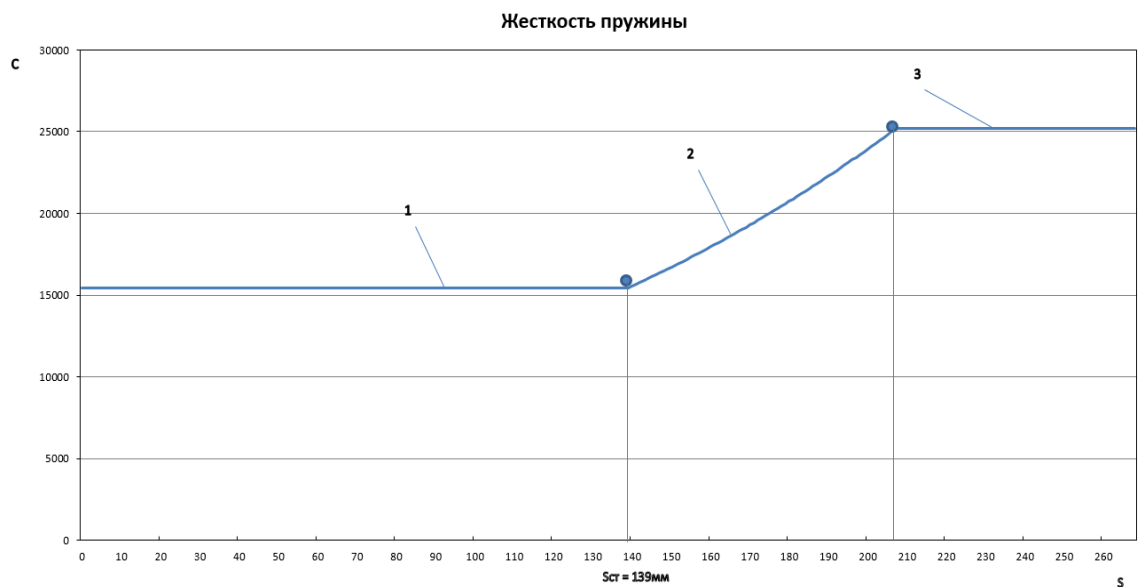


Рисунок 6 – Характеристика зависимости жесткости пружины от ее прогиба

2.4 Расчет параметров пружины

«Для обеспечения переменной жесткости пружины в зависимости от ее прогиба, необходимо использовать конструкцию с переменным количеством рабочих витков.» [4]

Найдем количество витков пружины:

$$n_{пab.i} = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot C_i} \quad (49)$$

где D - «средний диаметр навивки пружины» [4]

d - диаметр прутка пружины

С целью унификации чашек пружины, для упрощения изменения в технологическом процессе сборки, оставим данные параметры идентичными стандартной пружине. $D = 96,3 \text{ мм}$ и $d = 11,45 \text{ мм}$

Подставим значения в формулу и получим:

$$n_{пab.1} = \frac{78 \cdot 10^5 \cdot 9,8 \cdot (1,45 \cdot 10^{-3})^4}{8 \cdot (96,3 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 15440} = 11,9 \text{ шт}$$

$$n_{пab.3} = \frac{78 \cdot 10^5 \cdot 9,8 \cdot (1,45 \cdot 10^{-3})^4}{8 \cdot (96,3 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 25170} = 7,29 \text{ шт}$$

Количество сающихся витков в данном случае:

$$n_{пab.сад.} = n_{пab.1} - n_{пab.3.} = 11,9 - 7,29 = 4,61 \text{ шт} \quad (50)$$

Количество опорных витков примем $n_{опорн} = 1,5 \text{ шт}$

Рассчитаем длины пружины в различных контрольных точках. Длина пружины в третьей контрольной точке (пробой подвески, все витки сомкнуты):

$$L_B = (n_1 + 1) \cdot d_{пп} + (n_1 + 1) \cdot 0,25 + d_{пп} \cdot 0,05 \quad (51)$$

где n_1 – полное число витков.

0,25 – «коэффициент, учитывающий толщину покрытия и допуск на диаметр прутка;» [4]

0,05 – коэффициент, учитывающий опорные витки.

Получаем:

$$L_B = (13,4 + 1) \cdot 11,45 + (13,4 + 1) \cdot 0,25 + 11,45 \cdot 0,05 = 169 \text{ мм}$$

Для того, чтобы по возможности отодвинуть возможный пробой подвески и контакт витков, зададимся длиной пружины во второй контрольной точке (динамический ход сжатия) большей, чем в третьей. У

базовой пружины разница между этими двумя состояниями пружины приблизительно 25мм.

Так как новая пружина имеет больше витков и, вероятно, будет несколько длиннее, для исключения проблем связанных с компоновкой и сборкой задней подвески предлагается несколько уменьшить данный задел безопасности до 15мм. Тогда длина пружины во второй контрольной точке будет равна:

$$L_{\text{д}} = 169 + 15 = 184 \text{ мм} \quad (52)$$

Теперь рассчитаем межвитковый зазор у несмыкающихся витков по формуле:

$$\Delta_{\text{min}} = \frac{L_{\text{д}} - L_{\text{в}}}{n_{\text{раб.ст.}}} = \frac{15}{7,29} = 2 \text{ мм} \quad (53)$$

Теперь следует построить график зависимости количества рабочих витков пружины от ее прогиба, зная необходимую жесткость пружины. Расчет делаем по формуле:

$$n_{\text{раб}} = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot C_{2i}} \quad (54)$$



Рисунок 7 – Зависимость количества работающих витков от прогиба

Рассчитываем шаг витков. Для несмыкаемых витков, шаг будет рассчитан по формуле:

$$t_H = \Delta_{\min} + \frac{R_{\text{ПР.МАХ}}}{C_{\text{вит}}} + d, \quad (55)$$

где $R_{\text{ПР.МАХ}}$ - «максимальная сила реакции пружины» [4]

$C_{\text{вит}}$ - жесткость одного витка пружины

Найдем жесткость одного витка по формуле:

$$C_{\text{вит}} = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3} = \frac{7800 \cdot 11,45^4}{8 \cdot 96,3^3} = 18.765 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}} = 183,89 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \quad (56)$$

Далее рассчитаем максимальную силу реакции пружины по формуле:

$$R_{\text{ПР.МАХ}} = C_3 \cdot \Phi_{\text{МАХ}} - S' \quad (57)$$

$$R_{\text{ПР.МАХ}} = 25170 \cdot 0,272 - 0,068 = 5134 \text{ Н}$$

Подставим числа в формулу (55):

$$t_H = 2 + \frac{5134}{183,890} + 11,45 = 41,36 \text{ мм}$$

Шаги смыкающихся витков находим по формуле:

$$t_1 = \frac{P_{\text{пр.1}}}{C_{\text{вит}}} + d \quad (58)$$

Используя графики найдем шаги витков и составим таблицу (1).

Таблица 2.1 – Шаг витков пружины

Номер витка	1 -7,29	7 ,29-8,29	8 ,29-9,29	9 ,29-10,29	1 0,29- 11,29	1 1,29-11,9
Шаг витка, мм	4 1,36	2 8,2	2 6,4	2 4,9	2 3,7	1 8,5

2.4 Прочностной расчет пружины

Максимальное напряжение кручения, которое испытывает пружина происходит в контрольной точке 3 пружины. Найдем данное напряжение для спроектированной пружины по формуле, учитывая поправочный

коэффициент $k=1.165$, для разности напряжения на внешней и внутренней стороне пружины:

$$\tau = \frac{8 \cdot P_{np\max} \cdot D \cdot k}{\pi \cdot d^3} = \frac{8 \cdot 5134 \cdot 96.3 \cdot 10^{-3} \cdot 1.165}{\pi \cdot (1.45 \cdot 10^{-3})^3} = 977,23 \text{ МПа} \quad (59)$$

$$\tau \leq \tau_{\text{доп}} \\ 984,08 \text{ МПа} < 1350 \text{ МПа}$$

Максимальные напряжения в пружине ниже допустимых.

3 Технологическая часть

3.1 Анализ технологического процесса установки подвески

В настоящем дипломном проекте предлагается модернизация задней подвески, которая практически полностью унифицирована с базовым проектом автомобиля. Для достижения улучшенных показателей плавности хода автомобиля, в новой подвеске предлагается заменить задние пружины на пружины с изменяемым шагом витка.

В настоящее время, при разработке новых автомобилей, унификация тех или иных узлов и деталей является одним из приоритетных направлений, так как позволяет существенно сократить издержки предприятия. Предложенная модернизация не затрагивает крупные и сложные производственные узлы и детали подвески, не меняет компоновочную схему и количество компонентов на сборке. Такие детали как рычаги задней подвески, амортизаторы, кронштейны крепления рычагов задней подвески, а также маленькие детали типа прокладок и различных кожухов остаются неизменными. Изменения затрагивают только пружину задней подвески.

Для того, чтобы пружина задней подвески могла быть установлена без дополнительных проблем на существующие детали автомобиля, все крепежные размеры оставлены идентичными базовой конструкции. Поменяется только количество витков, а также длина пружины в свободном состоянии.

Данные изменения потребуют некоторого пересмотра параметров оборудования, которое приводит подвеску в состояние конструкторской загрузки. Кроме того, потребуются мероприятия по обеспечению должного контроля качества операции, особенно в плане микса деталей на производстве.

В целом, действующий процесс останется практически без изменений.

3.2 Технологичность конструкции задней подвески

Как уже было сказано ранее, в современном автомобилестроении унификация деталей и узлов автомобиля играет достаточно важную роль. Возрастает конкуренция, появляется потребность выпуска новых автомобилей, с незначительными изменениями, чтобы подстегнуть интерес конечного потребителя и увеличить продажи.

Унификация позволяет производить различные автомобили на одном и том же оборудовании, снижая издержки производства. В связи с этим к технологичности конструкции предъявляется ряд требований, нацеленный на возможность разработки универсального технологического процесса. Технологический процесс должен, с одной стороны, обеспечивать требуемую точность и качество сборки, а с другой стороны быть в достаточной мере адаптивным к новым изменениям в конструкции автомобиля. Рассмотрим основные требования к технологическому процессу сборки:

- возможность разбивки процесса и совершения узловой сборки изделия;
- обеспечение возможности одновременного и независимого монтажа деталей конструкции на автомобиль;
- возможность высокого уровня автоматизации сборочных работ;
- открытость и доступность элементов конструкции для инструмента и оснастки;
- возможность проведения контроля выполненных операций;
- максимальная унификация как конструкции изделия, так и отдельных его частей, таких как крепежные элементы и метизы

Разработанный процесс сборки полностью соответствует указанным выше требованиям: обеспечена возможность независимой установки деталей справа и слева автомобиля, конвейерная линия, подвесная линия и подъемное приспособление обеспечивают достаточный уровень механизации. После выполнения сборочных операций производится контроль качества операции.

3.3 Технологическая схема установки подвески

Технологическая схема сборки – это документ, показывающий совокупность и последовательность работ по сборке того или иного узла автомобиля в графическом виде. По технологической схеме также можно определить в какой момент времени, какие детали должны поступить на сборочный участок, а также какие параллельные производственные процессы необходимо выполнить, чтобы правильно осуществить финальную сборку. В нашем случае финальное изделие сборки – это заготовка автомобиля Lada Granta с установленной задней подвеской.

В ходе разработки технологической схемы сборки того или иного узла, следует руководствоваться рядом правил и требований, которые позволят разработать верный технологический процесс. К данным требованиям можно отнести:

- не слишком большие габариты и массы используемых в сборке узлов и деталей, эргономичность сборочного процесса;
- оптимальное количество деталей в узле подгруппы, так как слишком большое количество приведет к трудностям с организацией рабочего участка и правильной доставке компонентов;
- все дополнительные работы по обработке, подгонке, дополнительным испытаниям должны быть выведены за пределы основного сборочного процесса и быть выделены как отдельная сборочная единица;
- разборка уже собранных изделий должна быть, по возможности, исключена;
- весь сборочный процесс должен быть разбит на суб-процессы с приблизительно одинаковым временем выполнения операций;
- в качестве базовой детали должна быть выбрана деталь, обеспечивающая наилучшее положение остальных деталей в процессе сборки.

3.4 Перечень сборочных работ

Таблица, в которой содержится весь список работ в правильной последовательности, а также нормирование рабочего времени на выполнение той или иной операции называется перечнем работ. Перечень работ для процесса сборки задней подвески представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Перечень сборочных работ

Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, мин
2	3
1. Установка амортизатора задней подвески	
Провести осмотр амортизатора задней подвески.	0.4
Зафиксировать амортизатор в приспособление и вытянуть шток.	0.3
Взять буфер хода сжатия в сборе и выполнить его осмотр.	0.15
Установить буфер хода сжатия в сборе на шток амортизатора.	0.15
Установить подушку крепления амортизатора на шток.	0.2
Установить пружину задней подвески на чашку амортизатора.	0.2
Установить прокладку пружины на упругий элемент подвески.	0.2
Совместить шток с отверстием на кузове автомобиля с помощью приспособления.	0.4
Установить подушку крепления амортизатора.	0.2
Установить шайбу подушки крепления амортизатора на шток.	0.2
Наживить гайку на резьбу штока амортизатора.	0.3

Продолжение таблицы 3.1

Взять гайковерт и произвести затяжку гайку крепления амортизатора.	0.2
Освободить амортизатор задней подвески из приспособления, привести приспособление в начальную позицию.	0.3
Итого:	3.2
2. Установка кронштейна крепления задней подвески	
Взять кронштейн крепления рычагов задней подвески и произвести его осмотр.	0.3
Взять шайбы и гайки в количестве 3 штук для каждого наименования.	0.3
Установить кронштейн крепления рычагов задней подвески на кузов. Наживить шайбы и гайки на болты крепления кронштейна.	0.7
Взять гайковерт и произвести затяжку гайки крепления кронштейна задней подвески.	0.3
Итого	1.6
3. Установка рычагов задней подвески с тормозами в сборе.	
Произвести осмотр рычагов задней подвески с тормозами в сборе.	0.5
Установить рычаги задней подвески с тормозами в сборе в специальное приспособление.	0.6
Совместить отверстия шарниров рычагов с отверстиями кронштейнов. С помощью приспособления установить рычаги задней подвески в положение, соответствующее конструктивной нагрузке автомобиля.	0.4

Продолжение таблицы 3.1

Взять болт, шайбу и гайку. Пропустить болт через отверстия кронштейна и шарнира рычагов. Наживить шайбу и гайку на болт.	
Взять болт и гайку крепления амортизатора.	0.5
Пропустить болт через отверстия шарнира амортизатора и кронштейна на рычагах задней подвески. Наживить гайку на болт.	
Гайковертом произвести затяжку гайку крепления рычагов задней подвески к кузову и гайку крепления амортизатора к рычагам.	0.4
Высвободить рычаги задней подвески из приспособления и переместить приспособление в первоначальное рабочее положение.	0.8
Итого:	3.2
Суммарное время на выполнение сборочного процесса: 8 мин	

3.5 Трудоемкость установки подвески

Для расчета общей трудоемкости сборки задней подвески, воспользуемся вышеприведенным перечнем сборочных работ, принимая во внимание, что сборку амортизаторов задней подвески, а также установку их на автомобиль и установку кронштейнов крепления рычагов задней подвески необходимо производить в двойном объеме: с правой и с левой стороны автомобиля.

Таким образом, рассчитываем:

$$t_{\text{оп}}^{\text{ОБЩ}} = \sum t_{\text{оп}} = 2 \cdot (1,05 + 0,95 + 0,9) + 2,1 = 7.9 \text{ мин} \quad (3.1)$$

При производственных расчетах немаловажную роль играют также организационно-технические мероприятия, необходимые для обслуживания

рабочего места, а также поправочный коэффициент на перерывы для отдыха и усталость операторов к концу смены.

Данные расчеты можно провести, введя поправочные коэффициенты α для организационно-технических работ, и β для поправки на усталость и отдых операторов. Зададимся следующими значениями:

$$\alpha = 2\%; \beta = 4\%$$

Тогда расчет фактической трудоемкости на сборку задней подвески будет выполнен по следующей формуле

$$t_{шт}^{ОБЩ} = t_{оп}^{ОБЩ} + t_{оп}^{ОБЩ} \cdot (\alpha + \beta) \quad (3.2)$$

$$t_{шт}^{ОБЩ} = 7,9 + 7,9 \cdot (0,02 + 0,04) = 8,37 \text{ мин}$$

6 Выбор организационной формы установки подвески

Учитывая годовой объем выпуска автомобилей, а также, принимая во внимание особенности конструкции задней подвески и сложность технологического процесса установки ее на автомобиль, для данного изделия целесообразно выбрать поточную систему сборки с разбивкой всего процесса на отдельные операции. Кроме того, особенности конструкции подвески необходимо учитывать и при проектировании конвейерной линии сборки автомобиля. Так, монтаж задних амортизаторов на автомобиль должен производиться при положении автомобиля на уровне груди оператора, а монтаж рычагов задней подвески – при положении автомобиля над головой рабочего.

Поточная форма сборки с дроблением операций требует разбивку технологического процесса таким образом, чтобы время операций было рассчитано и кратно такту выпуска изделия. Произведем расчет такта выпуска автомобилей по формуле:

$$T = (\Phi_d \cdot 60) / N, \quad (3.3)$$

где Φ_d – годовой фонд рабочего времени рабочего места или участка в часах.

N – годовая программа выпуска продукции в штуках;

Произведем расчет такта выпуска автомобиля:

$$T = \frac{4015 \cdot 60}{120000} = 2 \text{ мин}$$

Проанализировав результаты расчетов, можно сделать вывод, что технологическая карта сформирована верно, а каждая отдельная операция либо кратна такту сборки, либо практически совпадает с ним. Дальнейшую оптимизацию сборочного процесса рычагов задней подвески можно произвести путем доработки эргономики рабочего места.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

4.1.1 Анализ влияния модернизации задней подвески на параметры устойчивости, управляемости и плавности хода автомобиля

Уровень активной безопасности транспортного средства во многом зависит показателей управляемости, устойчивости и плавности хода. Уровень этих характеристик в свою очередь определяется конструктивным исполнением шасси автомобиля, а также его настройкой. Безопасность транспортных средств увеличивается год от года, также и потребительские свойства автомобилей постоянно улучшаются. Различного рода электронные помощники и активные подвески позволяют обеспечить высокие показатели управляемости, устойчивости и плавности хода как на дорогах с хорошим, так и с плохим покрытием.

Так модернизируемый автомобиль является бюджетным и не имеет большого количества электронных вспомогательных систем и элементов подвески с управляемыми характеристиками, поэтому в данной работе предлагается модернизация путем настройки задней подвески с целью улучшения характеристик управляемости и курсовой устойчивости транспортного средства в целевых условиях его эксплуатации, т.е. при движении по дорогам общего пользования с хорошим качеством. Конструктивно данное улучшение обеспечивается увеличением жесткости упругого элемента задней подвески.

4.1.2 Управляемость и устойчивость транспортного средства

4.1.2 Управляемость и устойчивость транспортного средства

«Способность автомобиля изменять и сохранять направление движения при изменении положения руля называется управляемостью»[4]. А способность транспортного средства двигаться с постоянным сцеплением колес с дорогой называют устойчивостью. Законодательные требования, применяемые для данных характеристик автомобиля изложены в ГОСТ Р 52302-2004 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний».

«Для успешной сертификации автомобиля значение усилия на рулевом колесе должно быть не более 60 Н во время стоянки и не более 150 Н»[4]. Для движущегося транспортного средства, оборудованного усилителем руля, а в случае выхода усилителя из строя не должно превышать 300 Н. Также автомобиль проверяется в режимах поворота и переставки, в них автомобиль движется со скоростью 72 и 83 км/ч соответственно.

Увеличение жесткости упругого элемента задней подвески, рассмотренное в рамках предлагаемой модернизации, должны обеспечить улучшение показателей управляемости и устойчивости. Поэтому соответствие автомобиля ГОСТ Р 52302-2004 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний» будет обеспечено.

4.1.3 Шум внутренний

«Под шумом понимают колебания различной физической природы со сложной временной и спектральной структурой.»[4] Автопроизводители во всем мире непрерывно работают над снижением уровнем шума в своих автомобилях. Уровни внешних шумов, и особенно внутренних являются одними из важных показателей для потребителя. Низкий уровень шума в автомобиле является «синонимом» качества для потребителя. Шум способен не только оказать раздражающий эффект на нервную систему человека, но и способен стать причиной повышенной утомляемости, снижения

работоспособности и концентрации, т.е. шум может увеличить вероятность возникновения аварийной ситуации.

Законодательные требования, регламентирующие величины шумов в автомобилях изложены в ГОСТ Р 51616-2000 «Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний».

«Нормированию подлежат следующие величины шума во время разгона, шума во время движения с постоянной скоростью, шума климатических и вентиляционных систем автомобиля.»[4]

Так, например, для грузовых транспортных средств междугородного и международного использования шум не должен превышать 80 дБА. Для остальных грузовых, а также легковых автомобилей величина должна быть не более 78 дБА. При этом допустимая погрешность значения внутреннего шума может составлять до 2 дБА.

Увеличение жесткости упругого элемента задней подвески, рассмотренное в рамках предлагаемой модернизации, не окажет влияние на уровень внутреннего шума автомобиля. Также принимая во внимание, что серийный автомобиль полностью сертифицирован, то можно утверждать, что и автомобиль с модернизированной подвеской будет соответствовать ГОСТ Р 51616-2000 «Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний».

4.1.4 Плавность хода

«Плавностью хода называют возможность движения автомобиля по дорогам различного качества с приемлемыми величинами колебаний кузова.»[4] Так же, как и шум, толчки и вибрации вызванные неровностями дороги могут увеличить физическую утомляемость водителя и пассажиров, привести к повреждению перевозимого багажа, а также значительно снизить долговечность узлов и деталей кузова и подвески. Величина плавности хода может существенно различаться в зависимости от следующих

конструктивных особенностей автомобиля таких как массогабаритные параметры, размерность шин, развесовка, упругость сидений и т.д.

«Законодательные требования, применимые для величины плавности хода автомобиля описаны в ОСТ 37.001.275 «Автотранспортные средства. Методы испытаний на плавность хода» и ОСТ 37.001.291 «Автотранспортные средства. Технические нормы плавности хода»»[4].

Увеличение жесткости упругого элемента задней подвески, рассмотренное в рамках предлагаемой модернизации, может изменить плавность хода в худшую сторону, однако, учитывая уровень ездовых характеристик конкурентов, можно утверждать, что модернизируемый автомобиль будет соответствовать вышеуказанным ОСТ.

4.1.5 Технологический паспорт задней подвески

Технологический паспорт модернизированной подвески, разработанный на основании технологического процесса, описанного в 3ем разделе данной работы, будет иметь следующий вид:

Таблица 4.1 - Технологический паспорт задней подвески

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
2	3	4	5	6
Монтаж задней	Монтаж амортизатора	Слесарь механо-	Приспособление для	Амортизатор задней

подвески	задней подвески	сборочных работ, 1 человек	установки амортизатора СПУ-1, пневмогайков ерт RT-5563М	подвески, крепежные элементы
----------	-----------------	----------------------------	---	------------------------------

Продолжение таблицы 4.1

Монтаж задней подвески	Монтаж кронштейна крепления задней подвески	Слесарь механо-сборочных работ, 1 человек	Пневмогайковоерт RT-5563М	Кронштейн крепления рычагов задней подвески, крепежные элементы
Монтаж задней подвески	Монтаж рычагов задней подвески	Слесарь механо-сборочных работ, 2 человека	Пневмогайковоерт RT-5563М	Рычаги задней подвески, крепежные элементы

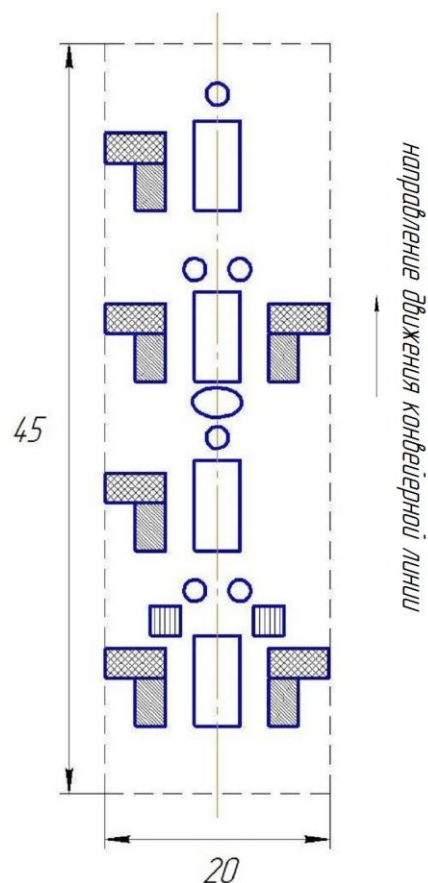
4.2 Идентификация профессиональных рисков

4.2.1 Описание рабочего места

Рабочим местом называют выделенный участок производственной площадки, закреплённый за работником или группой работников для выполнения ими своих служебных обязанностей. На рабочем месте должно быть предусмотрено место для инструмента, специальных приспособлений, документации, а также для контейнеров и другой тары. Рабочие места могут существенно отличаться друг от друга в зависимости от характера выполняемой операции и количества персонала, задействованного в данной работе.

Современные автомобили в подавляющем большинстве собираются на конвейере. Конвейер как механизм известен достаточно давно, однако, для автомобилестроения датой начала его использования считается 1908 г. В этом году Генри Форд создает эффективное поточное производство на базе конвейера, одно из знаков событий промышленной революции. С тех пор конвейер начинает получать все большее распространение.

Согласно общему определению под конвейером понимают транспортировочную машину, предназначенную для перемещения различных грузов. В случае для автомобилестроения таким грузом является кузов, который во время движения по конвейеру от одного рабочего места к другому постепенно оснащается различными узлами и деталями. Участок монтажа подвески конвейерной линии оснащен специальными для данного вида работ инструментами и приспособлениями, и обладает геометрией, обеспечивающей оптимальный уровень удобства выполнения работниками своих обязанностей. После монтажа подвески кузов продолжает свое движение по линии, где устанавливаются другие различные детали и узлы.



- – рабочее место
- ▤ – приспособление для подсыжки амортизатора
- – приспособление для установки рычагов подвески
- ▨ – производственная тара
- ▧ – стеллаж для инструмента, крепежа и документации
- – автомобиль

Рисунок 8 - Схема участка установки задней подвески

4.2.2 Идентификация профессиональных рисков на сборочном участке

Опасные производственные факторы — это частные случаи факторов окружающей среды и деятельности, вызванные или связанные с трудовой деятельностью человека. Опасные производственные факторы могут стать причиной возникновения травм у работников, а вредные могут быть причиной появления и развития у них профессиональных заболеваний.

Вредные и опасные производственные факторы классифицируются следующим образом:

- 1) Химические;

- 2) Физические;
- 3) Психофизиологические;
- 4) Биологические.

«Химические факторы разделяют по характеру воздействия (токсические, раздражающие, мутагенные, канцерогенные и др.) и по способу проникновения в организм человека (через органы дыхания, через желудочно-кишечный тракт, через кожные покровы и слизистые оболочки).» [4]

Среди основных физических опасных и вредных производственных факторов выделяют электрический ток, шум и вибрации, опасные значения температуры веществ и окружающей среды.

«К психофизиологическим факторам относят физические и эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение, монотонность труда и др.» [4]

В качестве биологических опасных и вредных производственных факторов могут выступать различные микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности.

На участке монтажа подвески наибольший риск для работника представляют опасные производственные факторы. Для этого участка таковыми факторами будут являться цеховой транспорт, движущиеся детали конвейерной линии и приспособлений. Наиболее выраженным для данного участка вредным фактором будет являться шум, вызванный работой гайковертов и конвейерной линии. Также в подобных помещениях возможны отклонения от температурного режима.

4.3 Мероприятия по уменьшению профессиональных рисков

Инструктаж персонала по охране труда является одним из эффективных мероприятий, направленных на снижение уровня травматизма в производстве. Своевременное его проведение совместно с внедрением

следующих мероприятий позволит существенно снизить вероятность несчастных случаев:

- 1) установка препятствий, определяющих зоны движения погрузчиков и персонала;
- 2) обозначение зон движения персонала и транспорта специальной дорожной разметкой;
- 3) установка специальных кожухов и ограждений для изоляции персонала от движущихся деталей станков и приспособлений.

Увеличение доли механизации во всех сферах жизнедеятельности человека потребовало углубленного изучения и анализа влияния шума на организм человека. Область науки, которая занимается данным видом деятельности называется аудиологией. На основании результатов современных исследований был сделан вывод, что кратковременное воздействие шумов способно привести к увеличению утомляемости человека, а постоянное их воздействие приводит к снижению слуховой чувствительности. В случае значительного превышения величины шума слуховая чувствительность человека падает через 1-2 года, для шумов средней величины это время составляет от 5 до 10 лет. Другими побочными эффектами, вызванными влиянием шума могут быть головокружение и головная боль.

Меры, уменьшающие отрицательное влияние шума на производственный персонал можно разделить на звукопоглощение, звукоизоляцию и организационно-технические меры.

Звукопоглощение может обеспечиваться как отдельными стационарными устройствами, так и использованием специальных покрытий на поверхностях деталей машин и механизмов. Для повышения звукоизоляционных свойств можно применять различные конструкции барьеров, экранов или кожухов. К организационно-техническим мерам можно отнести использование различных глушителей и резонаторов. Однако лучшим методом снижения шума является рациональное проектирования

оборудования и оснастки путем использования оптимальных конструкторских решений. Примером оптимального с точки зрения данной проблемы технического решения, например, является замена прямозубых шестерней на косозубые, оно способно значительно снизить общий уровень шума устройства.

Для уменьшения влияния шума также необходимо обеспечивать персонал индивидуальными средствами защиты, например, наушниками или берушами.

4.4 Пожарная безопасность сборочного участка

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожар — это неконтролируемый процесс горения различных веществ, способный причинить физический, материальный или другой ущерб человеку.

Согласно одной из классификаций пожары можно определить по внешним признакам горения. Таким образом, все пожары делятся на наружные, внутренние, одновременно внутренние и наружные, открытые и скрытые.

Существует также классификация по виду горючего материала. Согласно данной классификации пожарам, вызванным горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов присваивается класс А, вызванных воспламенением и горением жидкостей или плавящихся материалов — класс В, вызванных горением газа — класс С, горением металлов — D, вызванных горением электроустановок и объектов, находящихся под напряжением — E, и, наконец, вызванных горением радиоактивных веществ и отходов — F.

Сопутствующими опасными факторами пожара являются открытое пламя и искры, чрезмерная величина теплового потока, опасное увеличение температуры окружающей среды, рост концентрации токсичных продуктов горения и термического разложения в кислороде, а также его пониженная

концентрация, задымление зданий и сооружений и, как следствие, снижение видимости.

Также следствием пожаров может являться обвал зданий, повреждение коммуникаций и производственного оборудования, формирование радиоактивных соединений и токсичных веществ; возникновение коротких замыкания электросети; негативное влияние средств пожаротушения на здоровье персонала и работоспособность производственного оборудования.

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Самым известным инструментом ликвидации возгораний является огнетушитель. Максимальная эффективность его использования приходится на начало развития пожара. Далее его применение нецелесообразно и необходимо использовать более мощные инструменты. Местоположение огнетушителя в зданиях и сооружениях должно быть строго определено. Он может располагаться либо на полу, либо может быть закреплен на стене с помощью специального кронштейна.

Среди других инструментов пожаротушения можно также отметить противопожарные устройства, подключенными к водопроводной сети. Такие устройства могут работать в автоматическом режиме и не требуют дополнительных действий от персонала или пожарных для их активации.

Если рассматривать организационные меры по обеспечению пожарной безопасности на производственном участке, то наиболее эффективными будут являться обучения рабочих охране труда и внедрение тщательно подготовленного плана эвакуации персонала. Разделение потоков людей при выходе из горящего здания может существенно уменьшить количество жертв и снижает общее время эвакуации, тем самым позволяя пожарным раньше начать ликвидировать возгорание.

4.5 Экологическая безопасность сборочного участка

«Экологией называют науку о взаимодействиях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой.» [19]

Среди самых опасных производственных участков можно выделить окрасочные участки, для них характерна высокая концентрация токсичных веществ в воздухе, прессовые производства, имеющие высокий уровень шума и способные вызвать у работников вибрационную болезнь, участки механической обработки, где персонал имеет контакт с достаточно вредной СОЖ и др. Участок монтажа задней подвески в этом отношении значительно безопаснее для работников и обладает меньшей вредностью. Обычно на таких участках применяют только электропогрузчики, за счет чего обеспечивается отсутствие вредных веществ в воздухе, подвижные элементы конвейерной линии огорожены барьерами и закрыты кожухами, температура воздуха регулируется за счет развитой вентиляционной системы.

Принимая во внимание вышесказанное, можно сделать вывод о том, что участок монтажа подвески не оказывает негативного влияние на окружающую среду и здоровье рабочих.

4.6 Заключение

В текущем разделе дипломной работы было подтверждено соответствие конструкции модернизированной подвески и сборочного участка законодательным требованиям в части экологии и безопасности.

5 Технико-экономическая оценка модернизируемой подвески

Целью данного дипломного проекта является модернизация задней подвески автомобиля Lada Granta. Суть модернизации заключается в замене пружины задней подвески со стандартной цилиндрической пружины на пружину с изменяемым шагом витка. Данная модернизация позволит обеспечить одинаковую плавность хода и постоянство собственной частоты колебаний задней подвески вне зависимости от загрузки автомобиля.

Учитывая, что предложенная модернизация не предполагает значительного изменения конструкции подвесок, ее направляющего аппарата, инвестиции на внедрение данной модернизации в производство будут минимальны. Это следует учитывать при расчетах экономической

эффективности. Кроме того, это позволит легче и быстрее внедрить данную модернизацию в серийное производство автомобиля.

Пружина задней подвески автомобиля Lada Granta является покупным изделием, поэтому расчет себестоимости изделия не включает статью расходов на закупку сырых материалов. Однако, новая пружина несколько дороже базовой, что приведет к увеличению себестоимости задней подвески по сравнению с базовым вариантом. Тем не менее, новая пружина позволит значительно улучшить потребительские качества автомобиля, снизит утомляемость водителя, что повлечет улучшение показателей безопасности данного автомобиля. Таким образом, некоторой экономии удастся добиться за счет общественно значимой экономии.

5.1 Себестоимость модернизированной подвески

Данные для расчёта себестоимости узла были предоставлены ответственными подразделениями ОАО «АВТОВАЗ» в марте 2018 года в ходе практики. Производственная программа модернизированной конструкции подвески будет составлять 150000 единиц в год.

Формула нахождения затрат на покупные изделия:

$$П_u = Ц_i * n_i * (1 + K_{мзп}/100) \quad (4.1)$$

где $Ц_i$ – оптовая цена того или иного изделия, руб;

n_i – количество данных изделий, шт.

Обычно расчет данной статьи удобнее выполнять в виде таблицы, однако в нашем случае меняется только один компонент. Поэтому найдем расходы по данной статье подставив значения в формулу:

$$П_u = 745,15 * 2 * (1 + 3/100) = 1535,01 \text{ руб}$$

Расчет затрат на покупные изделия представлен в таблице 5.2

Таблица 5.2 – «Расчет расход на покупные комплектующие изделия (проект)»[4]

Наименование покупного изделия	Количество	Средняя цена за 1 шт, руб.	Сумма, руб.
--------------------------------	------------	----------------------------	-------------

Амортизатор	2	800	1600
Прокладка пружины	2	20	40
Подушка амортизатора	4	10	40
Буфер сжатия	2	70	140
Крепеж	24	1,6	38,4
ИТОГО:			1858,4
«Транспортно-заготовительные расходы» [13]		3%	55,75
Всего:			1914,15

Основная заработная плата рабочих:

$$Z_o = Z_m * (1 + K_{прем} / 100), \quad (4.2)$$

где « $K_{прем}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %»[4]

Z_m – «тарифная заработная плата, руб.»[4]

$$Z_m = Cp_i * T_i, \quad (4.3)$$

« Cp_i – часовая тарифная ставка, руб.»[4]

« T_i – трудоёмкость выполнения операций, час.»[4]

Расчет данной статьи удобнее выполнить в форме таблицы, так как в данном случае у нас присутствует несколько различных операций, который по разному тарифицируются. Расчет приведен в таблице 5.3

Таблица 5.3 – Расчет основной заработной платы производственного персонала

Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
Сборочные	4	0.23	80	18.4
Контрольные	5	0.03	90	2.7

ИТОГО:				21.1
Премияльные доплаты	25%			5.28
Основная з/п				26.38

«Дополнительная заработная плата:»[14]

«Дополнительная заработная плата рабочих рассчитывается исходя из основной заработной платы и коэффициента доплат и выплат, не связанных с работой на производстве, принятом на предприятии.» [4] Найте ее можно по формуле:

$$Z_{дон} = Z_o * K_{вып} = 98,67 * 0,15 = 14,8 \text{ руб} \quad (4.4)$$

где « $K_{вып}$ – коэффициент доплат или выплат, не связанных с работой на производстве, %.»[4]

«Отчисления в страховые взносы:»[14]

$$C_{св} = (Z_o + Z_{дон}) * E_{св} / 100, \quad (4.5)$$

где « $E_{св}$ – это коэффициент отчислений в страховые взносы, %.»[4]

Подставив значения в формулу (4.5) получаем:

$$C_{св} = (98,67 + 14,8) * 0,30 = 34,04 \text{ руб}$$

«Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования:»[14]

Статья расходов на содержание и эксплуатацию оборудования рассчитываются исходя из заробной платы основных рабочих, который условно показывает время работы и коэффициента расходов на содержание и эксплуатацию оборудования $E_{обор}$.

Найдем данную статью расходов по формуле:

$$C_{сод.обор} = Z_o * E_{обор} / 100 \quad (4.6)$$

$$C_{сод.обор} = 98,67 * 200 / 100 = 197,34 \text{ руб}$$

«Цеховые расходы:»[14]

Расчитываем цеховые расходы по формуле:

$$C_{цех} = Z_o * E_{цех} / 100 \quad (4.8)$$

где $E_{цех}$ – коэффициент цеховых расходов, %.

Подставляем значения и рассчитываем:

$$C_{цех} = 98,67 * 175 / 100 = 172,67 \text{ руб}$$

«Расходы на инструмент и оснастку:»[14]

Рассчитываем данную статью расходов по формуле:

$$C_{инстр} = Z_o * E_{инстр} / 100 \quad (4.7)$$

где $E_{инстр}$ – коэффициент расходов на инструмент и оснастку, %

$$C_{инстр} = 98,67 * 3 / 100 = 2,96 \text{ руб}$$

Цеховая себестоимость модернизированного узла:

«Совокупность затрат на сырые материалы, покупные изделия, основную и дополнительную заработную плату рабочих, а также затрат на эксплуатацию оборудования, инструмент и прочие цеховые расходы называется цеховой себестоимостью изделия.»[4]

Формула для расчета цеховой себестоимости выглядит как сумма всех ранее рассчитанных затрат:

$$C_{цех.с/с} = \Pi_{и} + Z_o + Z_{доп} + C_{св} + C_{сод.обор} + C_{цех} + C_{инстр} \quad (4.9)$$

Подставляем значения:

$$C_{цех.с/с} = 1535,01 + 98,67 + 14,8 + 34,04 + 197,34 + 2,96 + 172,67 = 2055,49 \text{ руб}$$

«Общезаводские расходы:»[14]

Общезаводские расходы – это условные расходы, которые несет весь завод на одну единицу выпуска изделия. Статья рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{об.зав} = Z_o * E_{об.зав} / 100, \quad (4.10)$$

где $E_{об.зав}$ – это коэффициент общезаводских расходов, %.

Подставим значения:

$$C_{об.зав} = 98,67 * 250 / 100 = 246,68 \text{ руб}$$

«Общезаводская себестоимость:»[14]

Общезаводская себестоимость рассчитывается путем сложения цеховой себестоимости изделия со статьей затрат на общезаводские расходы:

$$C_{об.зав.с/с} = C_{цех.с/с} + C_{об.зав} \quad (4.11)$$

Подставим значения в формулу (4.11) и найдем:

$$C_{об.зав.с/с} = 2055,49 + 246,68 = 2302,17 \text{ руб}$$

«Как правило, после расчета общезаводской себестоимости изделия, связанной непосредственно с выпуском продукции, необходимо рассчитать коммерческие расходы, связанные с рекламой и сбытом произведенной продукции. Рассчитываем данную статью расходов по формуле:

$$C_{ком} = C_{об.зав.с/с} * E_{ком} / 100 \quad (4.12)$$

где « $E_{ком}$ – коэффициент коммерческих расходов, %.»[4]

Подставляем значения:

$$C_{ком} = 2302,17 * 5 / 100 = 115,11 \text{ руб}$$

Полная себестоимость модернизируемой задней подвески:

Полная себестоимость изделия – сумма общезаводской себестоимости с коммерческими расходами предприятия. Находится по формуле:

$$C_{пол} = C_{об.зав.с/с} + C_{ком} \quad (4.13)$$

$$C_{пол} = 2302,17 + 115,11 = 2417,28 \text{ руб}$$

Отпускные цены для базового и проектируемой:

Отпускная цена произведенного изделия рассчитывается исходя из полной себестоимости продукции, умноженной на коэффициент рентабельности. Учитывая что при внедрении модернизации цена автомобиля не изменится, целесообразно в качестве полной себестоимости изделия брать себестоимость базовой конструкции:

$$Ц_{отп} = C_{пол.б} * (1 + K_{рент}) \quad (4.14)$$

Подставляем числа в формулу и получаем:

$$Ц_{отп} = 3389,58 * 1,3 = 4406,45 \text{ руб}$$

$$Ц_{отп.н} = Ц_{отп.б}$$

Анализируя полученные результаты, можно увидеть, что базовая конструкция обладает меньшей себестоимостью при той же цене. Это вызвано тем фактом, что модернизированная пружина несколько дороже базового варианта. При одинаковой отпускной цене изделия это приводит к несколько меньшей рентабельности данного производства. Тем не менее,

новые пружины существенно улучшают плавность хода автомобиля и его безопасность на дороге в следствие меньшей утомляемости водителя. Таким образом, экономии удастся добиться за счет общественной экономии.

5.2 Точка безубыточности производства подвески

Объем производства и продажи изделия, при котором предприятие не получает прибыли, но при этом работает не в убыток, называется точкой безубыточности производства. Таким образом, все издержки и расходы предприятия на покрываются доходами от продажи изделия. Точку безубыточности можно определить как аналитическим так и графическим путем.

Воспользуемся аналитическим методом для расчета точки безубыточности производства модернизированной подвески.

Справедливо следующее равенство:

$$C_{онт} * V_{год} = Z_{пост} + Z_{пер.уд} * V_{год} \quad (4.15)$$

где $C_{онт}$ - цена продукции, руб.;

$V_{год}$ – объём производства, шт.;

$Z_{пост}$ – постоянные издержки, руб.;

$Z_{пер.уд}$ – переменные удельные издержки, руб.

Как видно из формулы (4.15), сперва следует рассчитать постоянные и переменные затраты производства.

Удельные переменные затраты рассчитываются по формуле:

$$Z_{перем.уд.п} = \Pi_{и} + Z_{о} + Z_{дон} + C_{св} \quad (4.16)$$

Подставляем данные:

$$Z_{перем.уд.п} = 1535,01 + 98,67 + 14,8 + 34,04 = 1682,52 \text{ руб}$$

Расчет удельных постоянных затрат производится по формуле:

$$Z_{пост.уд.п} = ((C_{сод.обор} + C_{инстр}) * (100 - H_A) / 100) + C_{цех} + C_{об.зав} + C_{ком} + Ам.уд, \quad (4.17)$$

где $Ам.уд$ – амортизационные отчисления, руб.

H_A – «доля амортизационных отчислений, %.»[4]

В нашем случае $H_A = 15\%$.

Рассчитываем амортизационные отчисления по формуле:

$$A_{м.уд} = (C_{сод.обор} + C_{инстр}) * H_A / 100 \quad (4.18)$$

$$A_{м.уд} = (197,34 + 2,96) * 15 / 100 = 30,05 \text{ руб}$$

Подставляем значения в формулу (4.17) и рассчитываем:

$$З_{пост.уд.н} = (197,34 + 2,96) * (100 - 15) / 100 + 172,67 + 246,68 + 115,11 + 30,05 = 734,77 \text{ руб}$$

Далее рассчитаем издержки на весь объем производства продукции:

$$З_{перем.н} = З_{перем.уд.н} * V_{год} = 1682,52 * 120000 = 201902400 \text{ руб} \quad (4.19)$$

$$З_{пост.н} = З_{пост.уд.н} * V_{год} = 734,77 * 120000 = 88172400 \text{ руб} \quad (4.20)$$

Рассчитаем полную себестоимость выпуска продукции в годовом объеме:

$$C_{пол.г.н} = C_{пол.н} * V_{год} \quad (4.21)$$

$$C_{пол.г.н} = 2417,28 * 120000 = 290073600 \text{ руб}$$

Расчетываем выручку от продажи полного объема выпуска задней подвески:

$$B_n = Ц_{отп} * V_{год} \quad (4.22)$$

$$B_n = 3120,88 * 120000 = 374505600 \text{ руб}$$

Рассчитываем маржинальный доход предприятия по формуле:

$$Д_{марж} = B_n - З_{перем.н} \quad (4.23)$$

$$Д_{марж} = 374505600 - 201902400 = 172603200 \text{ руб}$$

Полученные ранее значения мы можем использовать для расчета критического объема продаж для безубыточного производства:

$$A_{крит} = З_{пост.н} / (Ц_{отп} - З_{перем.уд.н}) \quad (4.24)$$

$$A_{крит} = 88172400 / (3120,88 - 1682,52) = 61300,65 \approx 61305 \text{ шт}$$

Для гарантированного покрытия всех убытков в ходе выпуска продукции, округляем полученное значение в большую сторону. Округление должно быть выполнено до числа кратного пяти.

Воспользуемся графическим методом расчета для проверки, рисунок 8.

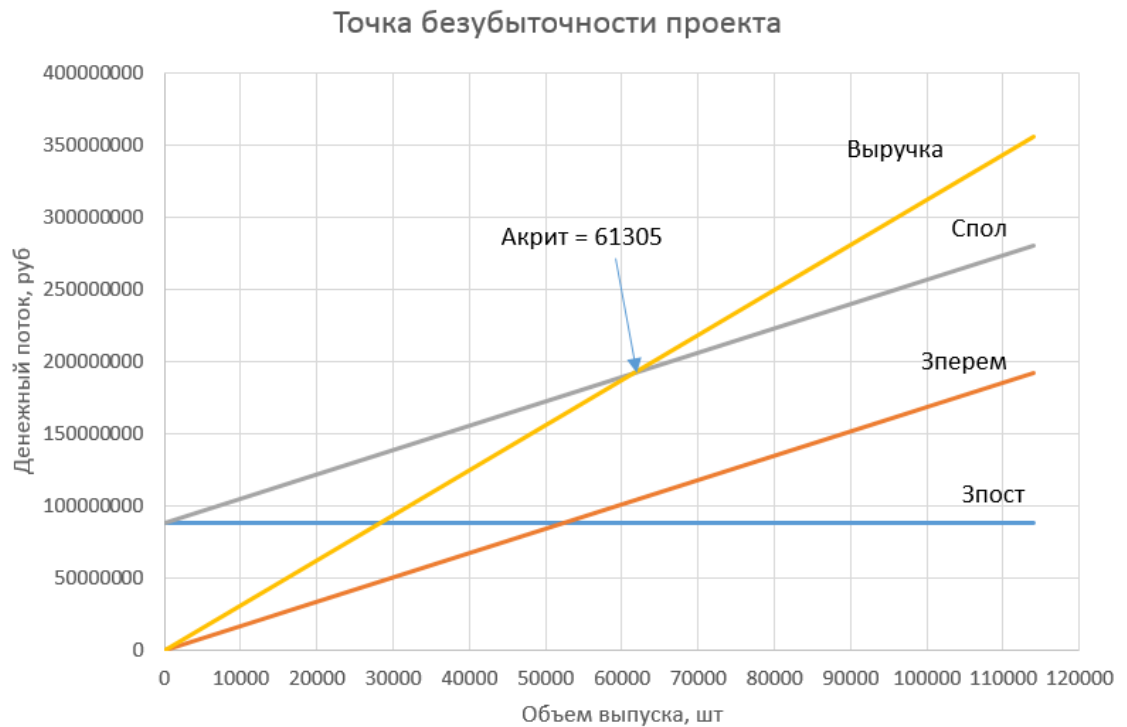


Рисунок 8 – Графический метод определения точки безубыточности

5.3 Коммерческая эффективность модернизации подвески

Для расчета коммерческой эффективности внедрения нового изделия в производство необходимо задаться полным периодом производства нового изделия. В случае задней подвески автомобиля, расчетный период производства – пять лет, плюс один год потребуется на подготовку производства. Таким образом, рассчитываем коммерческую эффективность проекта за 6 лет.

Выход на максимальные объемы производства рассчитан на пятый год производства. Для того, чтобы получить прибыль уже на первом году производства, зададимся для этого года объемом большим, чем объем точки безубыточности.

Таким образом, необходимо рассчитать равномерное увеличение объема производства за пять лет. Для этого воспользуемся формулой:

$$\Delta = (V_{max} - A_{крит}) / (n-1) \quad (4.25)$$

где $V_{max} = V_{год}$ – максимальный объем продукции, шт.;

« $A_{\text{крит.}}$ – критический объём продаж, шт.»[4]

« n - количество лет, с учётом предпроизводственной подготовки.» [4]

Подставляем числа:

$$\Delta = (120000 - 61305) / 5 = 11739 \text{ шт}$$

Для того чтобы корректно сравнивать экономические показатели проектируемой подвески с базовым вариантом, принимаем одинаковый объём продаж для обеих версий.

Для нахождения объёма производства по годам используем формулу:

$$V_{\text{prod.i}} = V_{\text{крит}} + \Delta \quad (4.26)$$

Рассчитываем:

$$V_{\text{prod.1}} = 61305 + 11739 = 73044 \text{ шт}$$

$$V_{\text{prod.2}} = 73044 + 11739 = 84783 \text{ шт}$$

$$V_{\text{prod.3}} = 84783 + 11739 = 96522 \text{ шт}$$

$$V_{\text{prod.4}} = 96522 + 11739 = 108261 \text{ шт}$$

$$V_{\text{prod.5}} = 108261 + 11739 = 120000 \text{ шт}$$

После нахождения объёмов производства найдем выручку по годам. Для этого зададимся формулой:

$$B_i = C_{\text{отп}} * V_{\text{prod.i}} \quad (4.27)$$

Подставляем значения:

$$B_1 = 3120,88 * 73044 = 227961558,72 \text{ руб}$$

$$B_2 = 3120,88 * 84783 = 264597569,04 \text{ руб}$$

$$B_3 = 3120,88 * 96522 = 301233579,36 \text{ руб}$$

$$B_4 = 3120,88 * 108261 = 337869589,68 \text{ руб}$$

$$B_5 = 3120,88 * 120000 = 374505600 \text{ руб}$$

Рассчитываем переменные и постоянные затраты. Необходимо рассчитать для базового и проектного вариантов:

$$Z_{\text{перем.i}} = Z_{\text{перем.уд}} * V_{\text{prod.i}} \quad (4.28)$$

Подставляем значения и рассчитываем для базового варианта:

$$З_{перем.б.1} = 1666,71 * 73044 = 121743165,24 \text{ руб}$$

$$З_{перем.б.2} = 1666,71 * 84783 = 141308673,93 \text{ руб}$$

$$З_{перем.б.3} = 1666,71 * 96522 = 160874182,62 \text{ руб}$$

$$З_{перем.б.4} = 1666,71 * 108261 = 180439691,31 \text{ руб}$$

$$З_{перем.б.5} = 1666,71 * 120000 = 200005200 \text{ руб}$$

Для проектного варианта:

$$З_{перем.п.1} = 1682,52 * 73044 = 122897990,88 \text{ руб}$$

$$З_{перем.п.2} = 1682,52 * 84783 = 142649093,16 \text{ руб}$$

$$З_{перем.п.3} = 1682,52 * 96522 = 162400195,44 \text{ руб}$$

$$З_{перем.п.4} = 1682,52 * 108261 = 182151297,72 \text{ руб}$$

$$З_{перем.п.5} = 1682,52 * 120000 = 201902400 \text{ руб}$$

Рассчитываем постоянные затраты так же для базового и проектного вариантов. Формула для расчетов:

$$З_{пост.б} = З_{пост.уд.б} * V_{год} \quad (4.29)$$

$$З_{пост.б} = 733,97 * 120000 = 88076400 \text{ руб}$$

$$З_{пост.п} = 734,77 * 120000 = 88172400 \text{ руб}$$

Рассчитываем полную себестоимость по годам:

$$C_{пол.i} = З_{перем.i} + З_{пост} \quad (4.30)$$

Базовый вариант:

$$C_{пол.б.1} = 121743165,24 + 88076400 = 209819565,24 \text{ руб}$$

$$C_{пол.б.2} = 141308673,93 + 88076400 = 229385073,93 \text{ руб}$$

$$C_{пол.б.3} = 160874182,62 + 88076400 = 248950582,62 \text{ руб}$$

$$C_{пол.б.4} = 180439691,31 + 88076400 = 268516091,31 \text{ руб}$$

$$C_{пол.б.5} = 200005200 + 88076400 = 288081600 \text{ руб}$$

$$\Sigma C_{пол.} = 1244752913,1 \text{ руб}$$

Проектный вариант:

$$C_{пол.н.1} = 122897990,88 + 88172400 = 211070390,88 \text{ руб}$$

$$C_{пол.н.2} = 142649093,16 + 88172400 = 230821493,16 \text{ руб}$$

$$C_{пол.н.3} = 162400195,44 + 88172400 = 250572595,44 \text{ руб}$$

$$C_{пол.н.4} = 182151297,72 + 88172400 = 270323697,72 \text{ руб}$$

$$C_{пол.н.5} = 201902400 + 88172400 = 290074800 \text{ руб}$$

$$\Sigma C_{пол.} = 1252862977,2 \text{ руб}$$

Рассчитываем налогооблагаемую прибыль по годам. Также как и предыдущие расчеты данные расчет необходимо выполнить для проектного и базового вариантов. Формула расчета налогооблагаемой прибыли:

$$П_{р.обл.i} = B_i - C_{пол.i} \quad (4.31)$$

Базовый вариант:

$$П_{р.обл.б.1} = 227961558,72 - 209819565,24 = 18141993,48 \text{ руб}$$

$$П_{р.обл.б.2} = 264597569,04 - 229385073,93 = 35212495,11 \text{ руб}$$

$$П_{р.обл.б.3} = 301233579,36 - 248950582,62 = 52282996,74 \text{ руб}$$

$$П_{р.обл.б.4} = 337869589,68 - 268516091,31 = 69353498,37 \text{ руб}$$

$$П_{р.обл.б.5} = 374505600 - 288081600 = 86424000 \text{ руб}$$

Проектный вариант:

$$П_{р.обл.н.1} = 227961558,72 - 211070390,88 = 16891167,84 \text{ руб}$$

$$П_{р.обл.н.2} = 264597569,04 - 230821493,16 = 33776075,88 \text{ руб}$$

$$П_{р.обл.н.3} = 301233579,36 - 250572595,44 = 50660983,92 \text{ руб}$$

$$П_{р.обл.н.4} = 337869589,68 - 270323697,72 = 67545891,96 \text{ руб}$$

$$П_{р.обл.н.5} = 374505600 - 290074800 = 84430800 \text{ руб}$$

Теперь следует рассчитать налог, который необходимо уплатить с прибыли. Для Российской Федерации в 2018-м году налоговая ставка составляет 20%. Находим величину налога по формуле:

$$H_{np.i} = П_{р.обл.i} * 0,2 \quad (4.32)$$

Базовый вариант:

$$H_{np.б.1} = 18141993,48 * 0,2 = 3628398,7 \text{ руб}$$

$$H_{np.б.2} = 35212495,11 * 0,2 = 7042499,02 \text{ руб}$$

$$H_{np.б.3} = 52282996,74 * 0,2 = 10456599,35 \text{ руб}$$

$$H_{np.б.4} = 69353498,37 * 0,2 = 13870699,67 \text{ руб}$$

$$H_{np.б.5} = 86424000 * 0,2 = 17284800 \text{ руб}$$

Проектный вариант:

$$H_{np.н.1} = 16891167,84 * 0,2 = 3378233,57 \text{ руб}$$

$$H_{np.н.2} = 33776075,88 * 0,2 = 6755215,18 \text{ руб}$$

$$H_{np.н.3} = 50660983,92 * 0,2 = 10132196,78 \text{ руб}$$

$$H_{np.н.4} = 67545891,96 * 0,2 = 13509178,39 \text{ руб}$$

$$H_{np.н.5} = 84430800 * 0,2 = 16886160 \text{ руб}$$

В таком случае чистая прибыль будет равна:

$$Pr_{ч.i} = Pr_{обл.i} - H_{np.i} \quad (4.33)$$

Базовый вариант:

$$Pr_{ч.б.1} = 18141993,48 - 3628398,7 = 14513594,78 \text{ руб}$$

$$Pr_{ч.б.2} = 35212495,11 - 7042499,02 = 28169996,09 \text{ руб}$$

$$Pr_{ч.б.3} = 52282996,74 - 10456599,35 = 41826397,39 \text{ руб}$$

$$Pr_{ч.б.4} = 69353498,37 - 13870699,67 = 55482798,7 \text{ руб}$$

$$Pr_{ч.б.5} = 86424000 - 17284800 = 69139200 \text{ руб}$$

Проектный вариант:

$$Pr_{ч.н.1} = 16891167,84 - 3378233,57 = 13512934,27 \text{ руб}$$

$$Pr_{ч.н.2} = 33776075,88 - 6755215,18 = 27020860,7 \text{ руб}$$

$$Pr_{ч.н.3} = 50660983,92 - 10132196,78 = 40528787,14 \text{ руб}$$

$$Pr_{ч.н.4} = 67545891,96 - 13509178,39 = 54036713,57 \text{ руб}$$

$$Pr_{ч.н.5} = 84430800 - 16886160 = 67544640 \text{ руб}$$

Приведенные выше расчеты показывают, что базовый вариант приносит больше прибыли, чем проектный. Это объясняется стоимостью покупных изделий. Новая подвеска требует новой пружины, которая несколько дороже базовой. Однако, новый вариант позволяет увеличить долговечность пружины, ввиду того что на некоторых режимах работы некоторые витки не испытывают нагрузок. Ожидаемая прибыль от повышения долговечности:

$$Pr_{\text{ож.д.}i} = (C_{\text{омн.}} * D_2/D_1 - C_{\text{омн.}}) * V_i, \quad (4.34)$$

где D_2 – долговечность проектного варианта

D_1 – долговечность базового варианта

$C_{\text{омн}}$ – цена изделия, долговечность которого повышена, руб

В нашем случае, пружина модернизированной конструкции испытывает имеет большую долговечность по сравнению с базовой приблизительно на 15%. Оптовая цена одной пружины 745,15 рублей. В конструкции задней подвески присутствуют две пружины, поэтому отпускную цену изделия для формулы (4.34) считаем, как удвоенную цену пружины: 1490,3 рубля. Подставляем значения в формулу и рассчитываем ожидаемую прибыль по годам:

$$Pr_{\text{ож.д.}1} = (1490,3 * 1,15 - 1490,3) * 73044 = 16328620,98 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{ож.д.}2} = (1490,3 * 1,15 - 1490,3) * 84783 = 18952815,74 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{ож.д.}3} = (1490,3 * 1,15 - 1490,3) * 96522 = 21577010,49 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{ож.д.}4} = (1490,3 * 1,15 - 1490,3) * 108261 = 24201205,25 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{ож.д.}5} = (1490,3 * 1,15 - 1490,3) * 120000 = 26825400 \text{ руб}$$

Теперь необходимо рассчитать чистый доход по следующей формуле:

$$ЧД_i = Pr_{\text{ч.н.}i} - Pr_{\text{ч.б.}i} + Ам + Э_{\text{общ.}}, \quad (4.35)$$

где $Ам$ – амортизация оборудования на весь объем продукции

$Э_{\text{общ}}$ – общественная экономия. В случае предлагаемой модернизации она эквивалентна ожидаемой прибыли от повышения долговечности пружин задней подвески автомобиля.

Найдем амортизацию оборудования по формуле:

$$A_m = A_{m, \text{уд}} * V_{\text{max}} \quad (4.36)$$

$$A_m = 30,05 * 120000 = 3606000 \text{ руб}$$

Подставляем значения в формулу (4.35) и находим значения:

$$ЧД_1 = 13512934,27 - 14513594,78 + 3606000 + 16328620,98 = 18933960,47 \text{ руб}$$

$$ЧД_2 = 27020860,7 - 28169996,09 + 3606000 + 18952815,74 = 21409680,35 \text{ руб}$$

$$ЧД_3 = 40528787,14 - 41826397,39 + 3606000 + 21577010,49 = 23885400,24 \text{ руб}$$

$$ЧД_4 = 54036713,57 - 55482798,7 + 3606000 + 24201205,25 = 26361120,12 \text{ руб}$$

$$ЧД_5 = 67544640 - 69139200 + 3606000 + 26825400 = 28836840 \text{ руб}$$

Следует рассчитать чистый дисконтированный доход. Он рассчитывается по формуле:

$$ЧДД_i = ЧД_i * \alpha_i, \quad (4.37)$$

где α_i – коэффициент, зависящий от коэффициента дисконтирования E .
Для дальнейших расчетов, принимаем коэффициент дисконтирования $E = 10\%$.

Найдем коэффициент α_i по формуле:

$$\alpha_i = 1/(1+E)^i \quad (4.38)$$

$$\alpha_1 = 0,909$$

$$\alpha_2 = 0,826$$

$$\alpha_3 = 0,751$$

$$\alpha_4 = 0,683$$

$$\alpha_5 = 0,621$$

Подставляем полученные значения в формулу (4.37):

$$ЧДД_1 = 18933960,47 * 0,909 = 17210970,07 \text{ руб}$$

$$ЧДД_2 = 21409680,35 * 0,826 = 17684395,97 \text{ руб}$$

$$\text{ЧДД}_3 = 23885400,24 * 0,751 = 17937935,58 \text{ руб}$$

$$\text{ЧДД}_4 = 26361120,12 * 0,683 = 18004645,04 \text{ руб}$$

$$\text{ЧДД}_5 = 28836840 * 0,621 = 17907677,64 \text{ руб}$$

$$\Sigma \text{ЧДД} = 88745624,3 \text{ руб}$$

Теперь рассчитываем индекс доходности и срок окупаемости проекта. Для осуществления данных расчётов необходимо также задаться коэффициентом капиталообразующих инвестиций $K_{инв}$. Принимая во внимание, что существующий процесс сборки задней подвески не претерпит изменений, и модернизация касается, в основном, покупных изделий данный коэффициент будет достаточно мал. Однако, учитывая, что некоторое время два изделия будут производиться вместе на одной линии, из двух различных компонентов, и под хранение двух артикулов нужно дополнительное место на складе и на производственной ячейке, зададимся малой величиной коэффициента капиталообразующих инвестиций $K_{инв}=3\%$.

Рассчитываем величину капиталообразующих инвестиций по формуле:

$$J_o = K_{инв} * \Sigma C_{пол}. \quad (4.39)$$

$$J_o = 0,03 * 1252862977,2 = 37585889,32 \text{ руб}$$

Рассчитываем суммарный чистый дисконтированный доход, учитывая затраты на инвестиции по формуле:

$$\text{ЧДД} = \Sigma \text{ЧДД} - J_o \quad (4.40)$$

$$\text{ЧДД} = 88745624,3 - 37585889,32 = 51159734,98 \text{ руб} \quad (4.40)$$

Расчет индекса доходности проекта:

$$JD = \text{ЧДД} / J_o \quad (4.41)$$

$$JD = 51159734,98 / 37585889,32 = 1,36$$

Срок окупаемости проекта составит:

$$T_{окуп} = J_o / \text{ЧДД} \quad (4.42)$$

$$T_{окуп} = 37585889,32 / 51159734,98 = 0,73$$

Построим график получения чистого дисконтированного потока по годам (рисунок 9).

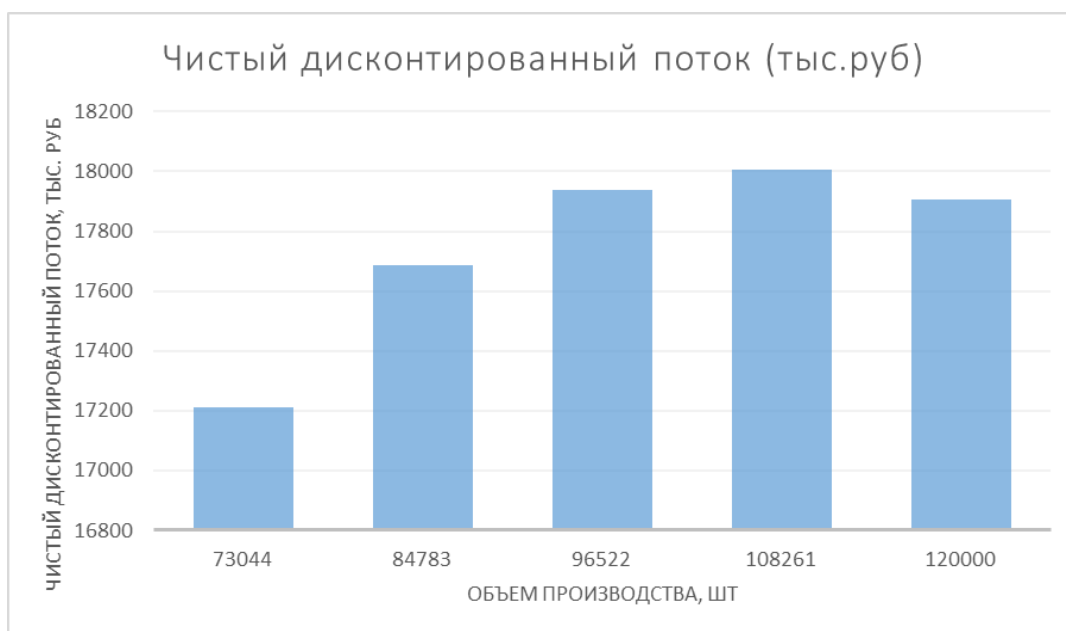


Рисунок 9 – График зависимости прибыли от объема продаж

5.4 Вывод

В процессе расчетов в экономической части дипломного проекта была рассчитана калькуляция себестоимости проектного варианта задней подвески автомобиля и произведено ее сравнение с базовым вариантом. Была рассчитана точка безубыточности производства модернизированного узла, которая составила 61305 изделий в год.

Дальнейшие расчеты указывают на то, что проект безопасен для инвестирования, учитывая положительную величину суммарного чистого дисконтированного дохода на протяжении всего проекта. Индекс доходности проекта больше единицы, а срок окупаемости менее одного года, что делает проект привлекательным с точки зрения экономической эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом данной квалификационной работы является готовый проект модернизации задней подвески легкового автомобиля 2ого класса. Предложенные технические решения позволяют улучшить управляемость и курсовую устойчивость без изменения компоновочной схемы и значительных инвестиций.

Данная работа содержит в себе:

- определение, назначение, классификация подвесок автомобилей и требования, предъявляемые к ее конструкции;
- произведен вариантов исполнений подвесок и определены тенденции в их разработке;
- произведен выбор и обоснование проектируемого варианта конструкции задней подвески;
- выполнен расчет тягово-динамических характеристик транспортного средства;
- произведен расчет упругой характеристики задней подвески;
- произведен расчет упругого элемента задней подвески;
- разработан технологический процесс установки задней подвески на автомобиль;
- подтверждена экономическая эффективность проекта;
- разработаны меры противопожарной безопасности и мероприятия по охране труда.

.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили [Текст] /В.Ф. Родионов, Б.А. Фиттерман. – М.: Машиностроение, 1973.-490 с.
2. Раймпель, Й. Шасси автомобиля [Текст] / Й. Раймпель. – М.: Машиностроение, 1983.-356 с.
3. Валхламов, В.К. «Автомобили. Основы конструкции» [Текст] /В.К. Валхламов, Академия, 2008.-529с.
4. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник [Текст] / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов– М.: Машиностроение, 2004.-704 с.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.2. [Текст] – М.: Машиностроение, 1978.-912 с.
6. Успенский И.Н. Проектирование подвески автомобиля [Текст] – М.: Машиностроение 1976-168с.
7. Лукин, П.П. Гаспарянц, Г.А. Родионов, В.Ф. Конструкция и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы» [Текст] П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов, - М: Машиностроение, 1984. – 376 с.
8. Лата, В.Н. Конструирование и расчет автомобиля. Ходовая часть и системы управления. [Текст] Курс лекций.-125 с.
9. Лукин П.П. Конструирование и расчёт автомобиля [Текст] Машиностроение 1984-373с.
10. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. ТЗ. [Текст]/ Б.В. Кисуленко, Ю.В. Дементьев, И.А. Венгеров – М.: Автополис-плюс, 2005.-560 с.
11. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. пособие [Текст] /Л.А. Черепанов. – Тольятти: ТГУ, 2001.-41 с.
12. Хрипач, В.Я. Экономика предприятия [Текст] / В.Я.Хрипач,

А.С.Головачев, И.В.Головачева и др.; Под ред. В.Я.Хрипача; Академия управления при Президенте Республики Беларусь. Кафедра экономики и организации производства. - Минск, 1997.- 448 с.

13. Сачко, Н.С. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием: Учеб. пособие для вузов [Текст] / Н.С. Сачко, И.М. Бабук, В.И. Демидов и др.; Под ред. Н.С. Сачко, И.М. Бабука. – Минск: Выш.шк., 1988.- 272 с.

14. Грузинов В.П., Грибов В.Д. Экономика предприятия: Учеб. пос. для вузов. 2-е изд., доп. [Текст] / В.П. Грузинов, В.Д. Грибов – М.: Финансы и статистика, 2002. – 207 с.

15. Глущенко, В.Ф. Экономика предприятия. Часть 4. Организация производства. Учеб. пособие [Текст] / В.Ф. Глущенко, Г.А. Краюхин, А.И. Михайлушкин и др.: СПбГИЭУ. – СПб: СПбГИЭУ, 2001. – 101 с.

16. Ипатов, М.И. Организация и планирование машиностроительного производства: Учеб. для машиностр. спец. вузов [Текст] / М.И. Ипатов, М.К. Захарова, К.А. Грачев и др.; Под ред. М.И. Ипатова, В.И. Постникова и М.К. Захаровой.- М.: Высш.шк., 1988.-367 с.

17. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Учебно-методическое пособие [Текст] /Л.Н. Горина, М.И. Фесина – Тольятти: ТГУ, 2016.-51с.

18. Челноков, А. А. Охрана труда: учебник [Электронный ресурс] / А. А. Челноков, И. Н. Жмыхов, В. Н. Цап ; под общ. ред. А. А. Челнокова. - 2-е изд., испр. и доп. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 655 с

19. Челноков, А.А. Основы экологии: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко, И. Н. Жмыхов ; под ред. А. А. Челнокова. - Минск : Вышэйшая школа, 2012. - 543 с.

20. Михнюк, Т.Ф. Охрана труда: учебное пособие [Текст] / Т. Ф. Михнюк. - Минск: ИВЦ Минфина, 2007. - 297 с.

21. Jim D.Dearholt Career Paths Mechanics [Электронный ресурс] / под ред. Jim D.Dearholt, - Express Publishing, 2012. – 261 с.
22. James E. Duffy Modern Automotive Technology [Электронный ресурс] / под ред. James E. Duffy, - Liberty Publishing House, 2014. – 307 с.
23. Mark Schnubel Automotive Suspension and Steering Systems [Электронный ресурс] / под ред. Mark Schnubel, - Express Publishing, 2013. – 365 с.
24. Don Knowles Automotive Technician Test Preparation [Электронный ресурс] / под ред. Don Knowles, - Liberty Publishing House, 2011. – 228 с.
25. Jack Erjavec Automotive Technology [Электронный ресурс] / под ред. Jack Erjavec, - Harper Collins, 2010. – 388 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягового расчета

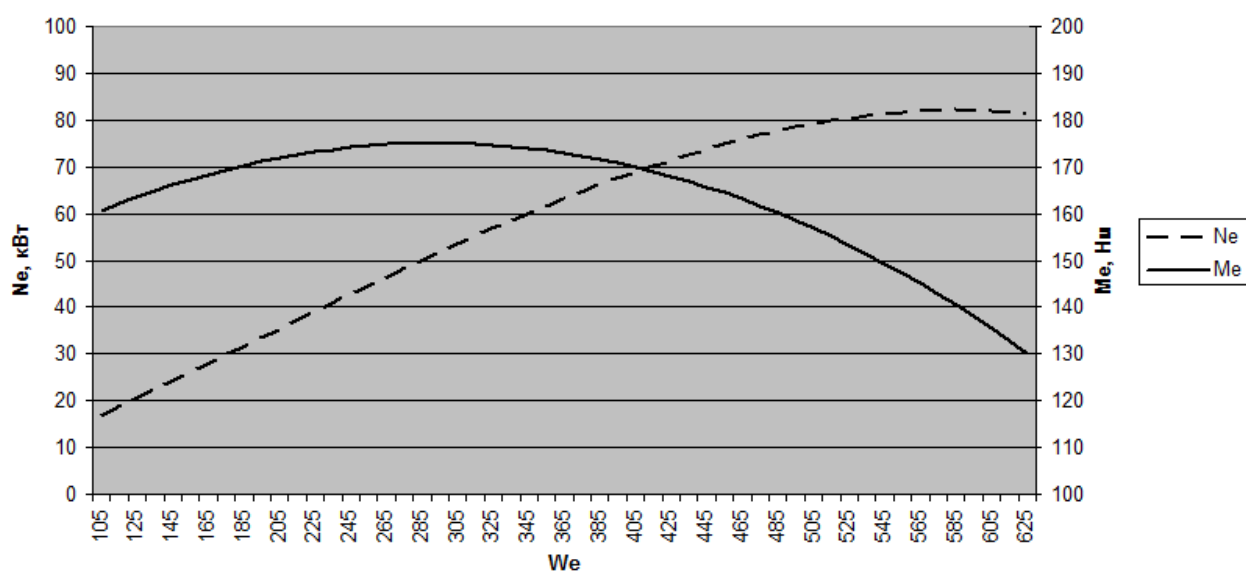


Рисунок А.1 - Внешнескоростная характеристика двигателя

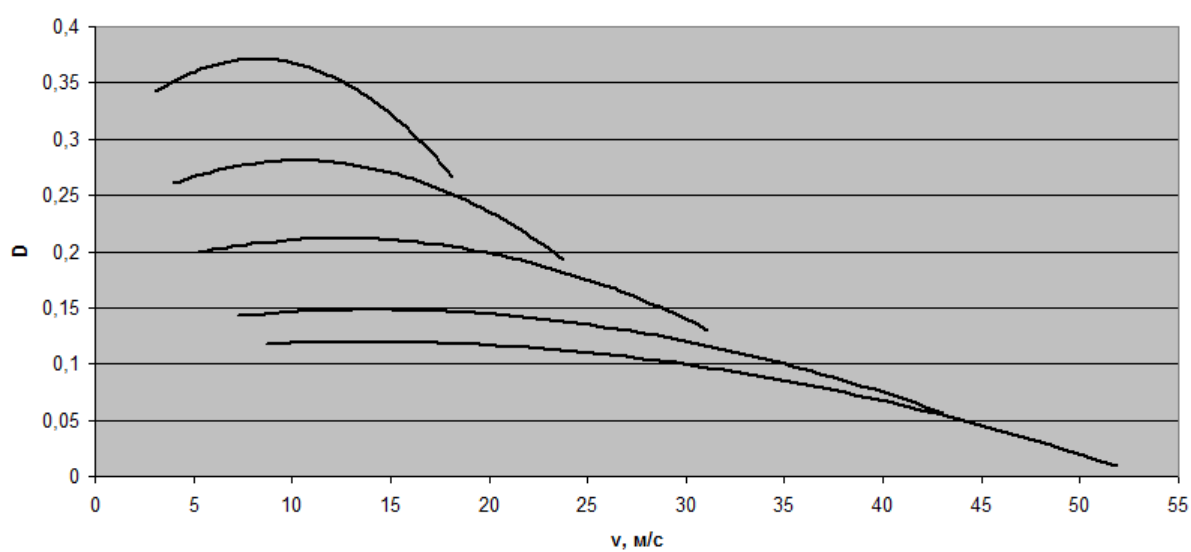


Рисунок А.2 – Динамический фактор автомобиля

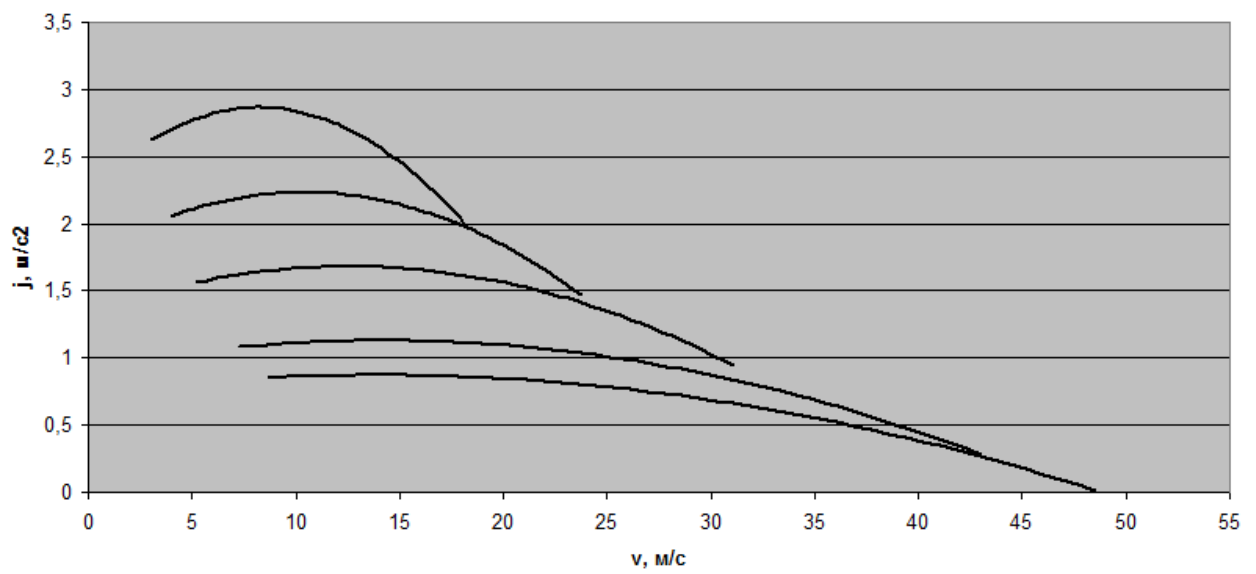


Рисунок А.3 – Ускорения автомобиля

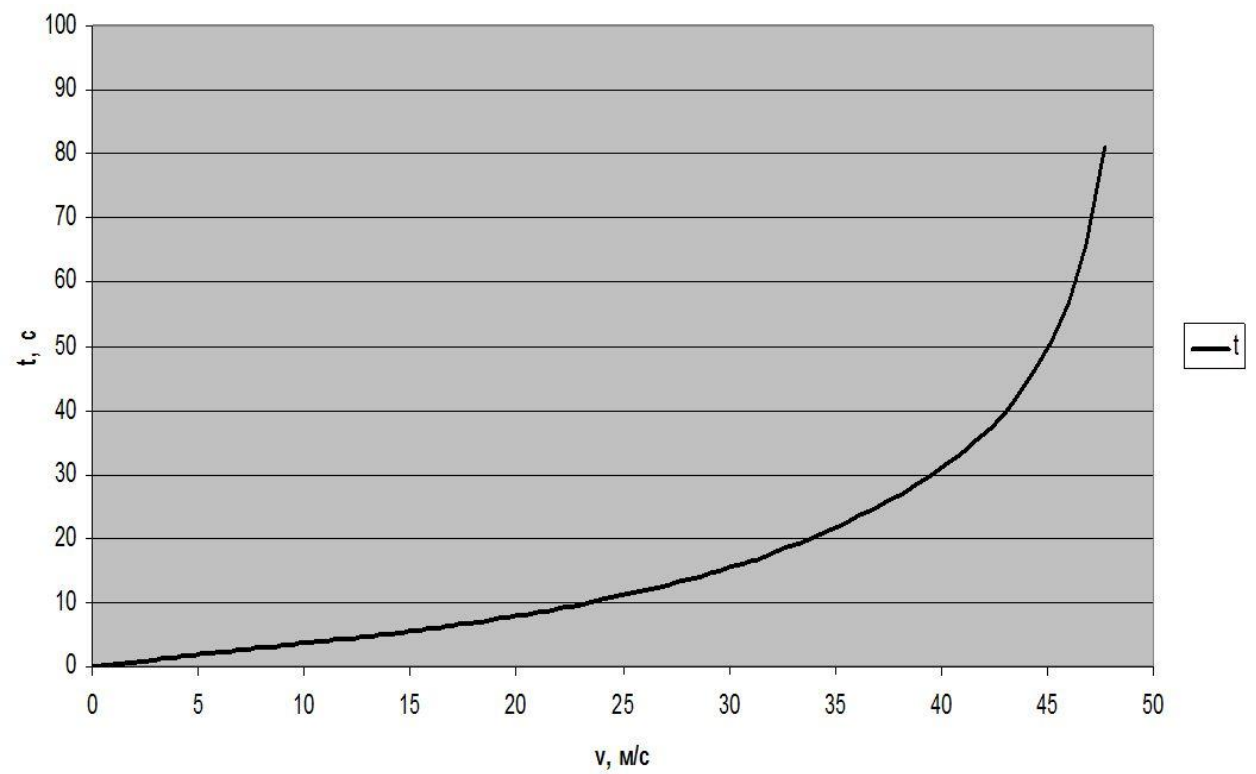


Рисунок А.4 – Время разгона

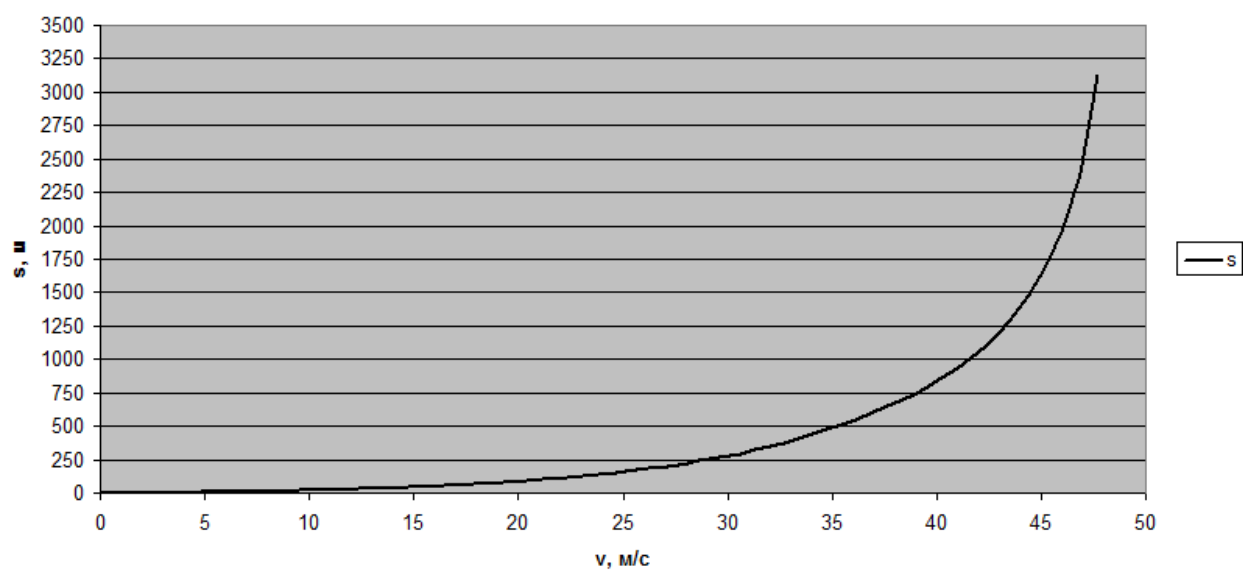


Рисунок А.5 – Путь разгона

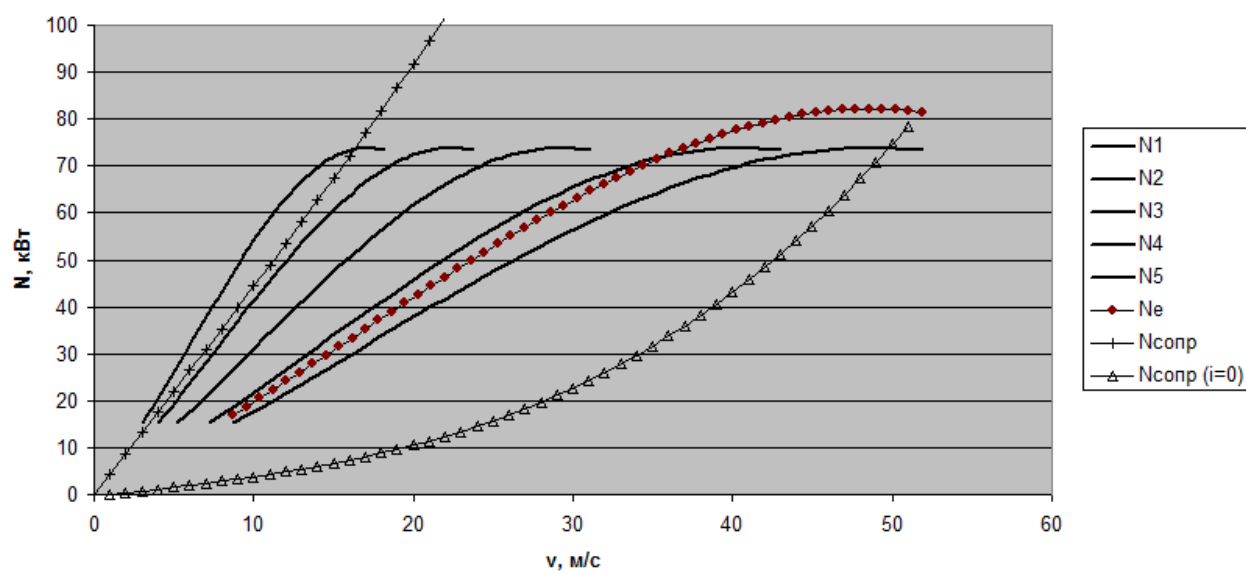


Рисунок А.6 – Мощностной баланс

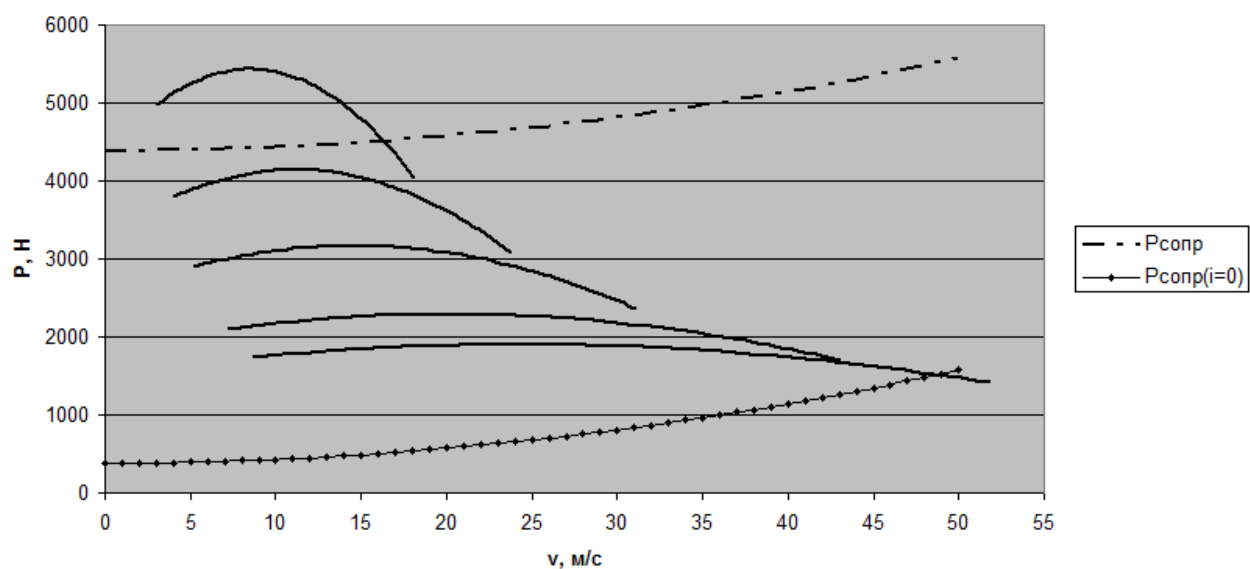


Рисунок А.7 – Тяговый баланс

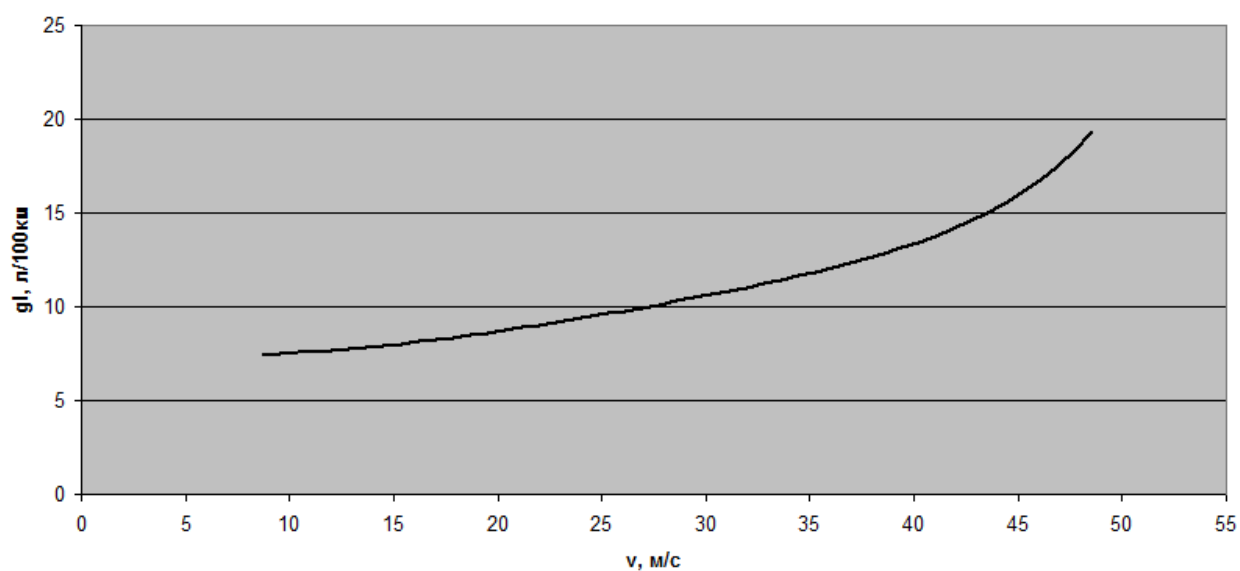


Рисунок А.8 – Топливная экономичность

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Спецификация

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																			
Справ. №	A1			18.ДП.ПиЭА.338.02.00.000.СБ	Сборочный чертеж	1																																				
					Сборочные единицы																																					
	БЧ	1		18.ДП.ПиЭА.338-2914002 СБ	Рычаги задней подвески в сборе	1																																				
	A1	2		18.ДП.ПиЭА.338-2915004 ГЧ	Амортизатор задней подвески в сборе	2																																				
Подп. и дата					Детали																																					
	БЧ	3		18.ДП.ПиЭА.338-2905455	Подушка крепления амортизатора	4																																				
	БЧ	4		18.ДП.ПиЭА.338-2905457	Шайба амортизатора	2																																				
	БЧ	5		18.ДП.ПиЭА.338-2912652	Прокладка изолирующая пружины верхняя	2																																				
Подп. и дата	A1	6		18.ДП.ПиЭА.338.03	Пружина задней подвески	2																																				
	<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Сурихин П.С.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td></td> <td>Соломатин Н.С.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Руков.</td> <td></td> <td>Соломатин Н.С.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td>Егоров А.Г.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td>Бодоровский А.В.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> 18.ДП.ПиЭА.338.02.00.000.СБ Установка задней подвески <table border="1"> <tr> <td>Лит.</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> </table> ТГУ, ИМ гр. АТ-1301							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.		Сурихин П.С.			Проб.		Соломатин Н.С.			Руков.		Соломатин Н.С.			Н.контр.		Егоров А.Г.			Утв.		Бодоровский А.В.			Лит.	Лист	Листов	1	1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																						
Разраб.		Сурихин П.С.																																								
Проб.		Соломатин Н.С.																																								
Руков.		Соломатин Н.С.																																								
Н.контр.		Егоров А.Г.																																								
Утв.		Бодоровский А.В.																																								
Лит.	Лист	Листов																																								
1	1	3																																								
Инв. № подл.	Копировал Формат А4																																									

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
					Б4		7	18.ДП.ПуЭА.338-2912810	Буфер хода сжатия	2		
					Б4		8	18.ДП.ПуЭА.338-2914040	Болт М12х1,25х91	2		
					Б4		9	18.ДП.ПуЭА.338-2914046	Кронштейн крепления задней подвески правый	1		
					Б4		10	18.ДП.ПуЭА.338-2914047	Кронштейн крепления задней подвески левый	1		
					Б4		11	18.ДП.ПуЭА.338-2915542	Втулка амортизатора	2		
					Б4		12	18.ДП.ПуЭА.338-2915608	Крышка кожуха амортизатора	2		
					Б4		13	18.ДП.ПуЭА.338-3103065	Колпак ступицы колеса	2		
					Б4		14	18.ДП.ПуЭА.338-3103068	Кольцо маслоотражающее ступицы	2		
					Б4		15	1/05168/70	Шайба 10 ГОСТ 11371-78	6		
					Б4		16	1/05170/70	Шайба 12 ГОСТ 11371-78	2		
					Б4		17	1/21647/11	Гайка М10х1,25 ГОСТ 5915-70	6		
					Б4		18	1/25745/11	Гайка М10х1,25 ГОСТ 5915-70	2		
					Б4		19	1/26297/01	Шайба ГОСТ 11371-78	6		
								18.ДП.ПуЭА.338.02.00.000.СБ				Лист
Изм. / Лист								№ докум.	Подп.	Дата	2	
								Копировал				Формат А4

