

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 задней подвески

переднеприводного легкового автомобиля 2 класса

Студент

Н.Д. Денисов

(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)

О.В. Головач

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В.

Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 _____ 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.

ANNOTATION

The title of the graduation work is Modernization of Rear Suspension of second class car.

This graduation project touch upon the problem of drivability and stability of the car.

The aim of the work is to make an upgrading that will be acceptable for existing mass production.

The diploma paper consists of an explanatory note on 72 pages, introduction, including figures, tables, 2 appendices and the graphic part on 10 A1 sheets.

The modernization object of the diploma paper is spring characteristics of rear suspension.

The graduation work is divided into five main parts. The first part of my thesis analyzes the design of the car suspension. Besides there is a consideration of the development trends of the suspension in the industry nowadays.

The second part of my thesis concentrates on engineering calculations, such as a trailer dynamic calculation of a car, calculation of the elastic characteristics of the rear suspension and the characteristics of the spring.

In the third part of my thesis we outline the assembly-line of the rear suspension.

The forth part of my thesis develops safety rules during a work at the assembly site. The author points out to the confirmation that the project corresponds to the legal requirements in terms of safety and environmental protection.

In the fifth part we show the economical calculations for the cost of price of designed unit and for the breakeven point of the project and also an evidence of economic efficiency modernization.

The author comes to the conclusion that this modernization can be implemented in the current 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.....	7
1.4 Обзор направлений развития конструкций подвесок.....	10
1.5 Обоснование проектируемой конструкции подвески.....	18
2 Конструкторская часть.....	20
2.1 Расчет тягово-динамических характеристик транспортного средства.....	20
2.2 Обоснование компоновочной схемы подвески.....	21
2.3 Расчет упругой характеристики задней подвески.....	21
2.4 Расчет параметров упругого элемента подвески.....	23
3 Технологическая часть.....	26
3.1. Анализ технологического процесса установки подвески.....	26
3.2 Технологичность разрабатываемой конструкции подвески.....	26
3.3 Технологическая схема установки подвески.....	28
3.4 Перечень сборочных работ.....	29
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.....	41
4.4 Пожарная безопасность сборочного участка.....	43
4.5 Экологическая безопасность сборочного участка.....	45
4.6 Заключение.....	45
5 Технико-экономическая оценка модернизируемой подвески.....	47

5.1 Себестоимость модернизированной подвески.....	47
5.2 Точка безубыточности производства подвески.....	51
5.3 Коммерческая эффективность модернизации подвески.....	54
5.4. Экономический эффект от повышения надежности и долговечности деталей проектируемой подвески.....	57
5.5 Вывод.....	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ А	66
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	70

ВВЕДЕНИЕ

Человечество на протяжении всей своей истории постоянно стремится улучшить уровень жизни. Это характерно для любой сферы деятельности человека. Первые автомобили на паровом ходу сильно напоминали каретные экипажи, взамен которых они проектировались. Не смотря на их низкий КПД уже тогда было очевидно, что развитие подобных транспортных средств в будущем позволит значительно увеличить эффективность перевозок пассажиров и грузов в сравнении с традиционным на то время гужевым транспортом. Современные автомобили мало чем напоминают автомобилей тех лет. Однако подобные изменения не могут произойти в одночасье. Автомобилестроение за свою историю прошло длинный эволюционный путь, результат которого сейчас можно наблюдать. Автомобили стали неотъемлемой частью жизни человека.

Развитие современного автомобилестроения направлена в сторону снижения вреда, наносимого автомобилем окружающей среде. Это один из основных факторов. Другим важным направлением развития является повышение безопасности автомобиля и снижение риска травмирования человека. Безопасность транспортного средства увеличивают за счет комплекса мер. В данной работе предлагается улучшить управляемость и устойчивость легкового автомобиля 2 класса, тем самым сделав автомобиль более понятным в управлении для водителя, а значит и увеличить его безопасность.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение подвески транспортных средств

Подвеской автомобиля называют систему обеспечивающую связь между его колесами и кузовом. Также эта система гасит удары и вибрации, вызванные дефектами дорожного покрытия и передает моменты и силы от дороги на кузов автомобиля.

1.2 Требования, предъявляемые к подвеске

Кинематика подвески обусловлена ее геометрией и должна обеспечивать минимальные изменения базы автомобиля и колеи осей во время его движения. Изменение углов установки колёс также должно быть минимальным.

Характеристики упругих и демпфирующих элементов должны обеспечивать отсутствие пробоев в подвеске, а также должны противодействовать появлению кренов в поворотах и клевков кузова при разгоне и замедлении.

Прочность и долговечность узлов и деталей подвески должна быть достаточной, чтобы обеспечить необходимый уровень безопасности движения автомобиля на протяжении всего срока его эксплуатации.

Масса неподрессоренных элементов подвески должна быть минимальной.

Узлы и детали подвески должны иметь невысокую стоимость, а также быть удобным в изготовлении и обслуживании.

1.3 Варианты конструкций подвесок

Основным критерием для классификации подвесок является наличие связи между колесами одной оси. Согласно данному критерию все подвески делятся на зависимые, независимые и полузависимые.

Для зависимых подвесок характерна жесткая связь между колесами одной оси. «В этом случае изменение положения одного колеса приводит к

изменению положения другого»[2]. При этом расстояние между колесами, т. е. колея, а также расположение колёс относительно друг друга остается неизменным. В такой конструкции подвески расстояние от дорожного полотна до моста всегда остаётся постоянным, т. е. сохраняется постоянный дорожный просвет. Это свойство и сделало данный вид подвески очень популярным для внедорожной техники. Однако при движении на дорогах общего пользования, где неровностей и дефекты дорожного полотна не так велики, а скорость автомобиля значительно выше зависимая подвеска показывают себя не лучшим образом. Перемещение одного из колес оси вызванное дефектами дорожного покрытия приводит к изменению пятна контакта другого колеса. В этом случае хороших показателей курсовой устойчивости, а также управляемости достичь практически невозможно.

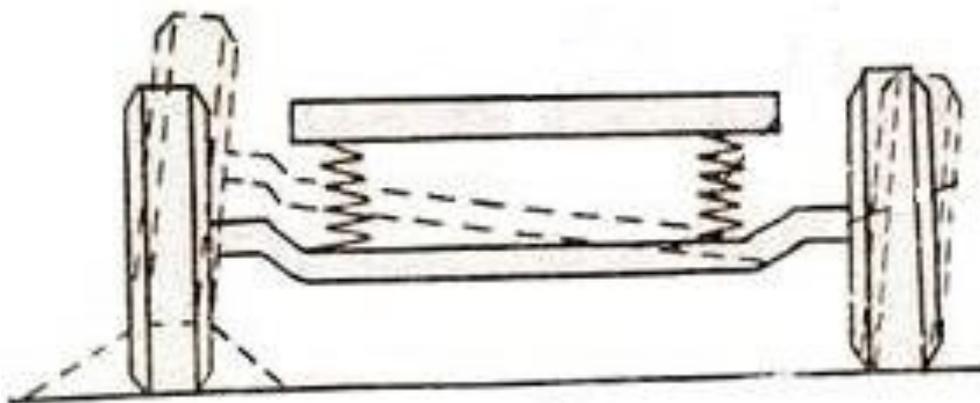


Рисунок 1 – Схема зависимой подвески

Разрешить данные проблемы призвана независимая подвеска. Отсутствие жесткой связи между колесами одной оси позволяет сохранить пятно контакта одного из колес при перемещении другого. Данный тип подвески очень популярен в современном автомобилестроении и практически вытеснил полностью зависимую подвеску. Одним из основных недостатков такой конструкции является непостоянное значение клиренса, вызванное ходами подвески, особенно при одноимённом перемещении колес. Стоит также отметить, что грузоподъемность независимой подвески значительно ниже чем у зависимой. Поэтому в коммерческом транспорте

такую конструкцию можно встретить лишь на лёгких фургонах. Однако в легковых автомобилях такой тип подвески применяется повсеместно в виду высоких показателей ездовых характеристик.

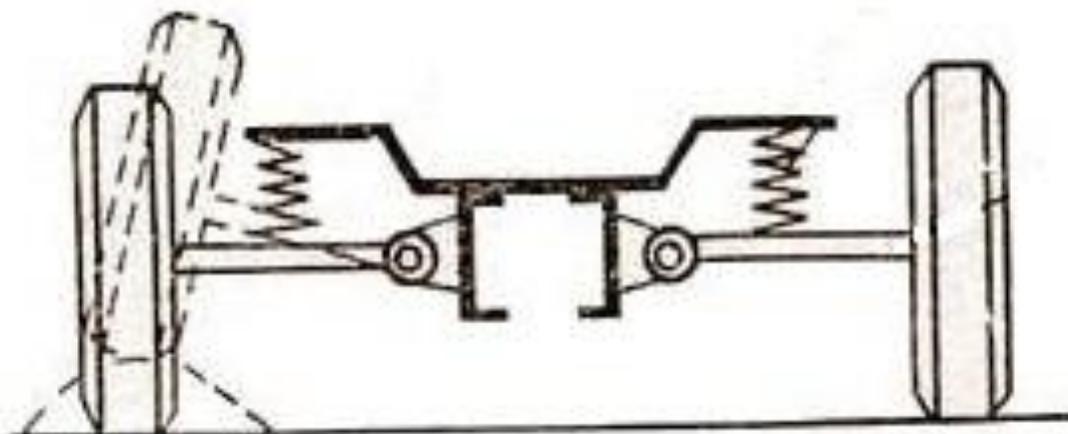


Рисунок 2 – Схема независимой подвески

Ещё один из типов подвески который был разработал сравнительно недавно - полузависимая подвеска. В данной конструкции колеса имеют связь между собой, однако, эта связь не жесткая. Соединительный элемент здесь работает на кручение. Значение дорожного просвета при этом изменяется. «Перемещение одного из колес оси оказывает влияние на другое.»[3] В то же время положение колес друг относительно друга изменяется при ходах подвески, что является отличительной чертой независимой подвески. Стоит отметить, что данный тип подвески можно встретить только лишь в задней оси автомобиля.

Дополнительным критерием при классификации подвесок является наличие возможности автоматического изменение характеристик и геометрии входящих в подвеску узлов и агрегатов. Согласно данному признаку все подвески можно разделить на активные и пассивные. В активной подвеске блок управления ориентируясь на показания датчиков управляет характеристиками или геометрией деталей подвески. Обычно изменяются характеристики стабилизатора поперечной устойчивости, амортизаторов гидравлических или пневмоэлементов. Изменяется при этом не только жесткость подвески, но и высотное положение. Широкое

распространение активная подвеска получили в пассажирском транспорте, а именно в автобусах и троллейбусах. В виду неравномерной загрузки данные транспортные средства подвержены повышенным кренам при движении в поворотах. Эти задачи решает активная подвеска. Позднее такие конструкции стали распространяться на легковые автомобили и в настоящее время доступны в основном в транспортных средствах премиального сегмента. На бюджетных автомобилях и автомобилях среднего класса в противовес активным подвескам используются традиционные пассивные подвески, регулировка характеристик в которых, а также высотное положение кузова невозможно.

1.4 Обзор направлений развития конструкций подвесок

В основе любой конструкции подвески лежит три типа входящих в неё деталей: демпфирующие, упругие и направляющие элементы. Различия в исполнениях этих элементов определяют многообразие конструкций подвесок.

В качестве упругих элементов в конструкциях подвесок транспортных средств наибольшую популярность получили пружины. Пневмоэлементы, как часть активных подвесок, стремительно набирает популярность. Достаточно редко, но всё же можно встретить в конструкциях подвесок легковых автомобилей рессоры и торсионы. Роль демпфирующих элементов в подвесках современных автомобилей выполняют гидравлические амортизаторы. Конструктивно они могут быть однотрубными или двухтрубными, а также активными или неактивными. Направляющими элементами в подвесках автомобилей могут быть реже реактивные штанги или же чаще рычаги.

Задняя зависимая подвеска характерна для автомобилей с приводом на заднюю ось или с приводом на все четыре колеса. Возможно два варианта исполнения такой подвески. В первом случае используется ведущий мост. Он с помощью реактивных штанг или реже рычагов крепится прямо на кузов

или раму автомобиля без использования подрамника. Варианты исполнений направляющего аппарата могут быть следующими: с помощью четырех продольных и одной поперечной штанги; с помощью четырех штанг, две из которых развернуты под углом для восприятия боковых сил; с помощью 2 продольных рычагов и одной поперечной штанги, а также совсем редкий вариант с помощью двух продольных штанг и верхнего треугольного рычага. В схемах с поперечной штангой в зависимости от различных факторов можно использовать вместо нее механизмы Уатта или Скотта-Рассела. В зависимой подвеске в качестве упругих элементов могут быть использованы любые из вышеназванных, кроме торсионов.



Рисунок 3 – Зависимая подвеска с тягой Панара

Следующим вариантом исполнения зависимой подвески является схема, в которой редуктор расположен отдельно на кузове. Такая конструкция получила название Де Дион. В её основе лежит жесткая балка, которая закреплена на кузове с помощью одного или двух шарниров. Такое решение позволяет снизить величину неподрессоренной массы, дает выигрыш в компоновочном плане за счёт отсутствия перемещения редуктора. Среди недостатков можно выделить необходимость организации дополнительных точек крепления редуктора на кузове, а также ограничение

накладывающиеся на хода подвески в виду предельных значение углов шарниров полуосей.

Одним из популярных вариантов исполнения независимой подвески в задней оси является подвеска Чепмэна. Аналог подвески McPherson для передней оси, отличающийся от неё тем лишь, что поворот колес в такой схеме невозможен. Такая конструкция достаточно проста, а количество входящих в нее элементов невелико, что обеспечивает ее невысокую стоимость. Подрамник, использующийся при этом, может быть достаточно простым. Такая схема может быть использована для автомобилей как с приводом на заднюю ось, так и без него. В целом такая конструкция обеспечивает приемлемые ездовые характеристики, достаточные для автомобилей средней ценовой категории.



Рисунок 4 –Подвеска Чепмэна

В более дорогих автомобилях всё чаще применяются многорычажные конструкции. Количество элементов в направляющем аппарате может достигать до 5 штук, а иногда и более. Чтобы закрепить все эти рычаги

применяется более сложный, а, следовательно, и тяжёлый подрамник. Очевидно, что стоимость такой конструкции значительно выше чем у предыдущего варианта, однако и уровень ездовых характеристик значительно лучше. Исполнений многорычажных подвесок достаточно много. Самым знаменитым является подвеска Control Blade, разработанная инженерами Ford.

Основным элементом данной конструкции является массивный продольный рычаг, сваренный из листоштампованных деталей. Ступичный узел крепится непосредственно на данный рычаг. Помимо поперечных рычагов данная схема имеет корректирующую тягу, которая задает оптимальное изменение развала и схождения колес в зависимости от ходов подвески.

Наиболее распространенной конструкцией задней подвески является подвеска Twist Beam или полузависимая подвеска. Ездовые свойства данной схемы нельзя назвать выдающимися, однако, этот недостаток перекрывается множеством преимуществ. Монтаж такой подвески чрезвычайно прост. Для закрепления ее на кузове требуется от четырех до шести точек. Масса её значительно меньше зависимых и независимых аналогов. Стоимость такой конструкции также существенно меньше, что определило её сверх популярность в автомобилях бюджетного и среднего ценовых сегментов. Данная схема не требует большого компоновочного пространства, так как соединитель расположен достаточно близко к шарнирам и при ходах подвески перемещение его относительно небольшое. Однако подобное расположение соединителя значительно усложняет организацию полного привода. Решение данной проблемы возможно с помощью применения соединителя дугообразной формы или использования электродвигателя в задней оси автомобиля. Полузависимая подвеска проста в обслуживании в виду отсутствие регулировок установки колёс, а также минимального числа шарниров.



Рисунок 5 –Полузависимая подвеска

Также проведем обзор конструкций подвесок, применяемых в передней оси автомобиля. В современном автомобилестроении наиболее популярной подвеской передней оси автомобиля является подвеска типа МакФерсон, также известная как качающаяся свеча. В данной подвеске нижний рычаг через шаровой шарнир крепится кулаку, к которому прикреплены пружина, амортизатор и верхняя опора с подшипником объединенные в один узел, который называется амортизационной стойкой. Этот узел одновременно выполняет роль направляющего, упругого и виброгасящего элементов. Такое решение гораздо эффективнее в экономическом плане, чем применение отдельно рычага, пружины и амортизатора с сопутствующими элементами крепления. Помимо этого, данная конструкция подвески достаточно компактна, что делает ее применение более предпочтительным в компоновочном плане. Требуется только организовать крепление нижнего рычага и амортизационной стойки (обычно в верхней части арки колеса). Отсутствие верхнего рычага позволяет приблизить лонжерон к амортизационной стойке, тем самым увеличив объем подкапотного пространства. Монтаж подвески МакФерсон не вызывает затруднений, так как на автосборочный завод она приходит в крупноузловом виде. Ремонт

данной подвески также достаточно прост в виду малого количества входящих в ее состав деталей.

«При этом следует отметить, что в данном типе подвески требуется применение амортизатора со штоком повышенной размерности, так как стойка воспринимает все три вида нагрузок: боковую, продольную и вертикальную.» [6]

Кроме того, в обеспечении ездовых характеристик данный тип подвески всё же уступает двухрычажным конструкциям.



Рисунок 6 – Условное изображение подвески МакФерсон

Также широкое распространение в современном автомобилестроении получила конструкция с двумя поперечными рычагами. В ней рычаги с помощью резинометаллических шарниров крепятся на кузове или подрамнике, а с поворотным кулаком соединяются через шаровые шарниры. В двухрычажной подвеске изменения значений углов установки колес в зависимости от их хода значительно меньше, чем в подвеске МакФерсон. Таким образом, ездовые характеристики автомобиля с такой подвеской значительно выше. Однако и недостатков в сравнении с подвеской

МакФерсон у данной конструкции также немало. В виду большого количества узлов, такая подвеска имеет большую массу, сложнее при монтаже, а также обладает меньшей надежностью и требует больше компоновочная пространства.



Рисунок 7 – Условное изображение подвески на двойных поперечных рычагах

Также в качестве передней подвески автомобиля может использоваться зависимая схема. Встретить такой вариант применения зависимой подвески можно встретить обычно у тяжелых внедорожников. В такой конструкции в качестве направляющих элементы используются продольные штанги (верхние или нижние) или возможно применение вместо них массивных кованых рычагов, а также тяги Панара. В качестве упругих элементов применяются в основном пружины, а в качестве демпфирующих – амортизаторы. Основное преимущество такого решения было озвучена ранее, а именно постоянный дорожный просвет, что является необходимым условием для движения по сложной пересеченной местности. Помимо этого, длинные штанги обеспечивают большие хода подвески по сравнению с

короткими рычагами независимых схем. Однако по своим ездовым характеристикам такая подвеска значительно уступает независимым.

Одним из интересных вариантов зависимой подвески используемых в передней оси автомобиля является торсионная подвеска. В такой конструкции в качестве упругого элемента используется длинный стержень, работающий на скручивание. Обычно торсион крепится к нижнему рычагу в продольном направлении автомобиля. Предварительно закручивая торсион можно осуществлять регулировку жесткости подвески. Это является основным преимуществом данной конструкции. Помимо этого, торсион дешевле пружины и, в целом, проще в изготовлении. Также масса его значительно меньше в сравнении, например, с многолистовой рессорой. Среди недостатков такого решения можно выделить невысокую грузоподъемность, а также сложности в компоновке вызванные значительной длиной торсиона.

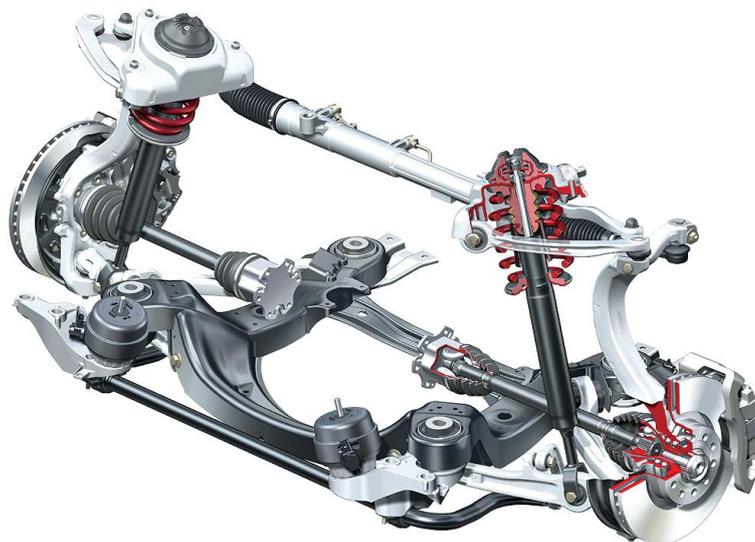


Рисунок 8 – Передняя многорычажная подвеска Audi A6

Ещё одной конструкцией, которая довольно-таки редко, но всё же применяется в передней оси автомобиля является многорычажная подвеска, также известная как мультилинк. Поворотный кулак соединяется с подрамником или кузовом с помощью рычагов и реактивных штанг, пружина

и амортизаторы устанавливаются отдельно, для достижения оптимальных значений угловой жесткости используется стабилизатор поперечной устойчивости. Среди недостатков необходимо выделить большую массу в сравнении с другими типами подвесок. Для ее уменьшения в качестве материалов деталей часто используют алюминиевые сплавы, что приводит к следующему недостатку – высокой стоимости. Ввиду большого количества шарниров надежность такой подвески ниже. Однако, по получаемым ездовым характеристикам многорычажная подвеска превосходит остальные конструкции. Существенно увеличиваются управляемость и курсовая устойчивость.

1.5 Обоснование проектируемой конструкции подвески

В качестве базового автомобиля 2 класса для модернизации выбран седан Лада Гранта. Некогда лидер продаж на отечественном рынке, за последний год Гранта стала продаваться несколько хуже, нежели чем в предыдущие годы. Однако, данный автомобиль все еще остаётся очень востребованным на рынке. Приведение стиля автомобиля в соответствии с последними тенденциями дизайна, а также модернизация механики позволят сделать автомобиль более привлекательным и увеличить его продажи. Поэтому совершенствование подвески Лада Гранта следует считать актуальной темой.

Конструкция задней подвески достаточно проста, как и в целом конструкция всего шасси автомобиля. Используется полузависимая схема с пружинами, установленными непосредственно на амортизаторы. Исполнение рычагов также достаточно несложное: форма соединителя треугольная (традиционная), перенос пружин на амортизаторы позволил использовать вместо массивных чашек компактные треугольные усилители, точность углов установки колёс обеспечиваются за счет механической обработки фланцев и допускает некоторые отклонения по сварке.

Обеспечить ездовые свойства в данной конструкции на уровне независимых подвесок невозможно. Однако вполне реально привести их уровень в соответствии с существующими в современном автомобилестроении. В последнее время в отрасли прослеживается тенденция увеличения жесткости подвесок, что позволяет улучшить управляемость и курсовую устойчивость автомобиля при движении на дорогах с хорошим покрытием. В рамках данной работы предлагается улучшить вышеуказанные свойства путем модернизации упругого элемента задней подвески, а именно увеличением жесткости пружины.

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 (ВСХ);
- 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

В данной курсовой работе совершенствуется задняя подвеска переднеприводного легкового автомобиля 2ого класса Lada Granta производства ПАО АВТОВАЗ. Конечная цель модернизации - улучшение управляемости и курсовой устойчивости транспортного средства. Серьезное изменение конструкции не всегда возможно в массовом производстве ввиду необходимости в капитальных инвестициях. Также необходимо учитывать, что задняя подвеска автомобиля LADA GRANTA достаточно сбалансирована и, в целом, обеспечивает приемлемый уровень ездовых свойств, помимо прочего она обладает невысокой стоимостью изготовления, поэтому изменение компоновочной схемы нерационально. Учитывая, что Granta является бюджетным автомобилем, необходимо улучшить его управляемость и устойчивость без значительных затрат. Поэтому в данной работе предлагается модернизация упругого элемента. Такое техническое решение не потребует значительных инвестиций в подготовку производства, но будет значимо для покупателя.

2.3 Расчет упругой характеристики подвески

Входящие данные:

$m_a = 1088$ кг - снаряженная масса автомобиля

$m_{\text{ЗАД.СНАР}} = 435,2$ кг - масса, воздействующая на заднюю ось для автомобиля снаряженной загрузки;

$m_{\text{ЗАД.КОНСТ.}} = 540$ кг - масса, воздействующая на заднюю ось для автомобиля конструктивной загрузки;

$m_{\text{ЗАД.ПОЛН.}} = 756,5$ кг - масса, воздействующая на заднюю ось для автомобиля полной загрузки

$m_{\text{неподр}} = 74$ кг - неподрессоренная масса задней подвески;

$i_c \approx 1$ - передаточное отношение упругого элемента в задней подвеске.

Вертикальная жесткость задней подвески:

$$C_c = \frac{2 \cdot \pi \cdot f^2 \cdot m_{\Pi}}{1000}, \quad (2.37)$$

где « m_{Π} - подрессоренная масса, воздействующая на одно колесо задней оси

f - собственная частота колебаний в задней подвеске автомобиля.»[8]

Подрессоренная масса задней подвески при различной загрузке:

$$\begin{aligned} m_{\Pi C} &= 435,2/2 - 74/2 = 180,6 \text{ кг} \\ m_{\Pi K} &= 540/2 - 74/2 = 233 \text{ кг} \\ m_{\Pi П} &= 756,5/2 - 74/2 = 341,25 \text{ кг} \end{aligned} \quad (2.38)$$

Оптимальная величина плавности хода обеспечивается при значениях собственной частоты колебаний подвески в интервале от 1,5 до 1,65 Гц при снаряженной загрузке и от 1,3 и до 1,6 Гц для конструктивной.

$$C_c = \frac{2 \cdot \pi \cdot f^2 \cdot m_{\Pi C}}{1000} = \frac{(2 \cdot \pi \cdot 1,5..1,65)^2 \cdot 180,6}{1000} = 16,04..19,4 \text{ кН/м}$$

$$C_K = \frac{2 \cdot \pi \cdot f^2 \cdot m_{\Pi K}}{1000} = \frac{(2 \cdot \pi \cdot 1,3..1,6)^2 \cdot 233}{1000} = 15,55..23,55 \text{ кН/м}$$

Жесткость упругого элемента с учетом жесткости шарниров подвески:

$$C_{\Pi P} = C - \Delta C_{\Pi} \cdot i_c^2, \quad (2.39)$$

где C - вертикальная жесткость подвески;

ΔC_{Π} - «жесткость шарниров подвески, приведенная к колесу.»[8]

Ее значение может располагаться в интервале от 1 до 3 кН/м .

Принимаем $\Delta C_{\Pi} = 1 \text{ кН/м}$

i_c^2 - квадрат передаточного отношения упругого элемента

Количество пассажиров и количество багажа, т.е. загрузка может существенно влиять на ездовые качества автомобиля. Применение, например, пружин с изменяемой жесткостью (в зависимости от степени сжатия) способно уменьшить влияние загрузки. Однако, такое решение

достаточно дорого и применение его в классе бюджетных автомобилей нерационально. Поэтому для расчета жесткости пружины используют наиболее частый вариант эксплуатации автомобиля – конструктивную загрузку:

$$C_{np} = (5,55 \cdot 23,55 - 1) \cdot 1 = 14,55 \cdot 22,55 \text{ кН/м} = 1,48 \cdot 2,3 \text{ кгс/мм}$$

Для того чтобы улучшить управляемость и курсовую устойчивость следует выбрать значение жесткости близкое к максимальному. Принимая во внимание значение жесткости базовой пружины задней подвески 2 кгс/мм выберем для проектируемой пружины жесткость 2,1 кгс/мм.

2.4 Расчет параметров пружины

Находим диаметра прутка:

$$C_{np} = \frac{G \cdot d_{np}^4}{8n \cdot D_{cp}^3}, \quad (2.40)$$

где d_{np} - диаметр прутка пружины;

D_{cp} - средний диаметр пружины. Примем значение этой величины таким же как для серийного изделия. В этом случае не требуется модернизация оборудования для навивки и изменение конструкции ответных деталей шасси для пружины.

n - число витков пружины. В данной работе $n=8,5$.

$$d_{np} = \sqrt[4]{\frac{8n \cdot D_{cp}^3 \cdot C_{np}}{G}} \quad (2.41)$$

$$d_{np} = \sqrt[4]{\frac{8 \cdot 8,5 \cdot (4,85 + 10,7) \cdot 2,1}{7,8 \cdot 10^3}} = 11,24 \text{ мм}$$

Статический прогиб:

$$f_{cm} = \frac{P_1}{C_{np}}; \quad (2.42)$$

где P_1 - сила, воздействующая при статическом прогибе.

Значение данной силы можно найти в конструкторской документации на серийное изделие: $P_1 = 250 \text{ кгс}$

$$f_{cm} = \frac{250}{2,1} = 119,05 \approx 119 \text{ мм};$$

Используя величину длины при свободном прогибе $H_1 = 225 \text{ мм}$, определим свободную длину упругого элемента:

$$H_0 = H_1 + f_{CT} = 225 + 119 = 344 \text{ мм} \quad (2.43)$$

Длина при полном ходе сжатия подвески:

$$H_2 = H_1 - S_{сж} \quad (2.44)$$

Ход сжатия задней подвески LADA GRANTA согласно монтажному чертежу составляет 93 мм.

$$H_2 = 225 - 93 = 132 \text{ мм}$$

Длина пружины при полном смыкании витков:

$$H_3 = (n_1 + 1)d_{np} + (n_1 + 1)0,25 + d_{np} \cdot 0,05, \quad (2.45)$$

где n_1 - число витков пружины, включая также и опорные. Сохраняя значение числа витков серийной пружины получаем $n_1 = 10$.

$$H_3 = (10 + 1) \cdot 11,4 + (10 + 1) \cdot 0,25 + 11,24 \cdot 0,05 = 126,98 \text{ мм}$$

Найдем значения нагрузок соответствующим пружине в режимах полного сжатия подвески и полного смыкания витков:

$$P_i = (h_0 - h_i) \cdot C_{pp} \quad (2.46)$$

$$P_2 = (344 - 132) \cdot 2,1 = 445,3 \text{ кгс};$$

$$P_3 = (344 - 126,98) \cdot 2,1 = 455,9 \text{ кгс}$$

Коэффициент формы пружины можно определить, используя следующее выражение:

$$\kappa = 1 + \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{w} + \frac{7}{8} \cdot \frac{1}{w^2} + \frac{1}{w^3}, \quad (2.47)$$

где w вычисляется с помощью формулы:

$$w = \frac{D_{cp}}{d_{nn}} = 8,5 \quad (2.48)$$

В результате получаем:

$$\kappa = 1,16$$

Определим напряжения в пружине для обозначенных ранее режимов:

$$\tau = \frac{8 \cdot \kappa \cdot D_{cp}}{\pi \cdot d_{np}^3} \cdot P_i; \quad (2.49)$$

$$\tau_1 = 49,7 \text{ кгс}$$

$$\tau_2 = 88,5 \text{ кгс}$$

$$\tau_3 = 90,6 \text{ кгс}$$

Длина прутка:

$$l_{np} = \sqrt{(n \cdot \pi \cdot D_{cp})^2 + H_0^2} + (n_1 - n) \pi \cdot D_{cp}; \quad (2.50)$$

$$l_{np} = 3025 \text{ мм}$$

Масса пружины:

$$m = \frac{\pi \cdot d_{np}^2}{4} \cdot l_{np} \cdot \rho \quad (2.51)$$

$$m = \frac{3.14 \cdot 0.01124^2}{4} \cdot 3,025 \cdot 7.8 \cdot 10^3 = 2,34 \text{ кг}$$

3 Технологическая часть

3.1 Анализ технологического процесса установки подвески

ГОСТ 3.1109-82 содержит в себе термины и определения технологических процессов и операций, используемых в определенных отраслях промышленности. Как гласит данный стандарт технологическим процессом называют последовательность действий, результатом которых является изменение или определение состояния объекта. Объектами, над которыми данные действия выполняются могут быть изделия или заготовки.

Согласно другому определению технологическим процессом является последовательность взаимосвязанных действий, производимых с момента получения исходных данных и до достижения требуемого результата.

Детально-узловой состав предлагаемой конструкции задней подвески полностью идентичен составу серийной подвески модернизируемого транспортного средства. Из этого можно сделать вывод, что технологический процесс сборки модернизированной конструкции будет аналогичным процессу для серийной подвески. Поэтому в проведении дополнительной технологической проработки нет необходимости.

Задняя подвеска автомобиля Лада Гранта включает в себя следующие узлы и детали:

- рычаги подвески с тормозами в сборе;
- кронштейн крепления рычагов;
- амортизатор;
- буфер хода сжатия в сборе;
- подушка крепления амортизатора;
- пружина;
- прокладка изолирующая пружины.

3.2 Технологичность конструкции задней подвески

Под технологичностью обычно понимают комплекс характеристик, определяющих удобство изготовления, монтажа и обслуживания технически сложного устройства. Технологичность невозможно четко определить в каких-нибудь единицах измерения. Однако при изготовлении технических устройств технологичность по большей части определяет себестоимость, расходы на производство и последующее использование. В большинстве случаев, современные конструкции обладают большей технологичностью относительно предыдущих образцов, то есть, изготавливаются и используются с меньшими затратами и с применением более совершенных производственных процессов.

В современной промышленности технические устройства обладают высоким уровнем технологичности, а в производстве автомобилей этот показатель еще выше. Чтобы исключить возникновение различного рода дефектов изделия во время процесса сборки необходимо широко внедрять автоматизированные процессы, а когда это затруднительно или экономически нецелесообразно следует увеличивать механизацию труда рабочего персонала. Таким образом можно существенно снизить расходы на контроль качества изготавливаемой продукции. Использование заранее подсортированных крупных узлов позволяет сократить время сборки автомобиля на конвейере, а также уменьшить потребность в производственных площадях для выполнения дополнительных операций. Операции связанные с подтверждением качества покупных изделий должны производиться заводами их изготавливающими. С помощью этих мер можно существенно снизить количества персонала, задействованного в контроле качества. Крепежные изделия следует применять только стандартизированные, т.к. их стоимость существенно ниже и не требуется разработка специального инструмента и приспособлений. Процессы контроля и измерения по возможности должны проходить без участия человека, т.е. в автоматическом

режиме. В идеале контроль и измерение параметров должен производиться инструментом тем же инструментом, что используется для основной операции.

Технологический процесс монтажа задней подвески LADA GRANTA в большей части хорошо оптимизирован и выполняет большинство указанных выше условий. На конвейере используют крупноузловые сборки, тем самым обеспечивается невысокая трудоемкость. Номенклатура крепежных изделий определена таким образом, чтобы уменьшить многообразие применяемого инструмента. Расположение инструмента в свою очередь, а именно пневмогайковертов, подобрано так, чтобы обеспечить его наименьшее перемещение при выполнении производственных операций.

3.3 Технологическая схема установки подвески

Технологическую схему сборки можно назвать базой технологического процесса. Технологическая схема сборки подготавливается в соответствии с данными предоставленными в конструкторской документации. В ней определяется последовательность операций, количество и наименование необходимых деталей, узлов и крепежа, а также значения крутящих моментов инструмента и усилий запрессовки.

Технологический процесс является основным, в случае изменение значений массы, габаритных размеров или физико-химических свойств устройства.

В случае, когда изменение значений массы, габаритных размеров или физико-химических свойств устройства не происходит технологический процесс называют вспомогательным. К вспомогательным технологическим процессам можно отнести обслуживание и ремонт станков и приспособлений, хранение, перемещение деталей и заготовок между рабочими постами, контроль качества и т.д.

Технологическая операция является базовым элементом технологического процесса.

«Технологическая операция производится рабочим или группой работников непрерывно на одном рабочем месте.»[9] Проведя анализ всего количества операций сборки можно рассчитать требуемое количество рабочих, а также их рабочих мест, определить потребность в инструменте, рассчитать нормативы времени и трудоемкость производственного процесса.

Маршрутной картой называют документ, содержащий описание всех технологических операций в их хронологическом порядке.

Детально-узловой состав автомобиль описывается следующим образом: все узлы и детали разбиваются укрупненно на группы, которые обычно по составу аналогичны системам автомобиля, группы в свою очередь разбиваются на подгруппы, которые обычно соответствуют узлам, а подгруппы уже разбиваются на детали.

Существует ряд требований, применяемых к технологической схеме производственного процесса. Деление на узлы необходимо выполнить так чтобы наибольшее количество узлов устанавливалось независимо друг от друга. Также нужно учитывать, что большое количество узлов требует дополнительные складские площади и приводит к росту трудоемкости сборки. При малом количестве узлов, масса их может превысить максимально допустимую для рабочих, вследствие чего возникнет необходимость в организации специальных приспособлений для установки и перемещения деталей по цеху. Следует избегать частичной разборки или снятия уже смонтированных на автомобиль узлов и деталей. Детали или узлы, которым необходима подгонка или иные дополнительные действия над ними необходимо группировать в отдельные сборочные единицы.

3.4 Перечень сборочных работ

Принимая во внимание обозначенные выше условия составляем перечень работ по сборке модернизированной конструкции подвески. В данном перечне необходимо соблюдать хронологическую последовательность операций, обозначить их длительность, также указать

входящие детали, узлы, специальные приспособления и инструмент, крепежные элементы и их количество.

Таблица 3.1 – Перечень сборочных работ

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, топ, мин
1	2	3
1. Установка амортизатора задней подвески		
1	Выполнить визуальный осмотр амортизатора задней подвески.	0.4
2	Зафиксировать амортизатор в приспособление и вытянуть его шток.	0.3
3	Взять буфер хода сжатия в сборе и выполнить его осмотр.	0.15
4	Установить буфер хода сжатия в сборе на шток амортизатора.	0.15
5	Установить подушку крепления амортизатора на шток.	0.2
6	Установить пружину задней подвески на чашку амортизатора.	0.2
7	Установить прокладку пружины на упругий элемент подвески.	0.2
8	Совместить шток с отверстием на кузове автомобиля с помощью приспособления.	0.4
9	Установить подушку крепления амортизатора.	0.2
10	Установить шайбу подушки крепления амортизатора на шток.	0.2
11	Наживить гайку на резьбу штока амортизатора.	0.3
12	Взять гайковерт и произвести затяжку гайку крепления амортизатора.	0.2

Продолжение таблицы 3.1

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

Продолжение таблицы 3.1

5	Взять болт и гайку крепления амортизатора. Пропустить болт через отверстия шарнира амортизатора и кронштейна на рычагах задней подвески. Наживить гайку на болт.	0.4
6	Гайковертом произвести затяжку гайку крепления рычагов задней подвески к кузову и гайку крепления амортизатора к рычагам.	0.3
7	Высвободить рычаги из приспособления.	0.5
Итого:		3.2
Суммарное время на выполнение сборочного процесса: 8 мин		

3.5 Трудоемкость установки подвески

Суммарная трудоемкость сборки модернизированной конструкции подвески является суммой времени, затраченного непосредственно на сборку, времени, требуемого для обслуживания рабочих постов, а также времени отдыха и перерывов. Также необходимо помнить, что монтаж некоторых элементов подвески производится независимо на разных сторонах автомобиля, поэтому в суммарной трудоемкости их следует учитывать два раза.

Трудоемкость установки подвески:

$$t^{ОБЩ}_{ОП} = \Sigma t_{ОП} = 2 \cdot (0.2 + 1.6) + 3.2 = 12.8 \text{ мин} \quad (3.1)$$

Суммарная трудоемкость установки подвески:

$$t^{ОБЩ}_{ШП} = t^{ОБЩ}_{ОП} + t^{ОБЩ}_{ОП} \cdot (\alpha + \beta) \cdot 100 = 12.8 + 12.8 \cdot (0 + 4) \cdot 100 = 13.57 \text{ мин} \quad (3.2)$$

где « α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, $\alpha = 2\%$;»[13]

« β – часть оперативного времени на перерывы для отдыха в процентах, $\beta = 4\%$.»[13]

3.6 Выбор организационной формы установки подвески

В условиях массового производства для монтажа модернизированной конструкции подвески наилучшим вариантом организационной формы будет поточная. Характерными особенностями этой формы считается постоянство производственного процесса и отсутствие значительных простоев, строго определенная специализация персонала и их рабочих мест, ритмичность сборки. Чтобы смонтировать подвеску на автомобиль максимально эффективно с точки зрения временных затрат и удобства перемещения работников высотное положение кузова необходимо изменять от операции к операции.

Продолжительность операций необходимо подбирать так, чтобы их время была кратно такту выпуска. С помощью этого можно значительно снизить время простоев и достичь прироста эффективности труда работников.

Такт выпуска:

$$T = \frac{\Phi_{\text{д}} \cdot 60}{N_{\Gamma}}, \text{ мин.} \quad (3.3)$$

где « N_{Γ} - годовой объем выпуска.»[2]

Принимаем $N_{\Gamma} = 150000$ шт

Φ – годовой фонд рабочего времени, который рассчитывается с помощью следующего выражения:

$$\Phi = D_{\text{р}} \cdot c \cdot T_{\text{см}} \cdot \eta_{\text{р}} \quad (3.4)$$

где $D_{\text{р}} = 259$ – количество рабочих дней в году;

$c = 2$ – количество рабочих смен в сутки;

$T_{\text{см}} = 8$ – длительность рабочей смены;

« $\eta_{\text{р}} = 0.96$ – коэффициент потерь времени на ремонт оборудования.»[4]

Годовой фонд рабочего времени:

$$\Phi = 259 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0.96 = 3978$$

Такт выпуска подвески:

$$T_H = 60 \cdot 3978 / 150000 = 1,6 \text{ мин}$$

Величина такта выпуска, рассчитанное выше и продолжительности операций, указанные в таблице 3.2 кратны друг другу, т.е. основные требования по реализации поточной формы сборки осуществлены.

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

Управляемость, устойчивость и плавность хода являются важными потребительскими характеристиками автомобиля и оказывают большое влияние на общий уровень его активной безопасности. Величины этих характеристик в свою очередь зависят преимущественно от конструкции шасси автомобиля. По мере развития автомобильной индустрии транспортные средства становятся все безопаснее, а их ездовые характеристики постоянно улучшаются. Однако, добиться идеального баланса данных характеристик не представляется возможным, т.к., например, значительно увеличив плавность хода автомобиля можно потерять в его управляемости и наоборот. Поэтому настройка шасси современных автомобилей происходит с учетом предполагаемых условий их использования. Для легковых автомобилей в настоящее время существует тенденция постепенного ужесточения характеристик упругих и демпфирующих элементов подвески, тем самым достигается увеличение управляемости и курсовой устойчивости.

Принимая во внимание текущее состояние отрасли, предлагаемый вариант модернизации можно считать достаточно актуальным, потому что увеличение жесткости упругого элемента будет способствовать улучшению управляемости и курсовой устойчивости при движении по дорогам с хорошим покрытием. Достижение этого результата также позволит сделать автомобиль более безопасным.

4.1.2 Управляемость и устойчивость транспортного средства

Свойство транспортного средства изменять и сохранять направление движения при изменении положения рулевого колеса принято называть

управляемостью. В свою очередь свойством транспортного средства совершать движение с постоянным сцеплением колес с дорожным полотном называют устойчивостью. Государственные требования, устанавливаемые для этих ездовых свойств автомобиля изложены в ГОСТ Р 52302-2004 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний». При прохождении сертификационных испытаний для транспортного средства регламентируется усилие на рулевом колесе, стабилизация движения, устойчивость во время проверки на рывок, управляемость и устойчивость в режимах поворот и переставка. На стоячем автомобиле значение усилия на руле не должно превышать 60 Н, в то время как при движения для транспортного средства оборудованного усилителем руля усилия должно быть не более 150 Н, а в случае выхода усилителя из строя не более 300 Н. «Проверку поворота и переставки следует проводить при скоростях 72 и 83 км/ч соответственно.»[1]

Изменения конструкции рассмотренные в рамках модернизации подвески, должны обеспечить увеличение показателей управляемости и устойчивости. Поэтому соответствие автомобиля ГОСТ Р 52302-2004 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний» обеспечивается.

4.1.3 Шум внутренний

«Шумом называют случайные колебания различной физической природы отличительной чертой которых является сложная временная и спектральная структура.»[7] Автопроизводители постоянно совершенствуют свои автомобили в части шумов, т.к. это является одним из важных потребительских свойств. Отрицательными эффектами влияния шума на человека являются повышенная утомляемость, снижение работоспособности и концентрации. Таким образом длительное воздействие шума может привести к возникновению аварийной ситуации.

Государственные требования, устанавливаемые для величин шума в автомобиле изложены в ГОСТ Р 51616-2000 «Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний».

«Нормированию подлежат следующие величины: уровень шума во время разгона автомобиля; уровень шума во время движения с постоянной скоростью; уровень шума систем, обеспечивающих температурный режим и вентиляцию салона.»[4]

«Уровень шума для грузовых автомобилей междугородного и международного направлений в размере, не превышающем 80 дБА, для остальных грузовых, а также легковых транспортных средств не превышающем 78 дБА.»[5] При этом допустимая погрешность значения внутреннего шума может составлять до 2 дБА.

Технические решения, рассмотренные в рамках предлагаемой модернизации подвески, не могут воздействовать 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 транспортного средства по дорожному полотну различной степени качества с приемлемыми значениями колебаний кузова. Так же как и шум, толчки и вибрации вызванные неровностями дороги способны существенно увеличить физическую утомляемость водителя и пассажиров, нарушить целостность перевозимого багажа, и также существенно снизить долговечность узлов и деталей автомобиля. 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.

Отраслевые требования, устанавливаемые для величины плавности хода автомобиля изложены в ОСТ 37.001.275 «Автотранспортные средства. Методы испытаний на плавность хода» и ОСТ 37.001.291 «Автотранспортные средства. Технические нормы плавности хода».

Технические решения, рассмотренные в рамках предлагаемой модернизации подвески, могут изменить плавность хода в худшую сторону, однако принимая во внимание уровень ездовых характеристик конкурентов, можно утверждать, что автомобиль будет соответствовать вышеуказанным ОСТ.

4.1.5 Технологический паспорт задней подвески

Технологический паспорт модернизированной подвески, 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 подвески	Монтаж амортизатора задней подвески	Слесарь механо-сборочных работ, 1 человек	Приспособление для установки амортизатора СПУ-1, пневмогайковерт ПГ-0343	Амортизаторы задней подвески, крепежные элементы

Продолжение таблицы 4.1

Монтаж задней подвески	Монтаж кронштейна крепления задней подвески	Слесарь механо-сборочных работ, 1 человек	Пневмогайковерт ПГ-0343	Кронштейн крепления рычагов задней подвески, крепежные элементы
Монтаж задней подвески	Монтаж рычагов задней подвески	Слесарь механо-сборочных работ, 2 человека	Пневмогайковерт ПГ-0343	Рычаги задней подвески, крепежные элементы

4.2 Идентификация профессиональных рисков

4.2.1 Описание рабочего места

Рабочим местом называют определенный участок пространства производственных площадей, закреплённый за работником или группой работников для выполнения служебных обязанностей. На рабочем месте могут располагаться инструмент, специальные приспособления, документация, а также контейнеры для временного хранения узлов и деталей. 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. В общем смысле под конвейером понимают транспортировочную машину, предназначенную для перемещения различных грузов. В нашем случае таким грузом является кузов, который во время движения по конвейеру от одного рабочего места к другому постепенно оснащается входящими в его состав узлами и деталями. Участок конвейерной линии на

котором происходит монтаж подвески оборудован специальными для данного вида работ инструментами и приспособлениями, и имеет геометрию, обеспечивающую оптимальный уровень удобства работников при выполнении ими своих профессиональных обязанностей. Монтаж подвески на кузов не является финальной операцией, поэтому он продолжает свое движение по линии, где устанавливаются другие различные детали и узлы.

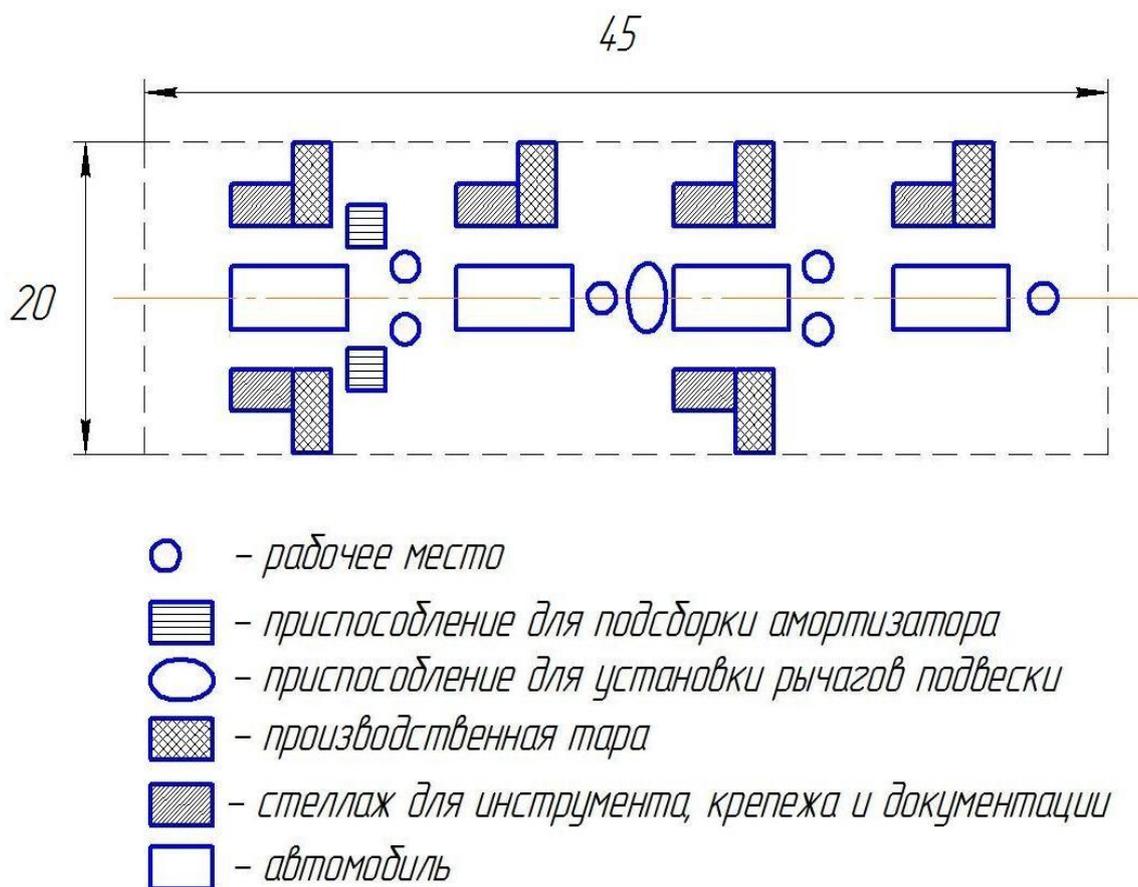


Рисунок 9 - Схема участка установки задней подвески

4.2.2 Идентификация профессиональных рисков на сборочном участке

Под производственными факторами понимают частные случаи факторов окружающей среды и деятельности, вызванные или связанные с трудовой деятельностью человека. Опасные производственные факторы являются причиной возникновения травм у персонала, а вредные могут быть причиной развитию у них профессиональных заболеваний.

Вредные и опасные производственные факторы классифицируются следующим образом:

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

«Химические факторы также можно подразделять по следующим отличительным признакам: по характеру воздействия (токсические, раздражающие, мутагенные, канцерогенные и др.), способу проникновения в организм человека (через органы дыхания, через желудочно-кишечный тракт, через кожные покровы и слизистые оболочки).»[18]

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 работники с наибольшей вероятностью можно подвергнуться воздействию физических опасных производственных факторов. Для текущего участка этими факторами будут являться внутрицеховой транспорт, движущиеся детали конвейерной линии и приспособлений. Наиболее выраженным для данного участка вредным фактором будет являться шум, возникающий вследствие работы гайковертов и конвейерной линии. Также в подобных помещениях возможны отклонения от температурного режима.

4.3 Мероприятия по уменьшению профессиональных рисков

Существует множество решений, призванных снизить уровень травматизма в производстве, однако, самым эффективным из всех является

своевременный инструктаж персонала по охране труда. Также для данного участка в части снижения травматизма будут эффективны следующие мероприятия:

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

Изучение и анализ влияния шумов на человеческий организм потребовалось в связи с увеличением механизации во всех сферах жизнедеятельности человека. Область науки, которая занимается данной проблематикой называется аудиологией. По результатам актуальных на сегодняшний день отчетов 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. Также среди других побочных эффектов, вызванных влиянием шума выделяют головокружение и головную боль.

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

Звукопоглощение обеспечивается как отдельными стационарными устройствами, так и за счет нанесения специальных покрытий на поверхности деталей машин и механизмов. Для улучшения звукоизоляции возможно использовать различные конструкции барьеров, экранов или кожухов. К организационно-техническим мерам можно отнести использование различных глушителей и резонаторов. Однако эффективнее всего бороться с шумами можно на стадии проектирования оборудования и

оснастки используя оптимальные технические схемы при проектировании оборудования. Применение оптимальных с точки зрения данной проблемы технических решений, например, замена прямозубых шестерней на косозубые, способно привести к значительному снижению общего уровня шума.

Для уменьшения влияния шума на персонал также необходимо использовать индивидуальные средства защиты, например, наушники или беруши.

4.4 Пожарная безопасность сборочного участка

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожаром называют неконтролируемый процесс горения различных веществ, способный причинить физический, материальный или другой ущерб человеку. Существует множество классификаций пожаров.

Согласно первой классификации пожары можно определить по внешним признакам горения. Таким образом, все пожары можно разделить на наружные, внутренние, одновременно внутренние и наружные, открытые и скрытые.

В основе следующей классификации лежит вид 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.»[17]

«К опасным факторам пожара относят открытое пламя и искры, чрезмерная величина теплового потока, значительное превышение нормальной температуры окружающей среды, увеличение концентрации токсичных продуктов горения и термического разложения в кислороде, а

также его пониженная концентрация, задымление помещений и как следствие снижение видимости.»[17]

Сопутствующими опасными факторами пожара являются 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 популярным средством тушения возгораний принято считать огнетушитель. Однако работа его будет эффективной, только в том случае если использовать его в начале развития пожара. Местоположение огнетушителя в помещении должно быть строго определено. Он может располагаться либо на полу, либо на стене с помощью специального кронштейна.

Среди других способов пожаротушения можно также отметить оснащение производственного участка противопожарными устройствами, подключенными к водопроводной сети. Такие устройства могут работать в автоматическом режиме и не требуют дополнительных действий от персонала или пожарных для их активации.

Среди организационных средств по обеспечению пожарной безопасности в производстве наиболее эффективными принято считать проведение 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]

На производственном участке монтажа задней подвески транспортного средства отсутствует механическая обработка деталей, а производится только их установка, тем самым исключается использование таких вредных веществ как СОЖ и опасность поражения рабочих движущимися частями режущего инструмента. Для транспортировки деталей по участку применяют только электропогрузчики, за счет чего обеспечивается отсутствие вредных веществ в воздухе.

Учитывая эти обстоятельства, можно с уверенностью утверждать, что участок монтажа подвески не оказывает негативного влияние на окружающую среду и здоровье рабочих. Таким образом в применение дополнительных мероприятий по уменьшению негативного влияния на окружающую среду нет необходимости.

4.6 Заключение

В текущем разделе настоящей работы была приведена характеристика производственно-технологического процесса установки задней подвески легкового автомобиля, предоставлен перечень технологических операций, а также должности и количество требуемого персонала. Доказано соответствие предлагаемой схемы подвески государственным требованиям. В пункте 2 данной части дана классификация профессиональных рисков характерных для производственно-технологического процесса, к опасным и вредным производственно-технологическим факторам отнесены вероятность травмирования, высокий уровень шума и колебания температуры на производственном участке. В 3ем пункте разработаны организационно-технические мероприятия, уменьшающие профессиональные риски, среди которых организация специальных барьеров и кожухов и дорожной разметки, применение СИЗ. В пункте 4 дана классификация классов и

опасных факторов пожаров, технических средств обеспечивающих пожарную безопасность. В пункте 5 была проведена экологическая экспертиза подтвердившая соответствие производственного участка экологическим нормам.

5 Технико-экономическая оценка модернизируемой подвески

Объектом модернизации в данной работе является легковой автомобиля Lada Granta - яркий представитель бюджетных транспортных средств класса В. Финальная стоимость автомобиля в этом классе во многом определяет успех транспортного средства у потребителя. По соотношению цена-качество-оснащение Lada Granta превосходит большинство своих конкурентов, однако, по некоторым ходовым качествам уступает зарубежным аналогам. Для улучшения данных свойств, в данной работе предусмотрена модернизация демпфирующего элемента.

Модернизация даже незначительная практически всегда требует дополнительные инвестиции. Поэтому для любой модернизации необходима тщательная проработка ее экономической целесообразности. В текущем разделе работы будут определены расходы на внедрение предлагаемых решений в серийное производство, а также проанализирована коммерческая эффективность предлагаемого проекта.

5.1 Себестоимость модернизированной подвески

Все необходимые для проведения расчета данные были получены в ходе практики в ПАО «АВТОВАЗ».

Производство элементов шасси до недавнего времени располагалось на территории автосборочного завода, но в настоящее время полностью передано сторонним поставщикам поэтому расчет статьи затрат «Сырье и материалы» не требуется.

Затраты на покупные изделия:

$$P_{iu} = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{T3}}{100}\right), \quad (5.1)$$

где « C_i – оптовая цена покупных комплектующих изделий i -го вида, руб.» [16]

« n_i – количество покупных изделий i -го вида, шт.» [15]

« K_{T3} – «коэффициент транспортно-заготовительных расходов.» [16]

Расчет затрат на покупные изделия представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Расчет расход на покупные комплектующие изделия (проект)

Наименование полуфабрикатов	Количество	Средняя цена за 1шт, руб.	Сумма, руб.
Амортизатор	2	850	1700
Прокладка пружины	2	25	50
Подушка амортизатора	4	20	80
Буфер сжатия	2	100	200
Крепеж	24	2	48
Рычаги в сборе	1	12300	12300
Пружина	2	450	450
ИТОГО:			15278
«Транспортно-заготовительные расходы» [13]		3%	458.34
Всего:			15736.34

«Основная заработная плата:»[14]

$$Z_o = Z_m \cdot \left(1 + \frac{K_{ПРЕМ}}{100}\right), \quad (5.2)$$

где « Z_m – тарифная заработная плата рабочего в рублях.» [16]

$$Z_m = C p_i \cdot T_i \quad (5.3)$$

где « $C p_i$ – часовая тарифная ставка, руб.» [16]

« T_i – трудоемкость выполнения операции, час;» [16]

« $K_{ПРЕМ}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %»[16]

Расчет основной заработной платы производственного персонала представлен 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	85	19.55
Контрольные	5	0.03	100	3
ИТОГО:				22.55
Премииальные доплаты	25%			5.64
Основная з/п				28.19

«Дополнительная заработная плата:»[14]

$$Z_{\text{доп.}} = Z_o \cdot K_{\text{вып}} ; \quad (5.4)$$

где « $K_{\text{вып}}$ – коэффициент доплат и выплат не связанных с выполнением основных производственных работ, %»[16]

Принимаем $K_{\text{вып}} = 20\%$

$$Z_{\text{доп.}} = 28.19 \cdot 0.2 = 5.64$$

«Отчисления в страховые взносы:»[14]

$$C_{\text{с.в.}} = (Z_o + Z_{\text{доп.}}) \cdot E_{\text{с.в.}} ; \quad (5.5)$$

где $E_{\text{с.в.}}$ – коэффициент отчислений в страховые взносы, %

Примем $E_{\text{с.в.}} = 30\%$

$$C_{\text{с.в.}} = (28.19 + 5.64) \cdot 0.3 = 10.15 \text{ руб}$$

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

$$C_{\text{содобор}} = Z_o \cdot E_{\text{обор}} \quad (5.6)$$

где « $E_{\text{обор}}$ – коэффициент отчислений в единый социальный фонд, %»[16]

Примем $E_{\text{обор}} = 165\%$

$$C_{\text{СОД.ОБОР}} = 28.19 \cdot 1.65 = 46.51 \text{ руб}$$

«Цеховые расходы:»[14]

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 3o \cdot E_{\text{ЦЕХ}}, \quad (5.7)$$

где « $E_{\text{ЦЕХ}}$ – коэффициент цеховых расходов, %»[16]

Примем $E_{\text{ЦЕХ}} = 175\%$

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 28.19 \cdot 1.75 = 49.33 \text{ руб}$$

«Расходы на инструмент и оснастку:»[14]

$$C_{\text{ИНСТР}} = 3o \cdot E_{\text{ИНСТР}}, \quad (5.8)$$

где $E_{\text{ИНСТР}}$ – коэффициент затрат на инструмент и оснастку, %

Примем $E_{\text{ИНСТР}} = 3\%$

$$C_{\text{ИНСТР}} = 28.19 \cdot 0.03 = 0.85 \text{ руб}$$

Цеховая себестоимость модернизированного узла:

$$C_{\text{ЦЕХ.С/С}} = \text{Пи} + 3o + 3_{\text{доп}} + C_{\text{С.В}} + C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ИНСТР}} \quad (5.9)$$

$$C_{\text{ЦЕХ.С/С}} = 15736.34 + 28.19 + 5.64 + 10.15 + 46.51 + 49.33 + 0.85 = 15877 \text{ руб}$$

«Общезаводские расходы:»[14]

$$C_{\text{ОБЗАВОД}} = 3o \cdot E_{\text{ОБЗАВОД}}; \quad (5.10)$$

где $E_{\text{ОБЗАВОД}}$ – коэффициент общезаводских расходов, %

Примем $E_{\text{ОБЗАВОД}} = 125\%$

$$C_{\text{ОБЗАВОД}} = 28.19 \cdot 1.25 = 35.23 \text{ руб}$$

«Общезаводская себестоимость:»[14]

$$C_{\text{ОБЗАВОД.С/С}} = C_{\text{ОБЗАВОД}} + C_{\text{ЦЕХ.С/С}} \quad (5.11)$$

$$C_{\text{ОБЗАВОД.С/С}} = 35.23 + 15877 = 15912.23 \text{ руб}$$

«Коммерческие расходы:»[14]

$$C_{\text{КОМ}} = C_{\text{ОБЗАВОД.С/С}} \cdot E_{\text{КОМ}}; \quad (5.12)$$

где $E_{\text{КОМ}}$ – коэффициент коммерческих расходов, %

Примем $E_{\text{КОМ}} = 5\%$

$$C_{\text{КОМ}} = 15912.23 \cdot 0.05 = 795.61 \text{ руб}$$

Полная себестоимость модернизируемой задней подвески:

$$C_{\text{ПОЛ}} = C_{\text{ОБЗАВОДСС}} + C_{\text{КОМ}} \quad (5.13)$$

$$C_{\text{ПОЛ}} = 15912.23 + 795.23..61 = 16707.84 \text{ руб}$$

Отпускные цены для базового и проектируемой:

$$Ц_{\text{ОТП}} = C_{\text{ПОЛ}} \cdot (1 + K_{\text{РЕНТ}}) \quad (5.14)$$

где $K_{\text{РЕНТ}}$ – коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %

Примем $K_{\text{РЕНТ}} = 20\%$

$$Ц_{\text{ОТП.Б}} = 16564.68 \cdot (1 + 0.2) = 19877.62 \text{ руб}$$

$$Ц_{\text{ОТП.П}} = Ц_{\text{ОТП.Б}}$$

5.2 Точка безубыточности производства подвески

«Под точкой безубыточности понимают объем продаж, для которого все затраты будут покрываться доходами, а при реализации каждой дополнительной единицы продукции завод-изготовитель будет получать прибыль.» [16]

Необходимую величину продаж для обеспечения безубыточности проекта можно вычислить по формуле:

$$V_{\text{КР}} = \frac{Z_{\text{ПОСТ.УД}} \cdot V_{\text{МАХ}}}{Ц_{\text{ОТП}} - Z_{\text{ПЕР.УД}}}, \quad (5.15)$$

где « $V_{\text{МАХ}}$ – максимальный объем выпуска изделия, шт» [16]

« $Ц_{\text{ОТП}}$ – отпускная цена изделия, руб» [16]

« $Z_{\text{ПЕР.УД}}$ – удельные постоянные издержки на изготовление единицы изделия, руб» [16]

« $Z_{\text{ПОСТ.УД}}$ – удельные переменные издержки на изготовление единицы изделия, руб» [16]

«Переменные затраты на изготовление единицы продукции:» [16]

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД.б.}} = \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{О}} + Z_{\text{ДОП.}} + C_{\text{С.В}} = 15600 + 28.19 + 5.64 + 10.15 = 15643.97 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД.н.}} = \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{О}} + Z_{\text{ДОП.}} + C_{\text{С.В}} = 15736.34 + 28.19 + 5.64 + 10.15 = 15780.31 \text{ руб}$$

Переменные издержки:

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.н.}} = Z_{\text{ПЕРЕМ.УД}} \cdot V_{\text{ГОД}} \quad (5.16)$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.н.б.}} = 15643.97 \cdot 150000 = 2346595875 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.н.н.}} = 15780.31 \cdot 150000 = 2367046875 \text{ руб}$$

Амортизационные отчисления:

$$A_{\text{М.УД}} = (C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ИНСТР}}) \cdot H_{\text{А}} / 100, \quad (5.17)$$

где « $H_{\text{А}}$ - доля амортизационных отчислений, 15%»[16]

$$A_{\text{М.УД}} = (46.51 + 0.9) \cdot 15 / 100 = 7.1 \text{ руб}$$

Постоянные издержки на производство:

$$Z_{\text{ПОСТ.УД.б.н.}} = (C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ИНСТР}}) \cdot (100 - H_{\text{А}}) / 100 + C_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} + C_{\text{КОМ}} + A_{\text{М.УД}} \quad (5.18)$$

$$Z_{\text{ПОСТ.УД.б.}} = (46.51 + 0.85) \cdot (100 - 15) / 100 + 49.33 + 35.23 + 788.79 + 7.1 = 920.71 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПОСТ.УД.п.}} = (46.51 + 0.85) \cdot (100 - 15) / 100 + 49.33 + 35.23 + 795.61 + 7.1 = 927.53 \text{ руб}$$

Постоянные издержки на годовую программу производства:

$$Z_{\text{ПОСТ.б.}} = Z_{\text{ПОСТ.УД.б.}} \cdot V_{\text{ГОД}} \quad (5.19)$$

$$Z_{\text{ПОСТ.б.}} = 920.71 \cdot 150000 = 138106800 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПОСТ.п.}} = 927.53 \cdot 150000 = 139129350 \text{ руб}$$

«Полная себестоимость годовой программы выпуска:» [16]

$$C_{\text{ПОЛ.Г}} = C_{\text{ПОЛ.н.}} \cdot V_{\text{ГОД}} \quad (5.20)$$

$$C_{\text{ПОЛ.Г}} = 16564.68 \cdot 150000 = 2484702675 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.Г}} = 16707.84 \cdot 150000 = 2506176225 \text{ руб}$$

«Выручку от реализации изделия:» [16]

$$\text{Выручка.н.} = \Pi_{\text{ОТП.н.}} \cdot V_{\text{ГОД}} \quad (5.21)$$

$$\text{Выручка.н.} = 19877.62 \cdot 150000 = 2981643210 \text{ руб}$$

«Маржинальный доход:»[14]

$$D_{МАРЖ} = Выручка - Z_{ПЕРЕМ} \cdot n \quad (5.22)$$

$$D_{МАРЖ} = 2981643210 - 2346595875 = 635047335 \text{руб}$$

$$D_{МАРЖ} = 2981643210 - 2367046875 = 614596335 \text{руб}$$

«Критический объем продаж:» [16]

$$A_{КРИТ} = \frac{Z_{ПОСТ.н.}}{Ц_{ОТП} - Z_{ПЕРЕМ} \cdot n} = \frac{139129350}{19877.62} - 15780.31 = 33956.28 \text{шт} \approx 33956 \text{шт}$$

«Также значение критического объема продаж можно определить графическим методом.» [16]

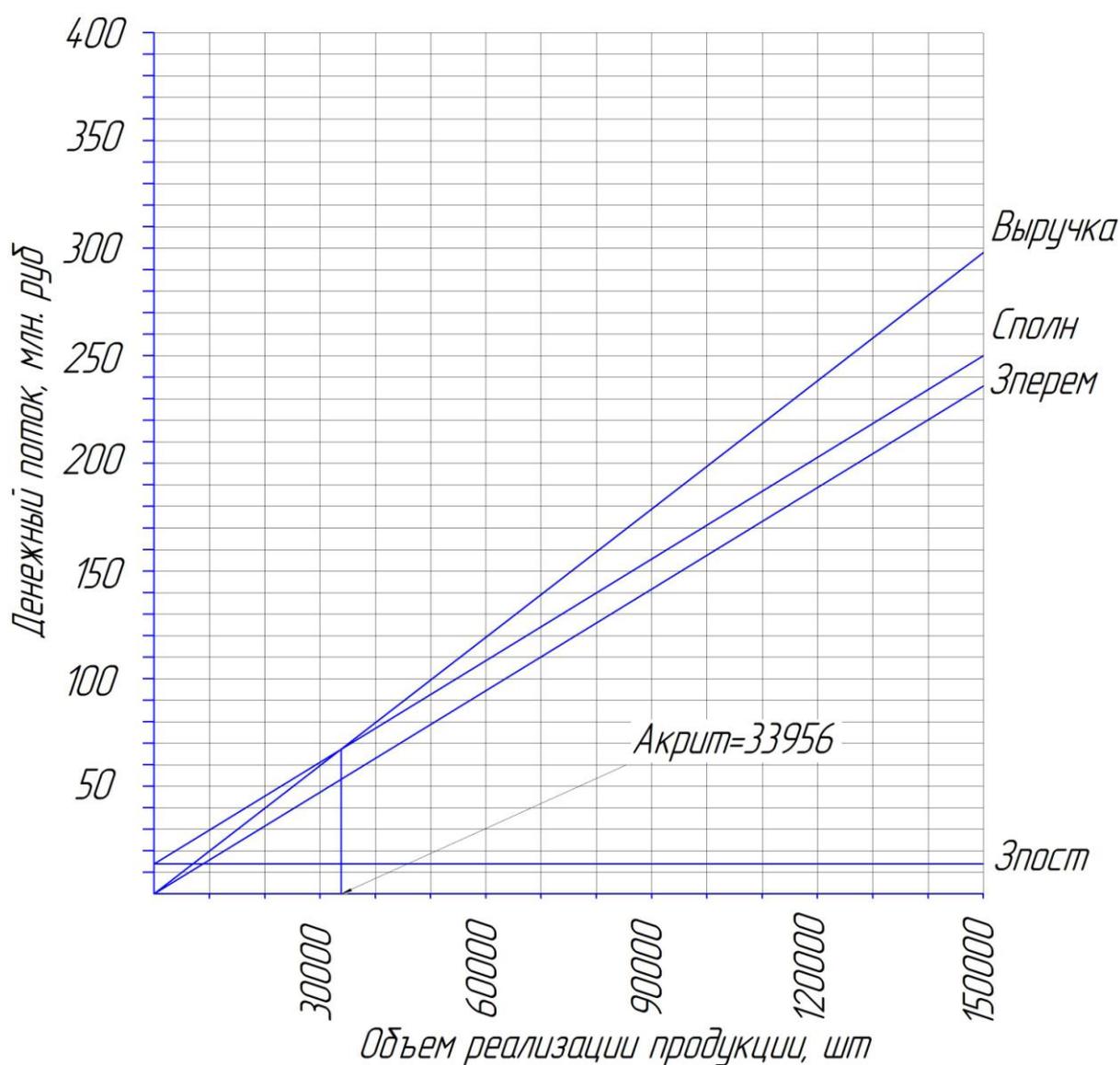


Рисунок 10 - Графический метод нахождения точки безубыточности

5.3 Коммерческая эффективность модернизации подвески

«Для оценки коммерческой эффективности модернизации задней подвески следует определить чистый доход, чистый дисконтированный доход, внутреннюю норму доходности, индексы доходности и срок окупаемости.» [16]

Увеличение производственных мощностей происходит постепенно. В данной работе увеличение объема производства будем считать равномерным, т.е. с постоянной величиной. Чтобы рассчитать эту величину воспользуемся формулой:

$$\Delta = \frac{V_{MAX} - A_{КРИТ}}{n - 1}, \quad (5.23)$$

где « V_{MAX} - максимальный объем производства изделия, шт» [16]

« $A_{КРИТ}$ - критический объем продаж проектируемой подвески, шт» [16]

« n - количество лет производства, с учетом подготовки» [16]

$$\Delta = \frac{150000 - 33956}{6 - 1} = 23208.8 шт$$

«Выручка от продаж:» [16]

$$B_i = Ц_{ОП} \cdot V_{ПРОД_i}; \quad (5.24)$$

где $V_{ПРОД_i}$ - объем продаж в i -году.

В первый года производства объем продукции будет рассчитываться следующим образом:

$$V_{ПРОД_i} = V_{КР} + \Delta \quad (5.25)$$

Для второго года и последующих лет $V_{КР}$ заменяется объемом продаж предыдущего года.

$$V_{\text{ПРОД1}} = 33956 + 23208 \cdot 8 = 57164 \cdot 8 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{ПРОД2}} = 57164 \cdot 8 + 23208 \cdot 8 = 80373 \cdot 6 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{ПРОД3}} = 80373 \cdot 6 + 23208 \cdot 8 = 103582 \cdot 4 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{ПРОД4}} = 103582 \cdot 4 + 23208 \cdot 8 = 126791 \cdot 2 \text{ шт.}$$

$$V_{\text{ПРОД5}} = 126791 \cdot 2 + 23208 \cdot 8 = 150000 \text{ шт.}$$

Зная объем производства проектируемого изделия, рассчитываем выручку:

$$B_1 = 19877 \cdot 62 \cdot 57164 \cdot 8 = 1136300251 \cdot 81 \text{ руб}$$

$$B_2 = 19877 \cdot 62 \cdot 80373 \cdot 6 = 1597635991 \cdot 36 \text{ руб}$$

$$B_3 = 19877 \cdot 62 \cdot 103582 \cdot 4 = 2058971730 \cdot 9 \text{ руб}$$

$$B_4 = 19877 \cdot 62 \cdot 126791 \cdot 2 = 2520307470 \cdot 45 \text{ руб}$$

$$B_5 = 19877 \cdot 62 \cdot 150000 = 2981643210 \text{ руб}$$

Переменные затраты по годам:

$$Z_{\text{ПЕРЕМ}i} = Z_{\text{ПЕРЕМУД}} \cdot V_{\text{ПРОД}i} \quad (5.26)$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б1}} = 15643 \cdot 97 \cdot 57164 \cdot 8 = 894284559 \cdot 17 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б2}} = 15643 \cdot 97 \cdot 80373 \cdot 6 = 1257362388 \cdot 13 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б3}} = 15643 \cdot 97 \cdot 103582 \cdot 4 = 1620440217 \cdot 08 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б4}} = 15643 \cdot 97 \cdot 126791 \cdot 2 = 1983518046 \cdot 04 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б5}} = 15643 \cdot 97 \cdot 150000 = 2346595875 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П1}} = 15780 \cdot 31 \cdot 57164 \cdot 8 = 902078408 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П2}} = 15780 \cdot 31 \cdot 80373 \cdot 6 = 126832524 \cdot 75 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П3}} = 15780 \cdot 31 \cdot 103582 \cdot 4 = 1634562641 \cdot 5 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П4}} = 15780 \cdot 31 \cdot 126791 \cdot 2 = 2000804758 \cdot 25 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П5}} = 15780 \cdot 31 \cdot 150000 = 2367046875 \text{ руб}$$

Постоянные затраты по годам:

$$Z_{\text{ПОСТ}} = Z_{\text{ПОСТУД}} \cdot V_{\text{МАХ}} \quad (5.27)$$

$$Z_{\text{ПОСТ.б.}} = 920 \cdot 71 \cdot 150000 = 138106800 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПОСТ.л.}} = 927 \cdot 53 \cdot 150000 = 139129350 \text{ руб}$$

Амортизация оборудования:

$$A_M = A_{M.уд} \cdot V_{MAX} \quad (5.28)$$

$$A_M = 7.1 \cdot 150000 = 1065487.5 \text{ руб}$$

«Себестоимость по годам:» [16]

$$C_{ПОЛ.i} = Z_{ПЕРЕМ.i} + Z_{ПОСТ} \quad (5.29)$$

$$C_{ПОЛ.Б1} = 894284559 \cdot 17 + 138106800 = 1032391359 \cdot 17 \text{ руб}$$

$$C_{ПОЛ.Б2} = 1257362388 \cdot 13 + 138106800 = 1395469188 \cdot 13 \text{ руб}$$

$$C_{ПОЛ.Б3} = 1620440217 \cdot 08 + 138106800 = 1758547017 \cdot 08 \text{ руб}$$

$$C_{ПОЛ.Б4} = 1983518046 \cdot 04 + 138106800 = 2121624846 \cdot 04 \text{ руб}$$

$$C_{ПОЛ.Б5} = 2346595875 + 138106800 = 2484702675 \text{ руб}$$

$$C_{ПОЛ.П1} = 902078408 + 139129350 = 1041207758 \text{ руб}$$

$$C_{ПОЛ.П2} = 126832524 \cdot 75 + 139129350 = 1407449874 \cdot 75 \text{ руб}$$

$$C_{ПОЛ.П3} = 1634562641 \cdot 5 + 139129350 = 1773691991 \cdot 5 \text{ руб}$$

$$C_{ПОЛ.П4} = 2000804758 \cdot 25 + 139129350 = 2139934108 \cdot 25 \text{ руб}$$

$$C_{ПОЛ.П5} = 2367046875 + 139129350 = 2506176225 \text{ руб}$$

$$\sum C_{ПОЛ.П} = 1041207758 + 1407449874 \cdot 75 + 1773691991 \cdot 5 + \\ + 2139934108 \cdot 25 + 2506176225 = 8868459957 \cdot 5 \text{ руб}$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам:» [16]

$$Пр_{ОБЛ.i} = B_i - C_{ПОЛ.i} \quad (5.30)$$

$$Пр_{ОБЛ.1} = 1136300251 \cdot 81 - 1032391359 \cdot 17 = 103908892 \cdot 64 \text{ руб}$$

$$Пр_{ОБЛ.2} = 1597635991 \cdot 36 - 1395469188 \cdot 13 = 202166803 \cdot 23 \text{ руб}$$

$$Пр_{ОБЛ.3} = 2058971730 \cdot 9 - 1758547017 \cdot 08 = 300424713 \cdot 82 \text{ руб}$$

$$Пр_{ОБЛ.4} = 2520307470 \cdot 45 - 2121624846 \cdot 04 = 398682624 \cdot 41 \text{ руб}$$

$$Пр_{ОБЛ.5} = 2981643210 - 2484702675 = 496940535 \text{ руб}$$

$$Пр_{ОБЛ.1} = 1136300251 \cdot 81 - 1041207758 = 95092493 \cdot 81 \text{ руб}$$

$$Пр_{ОБЛ.2} = 1597635991 \cdot 36 - 1407449874 \cdot 75 = 190186116 \cdot 61 \text{ руб}$$

$$Пр_{ОБЛ.3} = 2058971730 \cdot 9 - 1773691991 \cdot 5 = 285279739 \cdot 4 \text{ руб}$$

$$Пр_{ОБЛ.4} = 2520307470 \cdot 45 - 2139934108 \cdot 25 = 380373362 \cdot 2 \text{ руб}$$

$$Пр_{ОБЛ.5} = 2981643210 - 2506176225 = 475466985 \text{ руб}$$

Величина налога на прибыль составляет 20%. Его абсолютное значение рассчитывается от налогооблагаемой прибыли по годам:

$$H_{\text{ПР.}i} = \text{Пр}_{\text{ОБЛ.}i} \cdot 0.2 \quad (5.31)$$

$$H_{\text{ПР.1}} = 103908892 \cdot 0.64 \cdot 0.2 = 20781778 \cdot 53 \text{ руб}$$

$$H_{\text{ПР.2}} = 202166803 \cdot 0.23 \cdot 0.2 = 40433360 \cdot 65 \text{ руб}$$

$$H_{\text{ПР.3}} = 300424713 \cdot 0.82 \cdot 0.2 = 60084942 \cdot 76 \text{ руб}$$

$$H_{\text{ПР.4}} = 398682624 \cdot 0.41 \cdot 0.2 = 79736524 \cdot 88 \text{ руб}$$

$$H_{\text{ПР.5}} = 496940535 \cdot 0.2 = 99388107 \text{ руб}$$

$$H_{\text{ПР.1}} = 95092493 \cdot 0.81 \cdot 0.2 = 19018498 \cdot 76 \text{ руб}$$

$$H_{\text{ПР.2}} = 190186116 \cdot 0.61 \cdot 0.2 = 38037223 \cdot 32 \text{ руб}$$

$$H_{\text{ПР.3}} = 285279739 \cdot 0.4 \cdot 0.2 = 57055947 \cdot 88 \text{ руб}$$

$$H_{\text{ПР.4}} = 380373362 \cdot 0.2 \cdot 0.2 = 76074672 \cdot 44 \text{ руб}$$

$$H_{\text{ПР.5}} = 475466985 \cdot 0.2 = 95093397 \text{ руб}$$

«Чистая прибыль по годам:» [16]

$$\text{Пр.ч.}i. = \text{Пр.обл.}i. - \text{Нпр.}i. \quad (5.32)$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.1Б}} = 103908892 \cdot 0.64 - 20781778 \cdot 53 = 83127114 \cdot 11 \text{ руб}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.2Б}} = 202166803 \cdot 0.23 - 40433360 \cdot 65 = 161733442 \cdot 58 \text{ руб}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.3Б}} = 300424713 \cdot 0.82 - 60084942 \cdot 76 = 240339771 \cdot 06 \text{ руб}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.4Б}} = 398682624 \cdot 0.41 - 79736524 \cdot 88 = 318946099 \cdot 53 \text{ руб}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.5Б}} = 496940535 - 99388107 = 397552428 \text{ руб}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.1П}} = 95092493 \cdot 0.81 - 19018498 \cdot 76 = 76073995 \cdot 05 \text{ руб}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.2П}} = 190186116 \cdot 0.61 - 38037223 \cdot 32 = 152148893 \cdot 28 \text{ руб}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.3П}} = 285279739 \cdot 0.4 - 57055947 \cdot 88 = 228223791 \cdot 52 \text{ руб}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.4П}} = 380373362 \cdot 0.2 - 76074672 \cdot 44 = 304298689 \cdot 76 \text{ руб}$$

$$\text{Пр}_{\text{ч.5П}} = 475466985 - 95093397 = 380373588 \text{ руб}$$

5.4 Экономический эффект от повышения надежности и долговечности деталей проектируемой подвески

Предлагаемые в данной квалификационной работе решение обеспечивают увеличение жесткости демпфера задней подвески. Таким образом достигается снижение количества пробоев подвески в движении и увеличение долговечности амортизатора.

Прибыль, связанная с улучшением долговечности:

$$Pr_{OЖ.Дi} = \left(C_{OПП} \cdot \frac{D_2}{D_1} - C_{OПП} \right) \cdot V_{Г} \quad (5.33)$$

где D_1 и D_2 – «долговечность (срок службы) базового и проектируемого изделия» [16]

$$D_1 = 900000; D_2 = 1100000.$$

Отпускная цена амортизатора задней подвески $C_{OПП} = 1700$ руб

$$Pr_{OЖ.Д1} = \left(700 \cdot \frac{1100000}{900000} - 1700 \right) \cdot 57164.8 = 21595591.11 \text{ руб}$$

$$Pr_{OЖ.Д2} = \left(700 \cdot \frac{1100000}{900000} - 1700 \right) \cdot 80373.6 = 30363360 \text{ руб}$$

$$Pr_{OЖ.Д3} = \left(700 \cdot \frac{1100000}{900000} - 1700 \right) \cdot 103582.4 = 39131128.89 \text{ руб}$$

$$Pr_{OЖ.Д4} = \left(700 \cdot \frac{1100000}{900000} - 1700 \right) \cdot 126791.2 = 47898897.78 \text{ руб}$$

$$Pr_{OЖ.Д5} = \left(700 \cdot \frac{1100000}{900000} - 1700 \right) \cdot 150000 = 56666666.67 \text{ руб}$$

Ожидаемая прибыль от повышения надежности узла:

$$Pr_{OЖ.Н} = \left(N_{Рем.Баз} \cdot Z_{Рем.Баз} - N_{Рем.Пр} \cdot Z_{Рем.Пр} \right) + \left(T_{Прост.Баз} - T_{Прост.Пр} \right) \cdot C_{OПП} \quad (5.34)$$

где « $N_{рем.баз}$ и $N_{рем.пр}$ – количество ремонтов (отказов) базового и проектируемого изделий;» [16]

« $Z_{рем.баз}$ и $Z_{рем.пр}$ – затраты на ремонт базового и проектируемого изделий;» [16]

« $T_{прост.баз}$ и $T_{прост.пр}$ – количество часов простоя техники в ремонте за год по базовому и проектируемому вариантам;» [16]

$$Pr_{OЖ.Н} = (60 \cdot 850 - 40 \cdot 850) + (20 - 80) \cdot 1700 = 85000 \text{ руб}$$

«Общественно значимая экономия:» [6]

$$\mathcal{E}_{OБЩ.i} = Pr_{OЖ.Л.i} + Pr_{OЖ.Н.i} \quad (5.35)$$

$$\mathcal{E}_{ОБЩ.1} = 21595591 \cdot 11 + 85000 = 21680591 \cdot 11 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{ОБЩ.2} = 30363360 + 85000 = 30448360 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{ОБЩ.3} = 39131128 \cdot 89 + 85000 = 39216128 \cdot 89 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{ОБЩ.4} = 47898897 \cdot 78 + 85000 = 47983897 \cdot 78 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{ОБЩ.5} = 56666666 \cdot 67 + 85000 = 56751666 \cdot 67 \text{ руб}$$

«Текущий чистый доход:» [16]

$$\mathcal{ЧД}_i = \text{Пр.ч.и.п.} - \text{Пр.ч.и.б.} + A_M + \mathcal{Э}_{общ.} \quad (5.36)$$

$$\begin{aligned} \mathcal{ЧД}_1 &= 76073995 \cdot 05 - 83127144 \cdot 11 + 1065487 \cdot 5 + 21680591 \cdot 11 = \\ &= 15692959 \cdot 55 \text{ руб} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{ЧД}_2 &= 152148893 \cdot 28 - 161733442 \cdot 58 + 1065487 \cdot 5 + 30448360 = \\ &= 21929298 \cdot 2 \text{ руб} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{ЧД}_3 &= 228223791 \cdot 52 - 240339771 \cdot 06 + 1065487 \cdot 5 + 39216128 \cdot 89 = \\ &= 28165636 \cdot 86 \text{ руб} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{ЧД}_4 &= 304298689 \cdot 76 - 318946099 \cdot 53 + 1065487 \cdot 5 + 47983897 \cdot 78 = \\ &= 34401975 \cdot 51 \text{ руб} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{ЧД}_5 &= 380373588 - 397552428 + 1065487 \cdot 5 + 56751666 \cdot 67 = \\ &= 40638314 \cdot 17 \text{ руб} \end{aligned}$$

Коэффициент дисконтирования α_i :

$$E_{CT} = 10\%$$

$$\alpha_i = 1 \setminus (1 + E)^t, \quad (5.37)$$

$$\alpha_1 = 0,909$$

$$\alpha_2 = 0,826$$

$$\alpha_3 = 0,753$$

$$\alpha_4 = 0,683$$

$$\alpha_5 = 0,621$$

«Текущий чистый дисконтированный доход:» [16]

$$\mathcal{ЧДД}(i) = \mathcal{ЧД}(i) \cdot \alpha_i \quad (5.38)$$

$$\mathcal{ЧДД}(\text{€}) = 15692959 \cdot 55 \cdot 0,909 = 14264900 \cdot 23 \text{ руб}$$

$$\mathcal{ЧДД}(\text{€}) = 21929298 \cdot 2 \cdot 0,826 = 18113600 \cdot 31 \text{ руб}$$

$$\mathcal{ЧДД}(\text{€}) = 28165636 \cdot 86 \cdot 0,753 = 21208724 \cdot 56 \text{ руб}$$

$$\text{ЧДД}_1 = 34401975.51 \cdot 0,683 = 23496549.27 \text{ руб}$$

$$\text{ЧДД}_2 = 40638314.17 \cdot 0,621 = 25236393.1 \text{ руб}$$

«Суммарный ЧДД:» [16]

$$\sum \text{ЧДД}(i) = 102320167.47 \text{ руб}$$

«Капиталообразующие инвестиции:» [14]

$$J_o = K_{инв} \cdot \sum C_{пол.і}; \quad (5.39)$$

где $K_{инв}$ - «коэффициент капиталообразующих инвестиций.» [14]

Принимаем $K_{инв} = 0.5\%$.

$$J_o = 0.005 \cdot \sum C_{пол.і} = 44342299.79 \text{ руб}$$

«Чистый дисконтированный доход:» [16]

$$\text{ЧДД} = \sum_{i=0}^T \text{ЧДД}_i - J_o \quad (5.40)$$

$$\text{ЧДД} = 102320167.47 - 44342299.79 = 57977867.69 \text{ руб}$$

«Индекса доходности инвестиций:» [16]

$$JD = \frac{\text{ЧДД}}{J_o}; \quad (5.41)$$

$$JD = 57977867.69 / 44342299.79 = 1.31$$

«Срок окупаемости проекта:» [16]

$$T_{окуп.} = \frac{J_o}{\text{ЧДД}} \quad (5.42)$$

$$T_{окуп.} = 44342299.79 / 57977867.69 = 0,76 \text{ года}$$

На основании полученных данных построим график зависимости прибыли от объема продаж.

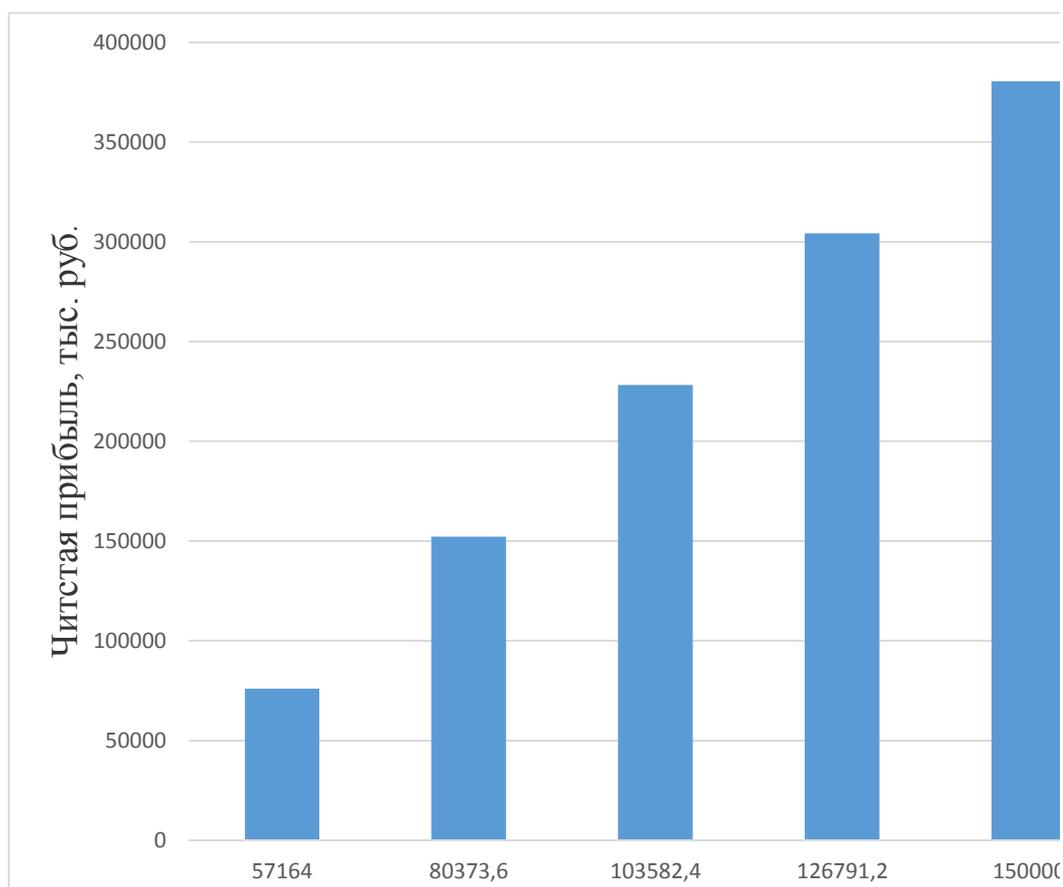


Рисунок 11 – График зависимости прибыли от объема продаж

5.5 Вывод

Основываясь на полученных результатах можно сделать вывод о коммерческой эффективности настоящего проекта модернизации подвески. Индекс доходности равен 1.31, т.е. более единицы, а срок окупаемости равный 0.76 года - сравнительно короткий для автомобиля массового производства.

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;
- выбран и обоснован вариант исполнения подвески;
- выполнен расчет тягово-динамических характеристик транспортного средства;
- произведен расчет упругой характеристики задней подвески;
- произведен расчет упругого элемента задней подвески;
- проработана технология установки подвески на кузов;
- доказана экономическая целесообразность 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] /В.Н. Лата ,Курс лекций.-125 с.
9. Лукин, П.П. Конструирование и расчёт автомобиля [Текст] / П.П.Лукин , 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. 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 : Высшэйшая 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 : Высшэйшая школа, 2012. - 543 с.

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

21. Dearholt, J. D. Career Paths Mechanics [Text] / J. D. Dearholt, - Express Publishing, 2012. – 261 с.

22. Duffy, J. E. Modern Automotive Technology [Text] / J. E. Duffy, - Liberty Publishing House, 2014. – 307 c.
23. Schnubel, M. Automotive Suspension and Steering Systems [Text] / M. Schnubel, - Express Publishing, 2013. – 365 c.
24. Knowles, D. Automotive Technician Test Preparation [Text] / D. Knowles, - Liberty Publishing House, 2011. – 228 c.
25. Erjavec ,J. Automotive Technology [Text] / J. Erjavec, - Harper Collins, 2010. – 388 c.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягового расчета

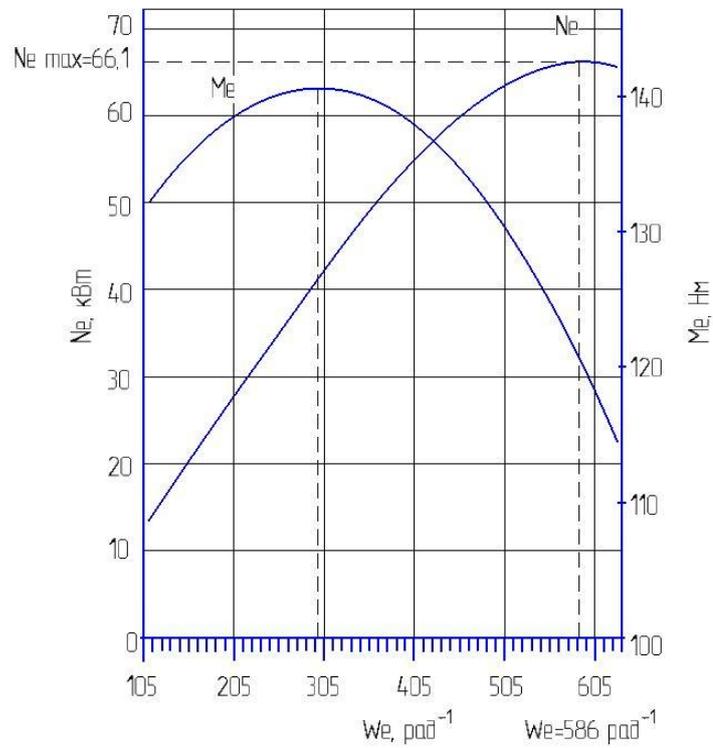


Рисунок А.1 - Внешнескоростная характеристика двигателя

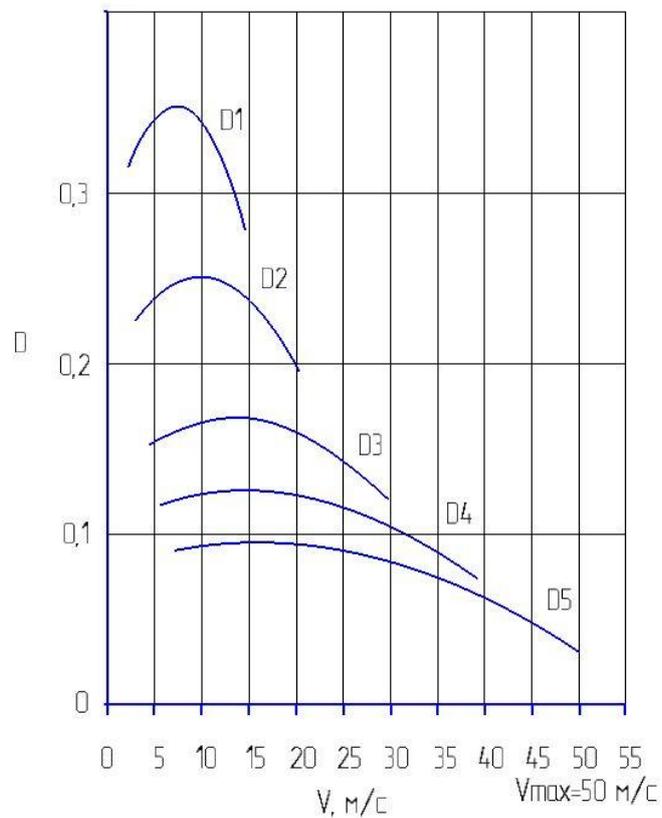


Рисунок А.2 – Динамический фактор автомобиля

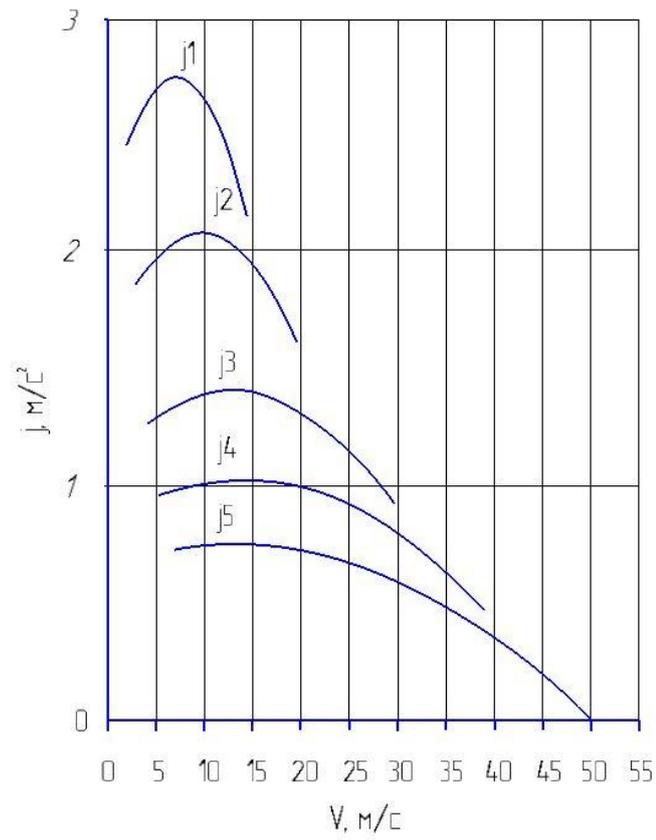


Рисунок А.3 – Ускорения автомобиля

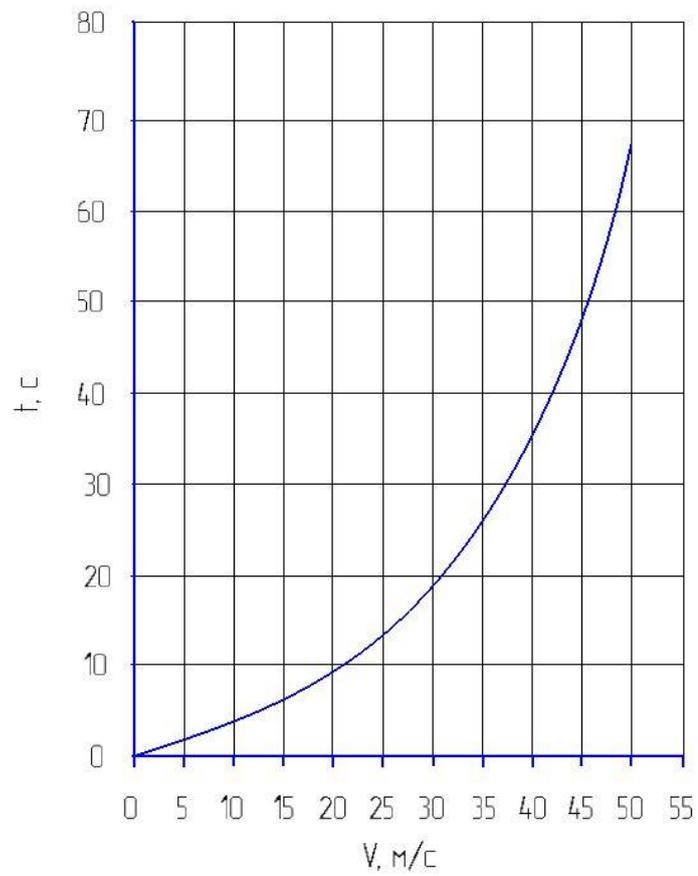


Рисунок А.4 – Время разгона

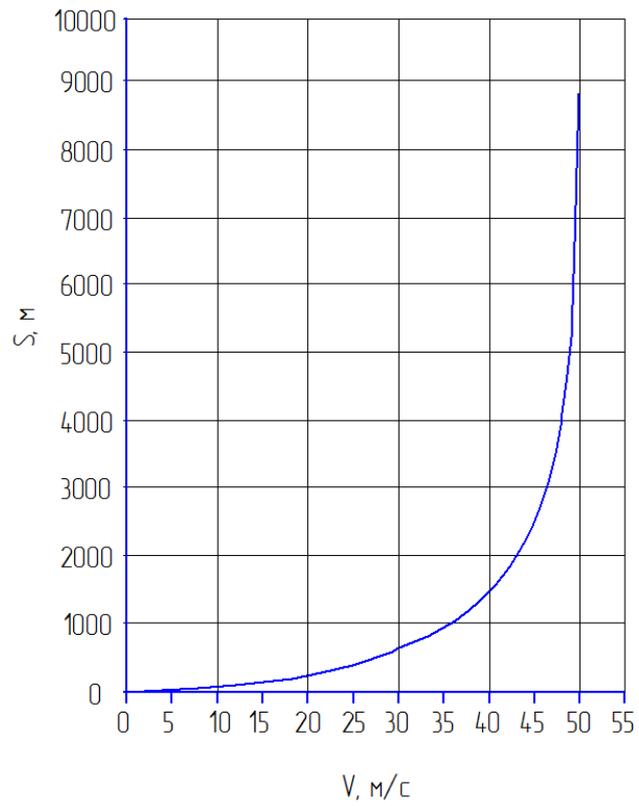


Рисунок А.5 – Путь разгона

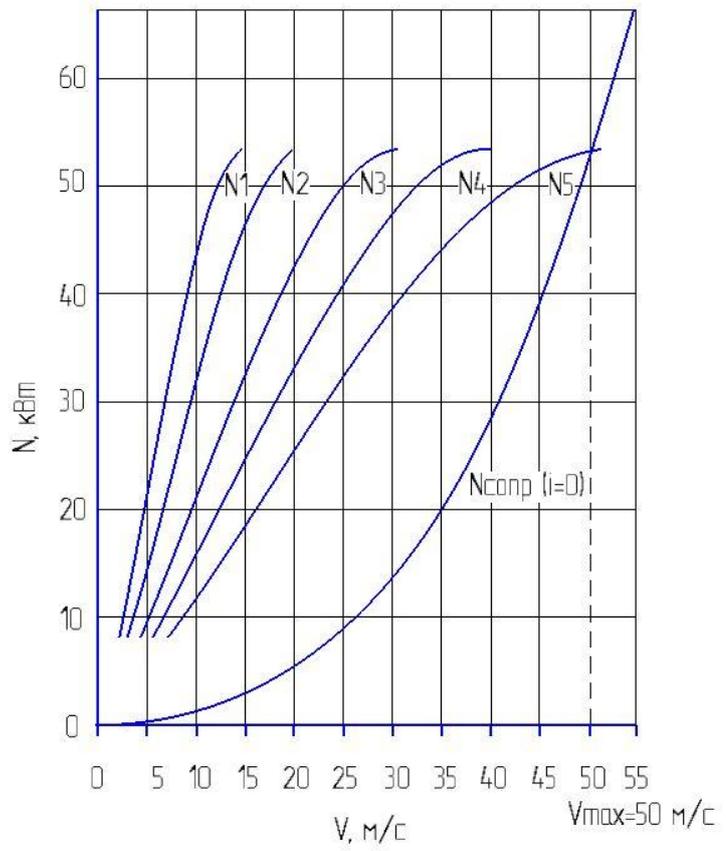


Рисунок А.6 – Мощностной баланс

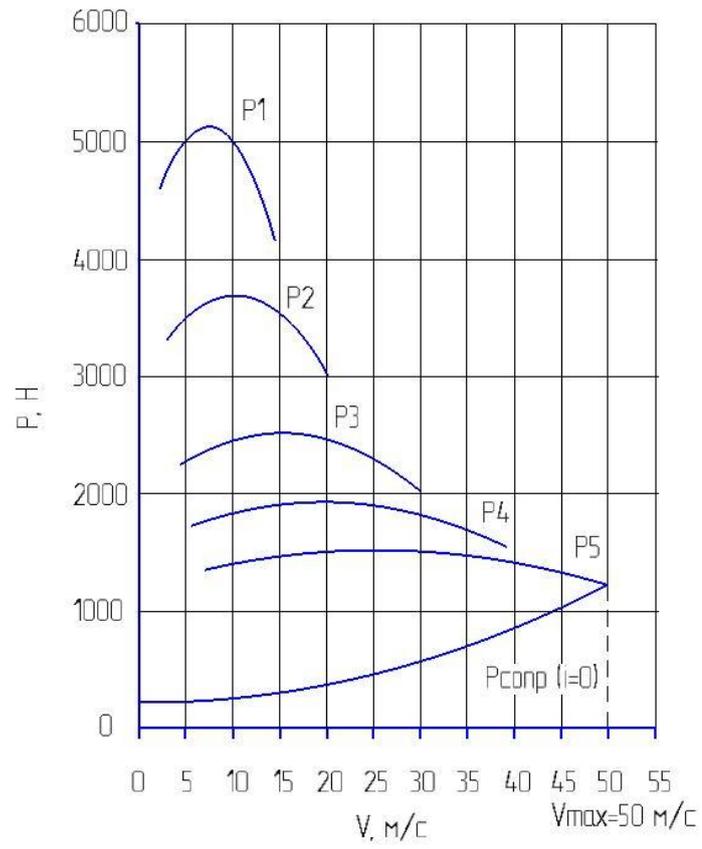


Рисунок А.7 – Тяговый баланс

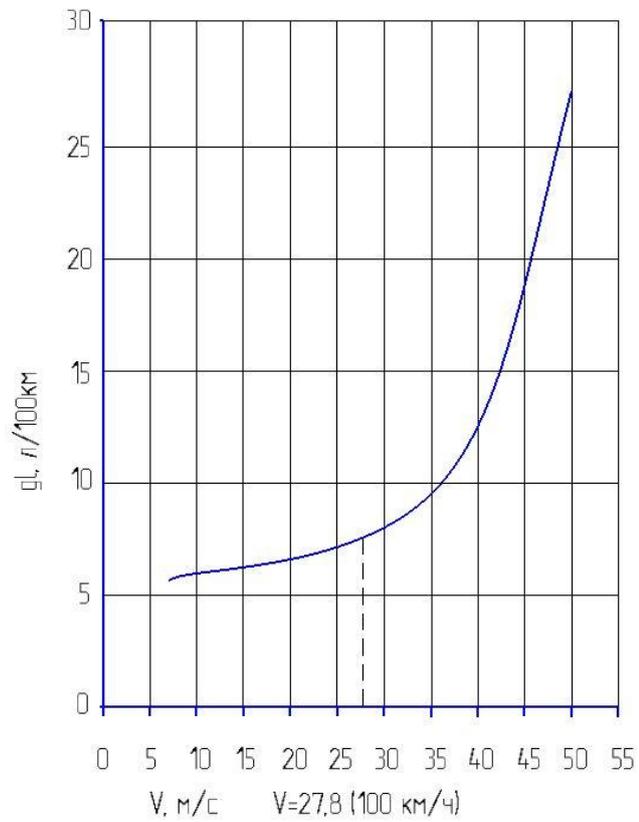


Рисунок А.8 – Топливная экономичность

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Б4		7	18.ДП.ПчЭА.324.02.005	Буфер хода сжатия	2	
Б4		8	18.ДП.ПчЭА.324.01.006	Болт М12х1,25х91	2	
Б4		9	18.ДП.ПчЭА.324.02.007	Кронштейн крепления задней подвески правый	1	
Б4		10	18.ДП.ПчЭА.324.02.008	Кронштейн крепления задней подвески левый	1	
Б4		11	18.ДП.ПчЭА.324.02.009	Втулка амортизатора	2	
Б4		12	18.ДП.ПчЭА.324.02.010	Крышка кожуха амортизатора	2	
Б4		13	18.ДП.ПчЭА.324.01.011	Колпак ступицы колеса	2	
Б4		14	18.ДП.ПчЭА.324.01.012	Кольцо маслоотражающее ступицы	2	
				Стандартные изделия		
Б4		15		Шайба 10 ГОСТ 11371-78	6	
Б4		16		Шайба 12 ГОСТ 11371-78	2	
Б4		17		Гайка М10х1,25 ГОСТ 5915-70	6	
Б4		18		Гайка М10х1,25	2	
18.ДП.ПчЭА.324.00.000.СБ						Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Копировал

Формат А4

