

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

«Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему

Модернизация

переднеприводного легкового автомобиля 2 класса. Передняя подвеска

Студент

Р.Н. Хаников

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.В. Прокопьев

(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 18 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

В настоящей квалификационной работе дано назначение подвески автомобиля, описаны законодательные требования в части конструкции подвески, приведена классификация подвесок, проведен анализ развития конструкций подвесок в автомобильной промышленности, выполнен расчет тягово-динамических характеристик транспортного средства, произведен расчет упругой характеристики передней подвески, найдены параметры переднего амортизатора, разработаны чертеж установки подвески и чертеж амортизатора, разработана технологическая схема сборки, выполнен анализ конструктивных решений способных повлиять на технологический процесс, составлен перечень работ входящих в установку подвески, определены трудоемкости операций установки подвески, выбрана оптимальная форма организации производства, подтверждено соответствие проекта законодательным требованиям касающихся безопасности и экологичности, разработано описание рабочего места и применяемого инструмента, идентифицированы опасные и вредные производственные факторы, рассчитаны экономические показатели проекта и его экономическая эффективность.

ABSTRACT

The title of the diploma paper is “Modernization of front suspension of second class passenger car”. This graduation work is about improving drivability and stability of the car. The author dwells on detailed classification of different suspensions.

The diploma paper consists of 80 pages, including figures, tables, 2 appendices, and the graphic part including 10 A1 sheets.

The key issue of the graduation project is shock absorber characteristics of the front suspension.

The diploma paper is divided into five main parts. The first part describes the description of the car suspension. It is also reviewed the development trends of the suspension. The second part is focused on engineering calculations, including a trailer dynamic calculation of a car, calculation of the elastic characteristics of the front suspension and the characteristics of shock absorber. In the third part the author considers the technological process of assembly of the front suspension. The forth part is represented the ecological of production and safety of the car. The readers’ attention is also drawn to the confirmation that the project corresponds to the legal requirements in terms of safety and environmental protection. In fifth part we report the economical calculations including the cost of designed unit and for the breakeven point of the project and also a proof of economic efficiency modernization, that confirm the opportunity to realize proposed solutions in the current mass production.

It can be concluded that this modernization can be implemented in the current mass production.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Состояние вопроса.....	7
1.1 Назначение подвески.....	7
1.2 Требования, предъявляемые к подвеске.....	7
1.3 Варианты конструкций подвесок.....	8
1.4 Обзор направлений развития конструкций подвесок.....	10
1.5 Обоснование проектируемой конструкции подвески.....	17
2 Защита интеллектуальной собственности.....	19
3 Конструкторская часть.....	20
3.1 Расчет тягово-динамических характеристик автомобиля.....	20
3.2 Обоснование компоновочной схемы подвески.....	21
3.3 Определение характеристик демпфирования колебаний и неподрессоренных масс автомобиля.....	21
4 Технологическая часть.....	30
4.1. Анализ технологического процесса установки подвески.....	30
4.2 Технологичность разрабатываемой конструкции подвески.....	30
4.3 Технологическая схема установки подвески.....	32
4.4 Перечень сборочных работ.....	33
4.5 Трудоемкость установки подвески.....	36
4.6. Организационная форма установки подвески.....	37
5 Технико-экономическая оценка модернизируемой подвески.....	39
5.1 Себестоимость модернизированной подвески.....	39

5.2 Точки безубыточности производства подвески.....	43
5.3 Коммерческая эффективность модернизации подвески.....	45
5.4. Экономический эффект от повышения надежности и долговечности деталей проектируемой подвески.....	49
5.5 Вывод.....	53
6 Безопасность и экологичность технического объекта.....	55
6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	55
6.2 Идентификация профессиональных рисков.....	59
6.3 Мероприятия по уменьшению профессиональных рисков.....	61
6.4 Пожарная безопасность сборочного участка.....	63
6.5 Экологическая безопасность сборочного участка.....	65
6.6 Заключение.....	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	67
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	68
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ А ГРАФИКИ ТЯГОВОГО РАСЧЕТА.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ Б СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	75

ВВЕДЕНИЕ

Автомобилестроение – это отрасль хозяйственной деятельности человека, которая осуществляет производство транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания, электромоторами или другими силовыми установками. Автомобилестроение является наукоемкой, капиталоемкой и ресурсоемкой отраслью. Данная отрасль потребляет продукцию других отраслей, таких как металлургия, химическая промышленность, электротехническая промышленность. Значительное количество людских ресурсов, прямо или косвенно, задействовано в автомобилестроении. Рост и развитие автомобилестроения побуждает к росту и развитию других отраслей промышленности.

Современный автомобиль – технически сложный продукт. Поскольку автомобиль играет важную роль в жизни человека его производство подчиняется государственным, а также международным законодательным нормам. В целом современные автомобили с большим запасом удовлетворяют этим требованиям. Однако производители постоянно улучшают характеристики своих автомобилей чтобы увеличить их привлекательность в глазах потребителей.

В настоящей квалификационной работе производится улучшение курсовой устойчивости и управляемости транспортного средства с помощью модернизации конструкции передней подвески.

1 Состояние вопроса

1.1 Назначение подвески

«Подвеска автомобиля предназначена для организации упругой связи между кузовом автомобиля (или рамой) с колесами.»[7]

Подвеска гасит динамические нагрузки, вызванные неровностями дорожного полотна. Передняя подвеска, помимо прочего, вкупе с рулевым управлением обеспечивают кинематику управляемых колес.

1.2 Требования, предъявляемые к подвеске

Требования предъявляемые к конструкции подвески могут существенно различаться от автомобиля к автомобилю. Это вызвано многими факторами, такими как условия эксплуатации, ценовое позиционирование автомобиля, величина запаса прочности, которую закладывают конструктор.

Однако можно выделить несколько универсальных требований, которые будут справедливы для большинства автомобилей. При этом необходимо понимать, что основным требованием к подвеске является обеспечение соответствия автомобиля государственным или международным требованиям. Конструкция подвески автомобиля должна обеспечивать приемлемое значение ездовых показателей, таких как курсовая устойчивость, управляемость, плавность хода, а также низкий уровень шумов. Также существует ряд требований, которые не относятся к законодательным, но учитываются конструктором при проектировании подвески. Первое из них касается массы и габаритов. Детали и узлы подвески должны быть легкими и компактными. Следующее касается технологичности. Согласно этому требованию подвеска должна быть простой и удобной в изготовлении, при монтаже, а также при обслуживании. Стоимость подвески должна быть экономически оправданной. Это позволяет сделать финальную цену автомобиля более привлекательной для конечного потребителя.

1.3 Варианты конструкций подвесок

В основе классификация типов конструкции подвесок лежит наличие взаимосвязи между колесами одной оси при их перемещении. Подвеска, для которой характерно отсутствие влияние перемещение одного колеса на положение другого в одной оси называется независимой. В случае, когда такое влияние присутствует подвеска называется зависимой.

Зависимая подвеска имела наибольшую популярность на заре автомобилестроения. Однако, для современного этапа автомобилестроения характерна совершенно обратное картина – независимая подвеска вытесняет зависимую практически во всех классах автомобилей. Зависимая подвеска сохраняет значение дорожного просвета постоянным, (что особенно актуально для внедорожников), достаточно проста в обслуживании и ремонте, обладает относительно невысокой стоимостью. Слабой стороной такой конструкции является низкая плавность хода в виду большой величины неподрессоренной массы. Помимо этого, перемещение балки требуют большого свободного пространства, что существенно усложняет компоновку автомобиля. Стоит также отметить, что некоторые конструкция зависимых подвесок в виду своих особенностей имеют большое значение перемещения оси в поперечном направлении, что в свою очередь отрицательно влияет на курсовую устойчивость.

Практически всех этих недостатков лишена независимая подвеска. Неподрессоренные массы в такой конструкции значительно меньше, а показатели курсовой устойчивости и управляемости выше. Компоновка автомобиля с такой подвеской существенно проще. Однако такая конструкция более трудоемкая при монтаже на конвейере и при обслуживании в сервисе. Это неминуемо приводит к удорожанию. В виду постоянно меняющегося дорожного просвета реже применяется в тяжелых внедорожниках и вездеходах, а в виду небольшой грузоподъемности практически не применяется в коммерческом транспорте и грузовиках. Из-за

наличия большого количества деталей и соединений надежность такой подвески в целом ниже чем у зависимой.

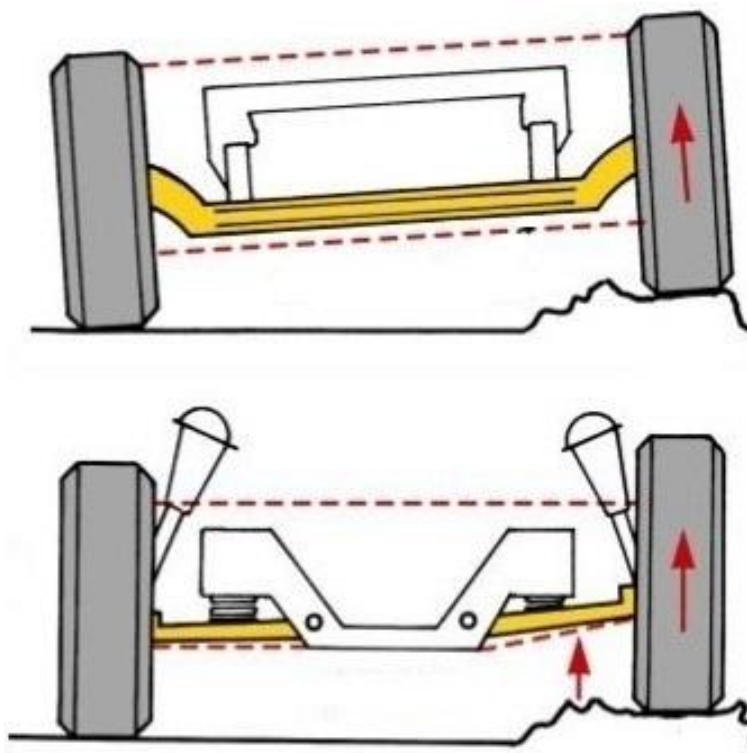


Рисунок 1 – Принцип работы, зависимой (сверху) и независимой (снизу) подвесок

Также существует вариант конструкции подвески называемый полузависимой. В данной схеме два продольных рычага закреплены на кузове и соединены между собой деталью, которая скручивается при разноименном ходе подвески. Ход одного из колес в данной подвеске изменяет на положение другого, что является отличительным признаком зависимой подвески. В тоже время углы установки колёс меняется в зависимости от их перемещения, что характерно для независимой подвески. Отсюда и такое название.

Еще одной отличительной особенностью подвесок является способность изменения характеристик элементов и, как следствие, ездовых свойств автомобиля в целом. Используя данный признак все подвески можно разделить на активные и неактивные.



Рисунок 2 – Вариант исполнения полузависимой подвески

1.4 Обзор направлений развития конструкций подвесок

В современном автомобилестроении наиболее популярной конструкцией подвески, используемой в 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 стойки, 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.» [5]

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



Рисунок 3 – 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 4 – 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.

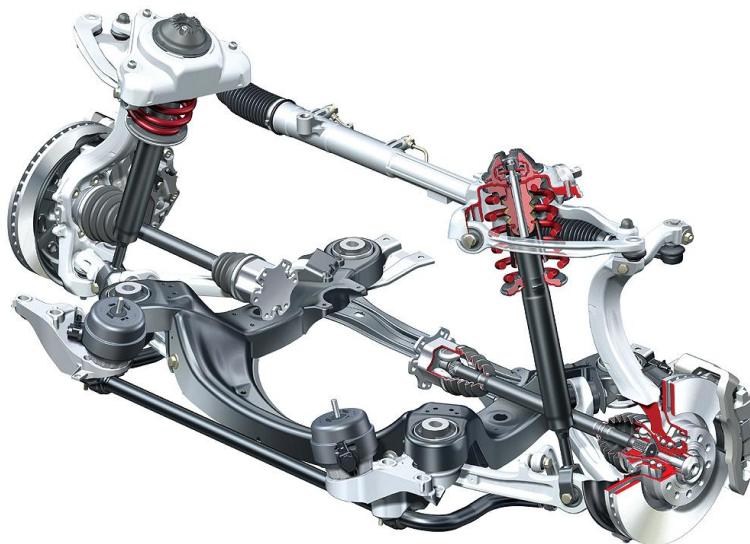


Рисунок 5 – Передняя многорычажная подвеска Audi A6

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 амортизатор 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.



Рисунок 6 – Зависимая подвеска с тягой Панара

Рассмотрим варианты конструкций задних подвесок, которые получили наибольшее распространение в современных автомобилях. 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.

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 накладываемые 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 7 –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.»[4]

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 популярности 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 отсутствия регулировок установки колёс, а также минимального числа шарниров.



Рисунок 8 –Полузависимая подвеска

1.5 Обоснование проектируемой конструкции подвески

Базовым объектом для модернизации выбрана передняя подвеска автомобиля LADA GRANTA. Этот автомобиль считается одним из

оптимальных предложений на российском рынке, совмещающем в себе высокий уровень качества сборки и богатый набор дополнительного оснащения при доступной стоимости. Хотя в линейке присутствуют два типа кузова, большая часть проданных автомобилей являются седанами. Кузов лифтбэк пользуется стабильным, но все же небольшим спросом. Granta в кузове седан и выбрана для модернизации.

Совершенствование конструкции бюджетных автомобилей сильно ограничена в части капитальных затрат, конечной целью в данном сегменте является конечная стоимость автомобиля. Поэтому в первую очередь реализуются решения, которые не только важны для конечного потребителя, но и имеют невысокую стоимость. Поэтому в данной квалификационной работе совершенствуется управляемость и курсовую устойчивость транспортного средства путем модернизации амортизатора передней подвески.



Рисунок 9 – Передняя подвеска LADA GRANTA

2 Защита интеллектуальной собственности

Не предусмотрено.

3 Конструкторская часть

3.1 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.

3.2 Обоснование компоновочной схемы подвески

В настоящем курсовом проекте совершенствуется передняя подвеска Lada Granta изготавливаемого ПАО АВТОВАЗ. Конечная цель модернизации - улучшение управляемости и курсовой устойчивости транспортного средства. Возможных решений поставленной задачи достаточно много, среди них изменения текущей конструкции подвески на схему с двумя поперечными рычагами, применение управляемых упругих и демпфирующих элементов как части системы адаптивной подвески, а также прочие решения. Однако, предлагаемые в рамках модернизации конструкторские решения не должны требовать значительных капитальных затрат и срок их реализации должен быть достаточно коротким. Принимая во внимание тот факт, что передняя подвеска автомобиля LADA GRANTA обладает небольшой стоимостью и, в целом, уровень ее ездовых характеристик соответствует среднему текущему в отрасли, оставляем компоновочную схему без изменений. Предлагаемое улучшение демпфирующего элемента не потребует крупных инвестиций на модернизацию производства, но будет чувствительно для потребителя.

3.3 Определение характеристик демпфирования колебаний и неподрессоренных масс автомобиля

Скоростная характеристика стойки подвески, полученная на заводе-изготовителе во время практики будет являться источником входных данных (рисунок 5). Подтверждение характеристик амортизатора, а также соответствие его условиям долговечности происходит при значениях скоростей движения штока 0.105 м/с и 0.314 м/с.

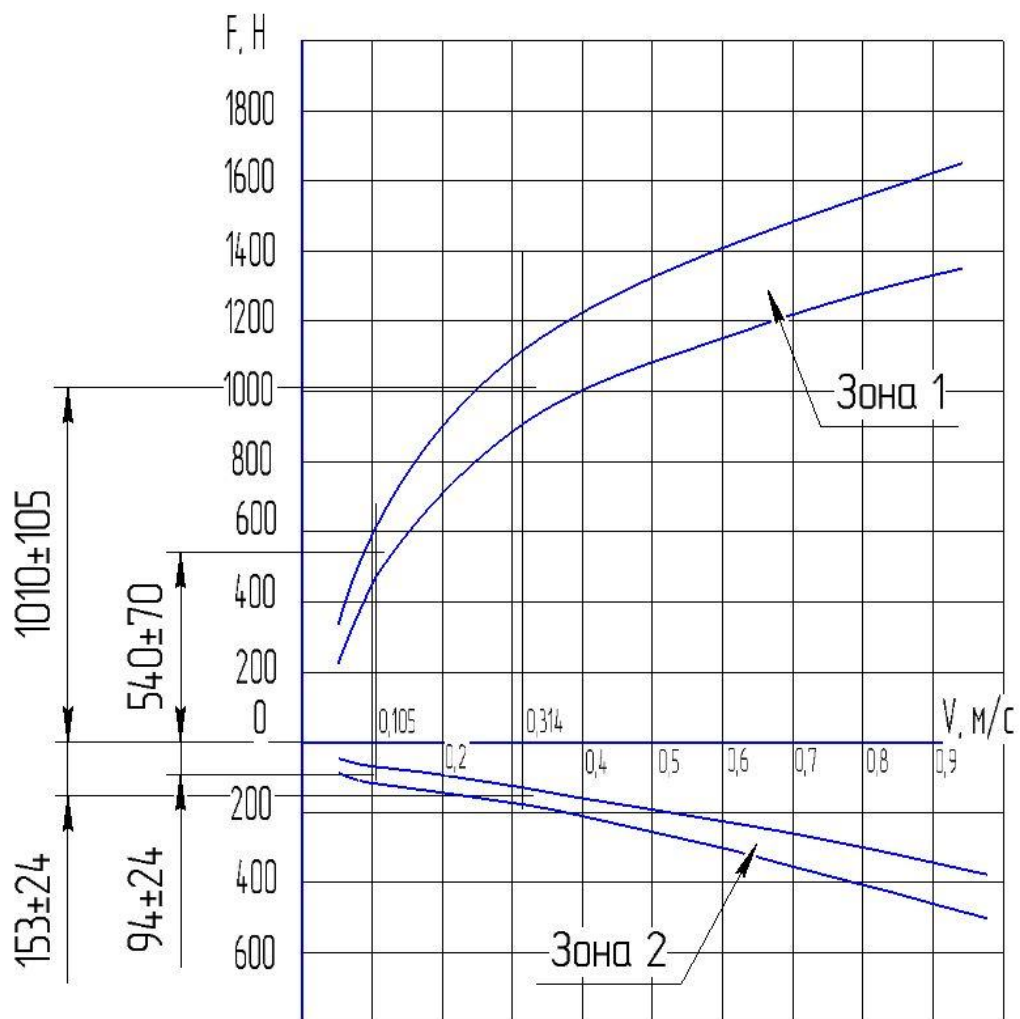


Рисунок 10 - Скоростная характеристика стойки передней подвески автомобиля LADA GRANTA

Средний коэффициент демпфирования стойки:

$$K_{CT} = \frac{F_{сж} + F_{отб}}{2 \cdot v} \quad (3.1)$$

где « $F_{сж}$ - усилие амортизаторной стойки на сжатие в первой контрольной точке;»[8]

« $F_{отб}$ - усилие амортизаторной стойки на отбой в первой контрольной точке;»[8]

v - скорость движения штока стойки.

«Средний коэффициент демпфирования амортизаторной стойки при дроссельном режиме работы:» [8]

$$K_{DCT} = \frac{94 + 5400}{2 \cdot 0,105} = 3019 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}$$

Рассчитаем ту же величину и для клапанного режима:

$$K_{KCT} = \frac{153 + 1010}{2 \cdot 0,314} = 1852 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}$$

Зная значение передаточного отношения стойки вычисляем средний коэффициент демпфирования:

$$K = \frac{K_{CT}}{i_{CT}^2}, \quad (3.2)$$

где i_{CT} - передаточное отношение амортизаторной стойки, для автомобиля LADA GRANTA $i_{CT} = 1.054$

Определим значения данного коэффициента для обоих режимов работы амортизатора:

$$K_D = \frac{K_{DCT}}{i_{CT}^2} = \frac{3019}{1,054^2} = 2718 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м} - \text{для дроссельного режима}$$

$$K_K = \frac{K_{KCT}}{i_{CT}^2} = \frac{1852}{1,054^2} = 1667 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м} - \text{для клапанного режима}$$

«Получив значение среднего коэффициента демпфирования можно найти коэффициент относительного демпфирования подрессоренной и неподрессоренной массы транспортного средства:» [9]

$$\psi_{II} = \frac{K}{2 \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_z}}, \quad (3.3)$$

где « K - коэффициент демпфирования стойки в отношении колеса;»[8]

« m_{II} - подрессоренная масса для одного колеса;»[8]

« C_z - вертикальная жесткость передней подвески.»[8]

Подрессоренная масса для одного колеса:

$$m_{II} = \frac{m_{III}}{2} - m_H, \quad (3.4)$$

где m_{III} - масса, приходящаяся на переднюю ось при полной загрузке. Для автомобиля $m_{III} = 756,5 \text{ кг}$.

« m_H - неподрессоренная масса, приходящаяся на одно колесо передней оси.» [10]

Для автомобиля LADA GRANTA $m_H = 37 \text{ кг}$.

В результате получаем:

$$m_{II} = \frac{750}{2} - 37 = 341,3 \text{ кг}$$

Вертикальная жесткость передней подвески:

$$C_Z = \frac{C_{PP}}{i_{CT}^2} + C_{III}, \quad (3.5)$$

где C_{PP} – жесткость пружины. В соответствии с КД $C_{PP} = 18,6 \text{ кН/м}$

« C_{III} - жесткость шарниров, приведенная к колесу.» [4]

Согласно справочным данным значение этой величины лежит в диапазоне 1..3 кН/м. С учетом рекомендаций, полученных во время практики принимаем $C_{III} = 2 \text{ кН/м}$

В результате рассчитываем значение жесткости:

$$C_Z = \frac{18,6}{1,054^2} + 2 = 18,74 \text{ кН/м}$$

Коэффициент относительного демпфирования колебаний поддрессоренной массы для выбранных ранее режимов:

$$\psi_{PD} = \frac{K_D}{2 \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_Z}} = \frac{2718}{2 \cdot \sqrt{341,3 \cdot 18740}} = 0,54 \text{ - для дроссельного режима}$$

$$\psi_{PK} = \frac{K_K}{2 \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_Z}} = \frac{1365}{2 \cdot \sqrt{341,3 \cdot 18740}} = 0,33 \text{ - для клапанного режима}$$

Данные результаты применимы для одноименного хода подвески. Для разноименного хода подвески необходимо учитывать работу стабилизатора поперечной устойчивости. Чтобы определить вертикальную жесткость подвески для данного режима используем формулу:

$$C_Z = \frac{C_{PP}}{i_{CT}^2} + C_{III} + C_{CTZ}, \quad (3.6)$$

где C_{CTZ} - вертикальная жесткость от стабилизатора на колесе.

$$C_{CTZ} = \frac{C_{CT0} \cdot b_G}{i}, \quad (3.7)$$

где C_{CT0} - «жесткость штанги стабилизатора поперечной устойчивости;»[8]

$b_G = 0,9$ - «коэффициент, учитывающий влияние подушек крепления штанги стабилизатора к кузову;»[8]

i - «передаточное число штанги стабилизатора к колесу.»[8]

Конструкция подвески модернизируемого транспортного средства предполагает крепление штанги стабилизатора к рычагу и передаточное число будет равно $i = 1.87$

Жесткость штанги стабилизатора поперечной устойчивости передней подвески:

$$C_{CT0} = \frac{d^4 \cdot 6.18 \cdot 10^5}{2 \cdot l_0^3 + l_5^2 \cdot L_S + 7.78 \cdot l_2 \cdot l_7^2 - 2 \cdot l_4^3}, \quad (3.8)$$

Геометрические размеры l_i определяем согласно рисунку 6.

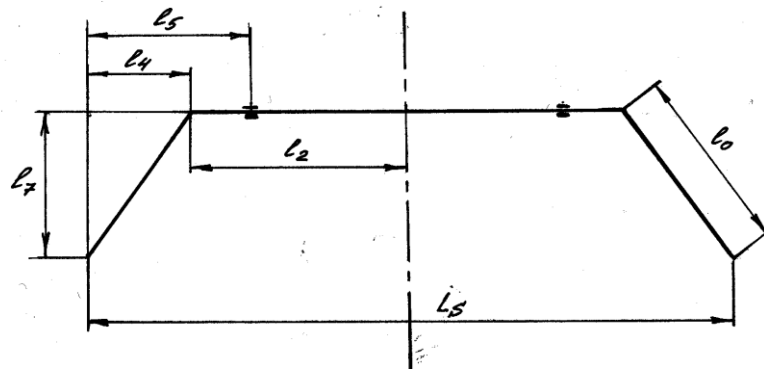


Рисунок 11 - Стабилизатор поперечной устойчивости

Штанга стабилизатора поперечной устойчивости соединяется с рычагом передней подвески через короткие стойки с резиновыми шарнирами. Центры этих шарниров будут базовыми для определения длин характерных участков стабилизатора:

$$l_0 = 230.7 \text{ мм};$$

$$l_2 = 380 \text{ мм};$$

$$l_4 = 150 \text{ мм};$$

$$l_5 = 170 \text{ мм};$$

$$l_7 = 192 \text{ мм};$$

$$L_s = 1060 \text{ мм};$$

$$d = 22 \text{ мм}.$$

Рассчитываем жесткость штанги стабилизатора:

$$C_{CT0} = \frac{0,022^4 \cdot 6.18 \cdot 10^5}{2 \cdot 0,2307^3 + 0,170^2 \cdot 1,06 + 7.78 \cdot 0,38 \cdot 0,192^2 - 2 \cdot 0,15^3} = 92 \text{ кН/м}$$

«Жесткость штанги стабилизатора поперечной устойчивости, приведенная к колесу» [6], будет равна:

$$C_{CTZ} = \frac{92 \cdot 0,9}{1,87} = 44,26 \text{ кН/м}$$

Рассчитанная величина актуальна для разноименного хода подвески. В случае, когда одно колесо попадает в яму, а второе движется по ровной дороге, величину жесткости подвески будет меньше два раза:

$$C_{CTZ}^* = \frac{C_{CTZ}}{2} = \frac{44,26}{2} = 22,13 \text{ кН/м} \quad (3.9)$$

Пересчитаем значение вертикальной жесткости подвески с учетом этого значения:

$$C_z = \frac{18,6}{1,054^2} + 2 + 22,13 = 40,9 \text{ кН/м}$$

Вновь рассчитываем относительное демпфирование колебаний подрессоренных масс используя полученные выше данные:

$$\psi_{PD} = \frac{K_D}{2 \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_z}} = \frac{2718}{2 \cdot \sqrt{341,25 \cdot 40900}} = 0,36 \text{ - для дроссельного режима}$$

$$\psi_{PK} = \frac{K_K}{2 \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_z}} = \frac{1667}{2 \cdot \sqrt{341,25 \cdot 40900}} = 0,22 \text{ - для клапанного режима}$$

Наилучшая плавность хода транспортного средства может быть достигнута в случае если значение коэффициента относительного демпфирования колебаний подрессоренной массы располагается в пределах от 0,25 до 0,3. Предыдущие расчеты показали, что жесткость передней

подвески при разноименных ходах недостаточна с одной стороны, а с другой стороны избыточна при одноименном ходе. Тем не менее, учитывая то обстоятельство, что жесткость подвесок автомобилей на текущем этапе развития отрасли постепенно увеличивается, необходимо увеличить значение коэффициента относительного демпфирования. Данное решение будет способствовать улучшению управляемости и курсовую устойчивость, и как следствие, улучшению активной безопасности при приемлемом ухудшении плавности хода.

Подобрав коэффициент относительного демпфирования колебаний поддрессоренных масс и можно определить средний коэффициент демпфирования стойки:

$$\psi_{ПК} = \frac{K_K}{2 \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_Z}} = 0.27$$

$$K_K = \psi_{ПК} \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_Z} \quad (3.10)$$

$$K_K = 0.27 \cdot \sqrt{341,25 \cdot 40900} = 2016,7 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м} \quad (3.11)$$

Округляем до $K_K = 2017 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}$

В отбое усилие в демпфере увеличивается значительно, следовательно, требуется увеличить также усилие и при сжатии для того чтобы увеличить средний коэффициент демпфирования. Определим необходимую величину усилия амортизатора при ходе сжатия с помощью выражения:

$$K_{КСТ} = \frac{F_{сж} + 1010}{2 \cdot 0,314} = 2017 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}$$

$$F_{сж} = K_{КСТ} \cdot 2 \cdot \nu \geq F_{отб} \quad (3.12)$$

$$F_{сж} = 2017 \cdot 2 \cdot 0,314 \geq 1010 = 256,7 \text{ Н}$$

В демпфере усилие при ходе сжатия обеспечивается за счет трех дисков, толщина которых составляет 0,1мм. Один из них имеет специальные дроссельные отверстия, остальные два - нет. Жесткости дисков имеют кубическую зависимость от их толщины. Точный расчет жесткости данных

дисков достаточно трудоемкий, однако, приблизительное ее значение можно найти по следующей формуле:

$$C_d = a^3 \cdot y, \quad (3.13)$$

где a - толщина диска клапана сжатия;

y - коэффициент, учитывающий конструктивные параметры диска клапана сжатия.

Нахождения значения коэффициента y в рамках данной работы будет избыточным, поэтому в данной расчете оптимальная жесткость будет достигаться за счет изменения толщин указанных ранее дисков.

Жесткость базового амортизатора:

$$C_{СЖ} = C_{d1} + C_{d2} + C_{d3} \quad (3.14)$$

$$C_{СЖБ} = 0.1^3 \cdot y + 0.1^3 \cdot y + 0.1^3 \cdot y = 0.003 \cdot y$$

Для того чтобы увеличить жесткость амортизатора, следует увеличить толщину диска клапана сжатия на 0.02мм, т.е. до 0.12мм:

$$C_{СЖП} = 0.1^3 \cdot y + 0.1^3 \cdot y + 0.12^3 \cdot y = 0.00373 \cdot y$$

Прирост жесткости демпфера относительно базовой конструкции:

$$C_{СЖП} / C_{СЖБ} = 0.00373 \cdot y / 0.003 \cdot y = 1.243$$

Усилие сжатия в проектируемом демпфере:

$$F_{сжП} = 1.243 \cdot F_{сжБ} = 190 \text{ Н}$$

«средний коэффициент демпфирования и коэффициент относительного демпфирования колебаний поддрессоренной массы:»[4]

$$K_{кст} = \frac{190 + 1010}{2 \cdot 0.314} = 1911 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}$$

$$\psi_{пк} = \frac{1911}{2 \cdot \sqrt{341.25 \cdot 40900}} = 0.26$$

В результате изменения толщины одного из дисков клапана значение относительного демпфирования колебаний поддрессоренной массы теперь располагается в диапазоне, обеспечивающем оптимальное значение плавности хода автомобиля.

Определим значение данного коэффициента при одноименном ходе подвески с проектируемой конструкцией демпфера в клапанном режиме для проверки:

$$\psi_{ПК} = \frac{1911}{2 \cdot \sqrt{341,25 \cdot 18740}} = 0,38$$

Как и предполагалось значение коэффициента относительного демпфирования выходит за пределы оптимального диапазона, что говорит о вероятном снижении плавности хода транспортного средства. Тем не менее, курсовая устойчивость и управляемость улучшены. Финальное решение о приемлемости данной конструкции подвески можно будет принять после физических испытаний в составе автомобиля. Однако, учитывая указанные выше тенденции увеличения жесткости подвесок можно с высокой степенью уверенности утверждать о том, что это решение будет положительным.

4 Технологическая часть

4.1 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.

Другими словами, технологическим процессом является последовательность взаимосвязанных действий, производимых с момента получения исходных данных и до достижения требуемого результата.

Детально-узловой состав 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.

Проведем анализ детально-узлового состава конструкции подвески:

- рычаг передней подвески в сборе;
- стойка передней подвески с тормозом в сборе;
- стабилизатор поперечной устойчивости передней подвески в сборе.

Исключение изменений в технологическом процессе при модернизации подвески позволяет избежать расходов на покупку и усовершенствование производственного оборудования и оснастки, а также расходов, связанных с обучением персонала, что также положительно отразится финальной себестоимости модернизированной подвески.

4.2 Технологичность разрабатываемой конструкции 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 подобранных 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. Таким образом 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 передней 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.

4.3 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 изменения 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 работником или группой работников на определенном рабочем месте. 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.

4.4 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 4.1 - Перечень сборочных работ

№	Основные и дополнительные переходы	Время, топ, мин
1	2	3
1. Установка стойки передней подвески с тормозами в сборе		
1	Произвести визуальный осмотр стойки передней подвески.	0.4
2	Используя специальное приспособление смонтировать стойку на автомобиль.	0.5
3	Шайбы и гайки по 3 штуки установить на приварные болты верхней опоры стойки.	0.3
4	С помощью гайковерта выполнить затяжку гаек крепления стойки с требуемой величиной крутящего момента.	0.4
	Итого:	1.6
2. Установка стабилизатора передней подвески		
1	Произвести визуальный осмотр стабилизатора поперечной устойчивости переднего.	0.4
2	Смонтировать стабилизатор на кузов совместив отверстия на кронштейнах стабилизатора и приварные болты.	0.5
3	Гайки и шайбы по 2штуки установить на приварные болты.	0.3
4	С помощью гайковерта выполнить затяжку гаек крепления стабилизатора с требуемой величиной крутящего момента.	0.4
	Итого	1.6
3. Установка рычага передней подвески в сборе.		

Продолжение таблицы 4.1

1	Произвести визуальный осмотр рычага передней подвески в сборе.	0.4
2	Выставить соосно отверстия шарнира рычага и отверстия кузовного кронштейна.	0.3
3	Установить болт в отверстия шарнира и кузовного кронштейна.	0.2
4	Наживить гайку и шайбу крепления рычага на болт.	0.2
5	С помощью гайковерта выполнить затяжку гайки крепления рычага с требуемой величиной крутящего момента.	0.3
6	Выставить соосно отверстия рычага и шарнира стойки стабилизатора.	0.4
7	Установить болт в отверстия рычага и шарнира стойки стабилизатора.	0.3
8	Наживить шайбу и гайку на болт крепления стойки стабилизатора.	0.2
9	С помощью гайковерта выполнить затяжку гайки крепления стойки стабилизатора с требуемой величиной крутящего момента.	0.2
10	Совместить отверстие на рычаге и конусную часть пальца шарового шарнира.	0.4
11	Наживить на резьбовую часть пальца шарового шарнира гайку.	0.2
12	С помощью гайковерта выполнить затяжку гайки крепления шарового шарнира с требуемой величиной крутящего момента.	0.2 0.3
13	Выставить соосно отверстия кронштейна растяжки рычага и приварных гаек на кузове.	0.5

Продолжение таблицы 4.1

14	Наживить шайбы и длинные болты по 2 штуки в наружные приварные гайки на кузове.	0.2
15	Наживить шайбу и короткий болт во внутреннюю приварную гайку на кузове.	0.5
6	С помощью гайковерта выполнить затяжку болтов крепления кронштейна растяжки рычага с требуемой величиной крутящего момента.	
	Итого:	4.8
Общее время сборочного процесса: 8 мин		

4.5 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.» [6]

Также необходимо принимать во внимание, что монтаж стоек и рычагов производится отдельно для левой и правой сторон транспортного средства, а монтаж стабилизатора производится одновременно двумя рабочими, таким образом в суммарной трудоемкости эти операции будут учитываться по два раза.

Находим трудоемкость, необходимую для сборки передней подвески:

$$t^{ОБЩ}_{ОП} = \Sigma t_{оп} = 2 \cdot (0.6 + 1.6 + 4.8) = 16 \text{ мин} \quad (4.1)$$

Определим суммарную трудоемкость установки передней подвески:

$$t^{ОБЩ}_{ИТ} = t^{ОБЩ}_{ОП} + t^{ОБЩ}_{ОП} \cdot (\alpha + \beta) \cdot 100 = 16 + 16 \cdot (2 + 4) \cdot 100 = 16.96 \text{ мин} \quad (4.2)$$

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]

4.6 Организационная форма 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. Так, например, монтаж рычагов и стабилизатора требует расположения кузова выше чем, при монтаже телескопических стоек.

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.

Значение такта выпуска находится с помощью следующего выражения:

$$T = \frac{\Phi \cdot 60}{N_r}, \text{ мин.} \quad (4.3)$$

где N_r - годовой объем выпуска.

Для модернизированной конструкции подвески возьмем $N_r = 150000$ шт

Φ – годовой фонд рабочего времени, который вычисляется по формуле:

$$\Phi = D_p \cdot c \cdot T_{см} \cdot \eta_p \quad (4.4)$$

где $D_p = 259$ – количество рабочих дней в году;

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

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

« $\eta_p = 0.96$ – 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.

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 свойствам уступает им. Для улучшения данных свойств, в данной работе предусмотрена модернизация демпфирующего элемента.

Практически любая модернизация подразумевает под собой необходимость в дополнительных инвестициях. Поэтому любая модернизация требует тщательную проработку 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 преддипломной практике в ПАО «АВТОВАЗ» и в Тольяттинском Государственном Университете от руководителя дипломного проекта и консультанта от каф. «ЭО и УП». В настоящей квалификационной работы годовая программа выпуска для модернизированной конструкции будет составлять 150000 комплектов подвесок в год.

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:»[12]

$$П_{и} = Ц_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right), \quad (5.1)$$

где « Π_i – оптовая цена покупных комплектующих изделий i -го вида, руб.
 n_i – количество покупных изделий i -го вида, шт.

$K_{ТЗ}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов.» [12]

Расчет затрат на покупные изделия представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Расчет расход на покупные комплектующие изделия (проект)

Наименование покупных изделий	Количество	Средняя цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Стойка с тормозом в сборе	2	3600	7200
Рычаг в сборе	2	720	1440
Стабилизатор в сборе	1	715	715
Крепеж	46	3	138
ИТОГО:			9493
Транспортно-заготовительные расходы		3%	284.79
Всего:			9777.79

«Основная заработная плата производственного персонала:»[12]

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

где « Z_m – тарифная заработная плата рабочего в рублях.»[12]

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

где « $C p_i$ – часовая тарифная ставка, руб.;»[12]

« T_i – трудоемкость выполнения операции, час;»[12]

« $K_{ПРЕМ}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %»[12]

Расчет основной заработной платы производственного персонала представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Расчет основной заработной платы производственного персонала

Виды работ	Разряд работы	Трудоемкость	Часовая тарифная ставка, руб.	«Тарифная зарплата, руб.» [15]
Сборочные	4	0.25	85	21.25
Контрольные	5	0.03	90	2.7
ИТОГО:				23.95
Премия	25%			5.99
Основная з/п				29.94

«Дополнительная заработная плата производственного персонала:»[12]

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

где « $K_{\text{вып}}$ – коэффициент доплат и выплат не связанных с выполнением основных производственных работ, %»[12]

$$K_{\text{вып}} = 20\%$$

$$З_{\text{доп.}} = 29.94 \cdot 0.2 = 5.99$$

«Отчисления в страховые взносы:» [12]

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

где « $E_{\text{с.в}}$ – коэффициент отчислений в страховые взносы, %»[12]

$$E_{\text{с.в}} = 30\%$$

$$C_{\text{с.в}} = (29.94 + 5.99) \cdot 0.3 = 10.78 \text{ руб}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$C_{\text{сод.обор}} = З_{\text{о}} \cdot E_{\text{обор}} \quad (5.6)$$

где « $E_{\text{обор}}$ – коэффициент отчислений в единый социальный фонд, %»[12]

$$E_{\text{обор}} = 165\%$$

$$C_{\text{сод.обор}} = 29.94 \cdot 1.65 = 49.4 \text{ руб}$$

Цеховые расходы:

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

где « $E_{\text{ЦЕХ}}$ – коэффициент цеховых расходов, %»[12]

$$E_{\text{ЦЕХ}} = 175\%$$

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 29.94 \cdot 1.75 = 52.39 \text{ руб}$$

Расходы на инструмент и оснастку:

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

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

$$E_{\text{ИНСТР}} = 3\%$$

$$C_{\text{ИНСТР}} = 29.94 \cdot 0.03 = 0.9 \text{ руб}$$

Цеховая себестоимость модернизированного узла:

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

$$C_{\text{ЦЕХС/С}} = 9477.79 + 29.94 + 5.99 + 10.78 + 49.4 + 52.39 + 0.9 = 9627.18 \text{ руб}$$

Общезаводские расходы:

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

где « $E_{\text{ОБЗАВОД}}$ – коэффициент общезаводских расходов, %»[12]

$$E_{\text{ОБЗАВОД}} = 125\%$$

$$C_{\text{ОБЗАВОД}} = 29.94 \cdot 1.25 = 37.42 \text{ руб}$$

«Общезаводская себестоимость:»[12]

$$C_{\text{ОБЗАВОДС}} = C_{\text{ОБЗАВОД}} + C_{\text{ЦЕХС/С}} \quad (5.11)$$

$$C_{\text{ОБЗАВОДС}} = 37.42 + 9627.18 = 9664.6 \text{ руб}$$

«Коммерческие расходы:»[12]

$$C_{\text{КОМ}} = C_{\text{ОБЗАВОДС}} \cdot E_{\text{КОМ}}; \quad (5.12)$$

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

$$E_{\text{КОМ}} = 5\%$$

$$C_{\text{КОМ}} = 9664.6 \cdot 0.05 = 483.23 \text{ руб}$$

Полная себестоимость модернизируемой передней подвески:

$$C_{\text{ПОЛ}} = C_{\text{ОБ.ЗАВОДС}} + C_{\text{КОМ}} \quad (5.13)$$

$$C_{\text{ПОЛ}} = 9664.6 + 483.23 = 10147.83 \text{ руб}$$

Отпускные цены для базового и проектируемой конструкции подвески:

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

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

$$K_{\text{РЕНТ}} = 20\%$$

$$\Pi_{\text{ОТП.Б}} = 10116.55 \cdot (1 + 0.2) = 12139.86 \text{ руб}$$

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

5.2 Точки безубыточности производства подвески

Под точкой безубыточности понимают объём продаж, для которого все затраты будут покрываться доходами, а при реализации каждой дополнительной единицы продукции завод-изготовитель будет получать прибыль.

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

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

где $V_{\text{МАХ}}$ – максимальный объём выпуска изделия, шт

$\Pi_{\text{ОТП}}$ – отпускная цена изделия, руб

« $Z_{\text{ПЕР.УД}}$ – удельные постоянные издержки на изделие, руб»[12]

« $Z_{\text{ПЕР.УД}}$ – удельные переменные издержки на изделие, руб»[12]

Переменные затраты на изготовление единицы подвески:

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД.Б.}} = \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{О}} + Z_{\text{ДОП.}} + C_{\text{С.В}} = 9448 + 29.94 + 5.99 + 10.78 = 9494.7 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД.П.}} = \Pi_{\text{и}} + Z_{\text{О}} + Z_{\text{ДОП.}} + C_{\text{С.В}} = 9477.79 + 29.94 + 5.99 + 10.78 = 9524.49 \text{ руб}$$

Переменные издержки:

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

$$З_{ПЕРЕМ.н.б} = 9494.7 \cdot 150000 = 1424205375 \text{ руб}$$

$$З_{ПЕРЕМ.н.п} = 9524.49 \cdot 150000 = 1428673875 \text{ руб}$$

Амортизационные отчисления:

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

где H_A - доля амортизационных отчислений, 15%

$$A_{М.УД} = (49.4 + 0.9) \cdot 15 / 100 = 7.54 \text{ руб}$$

Постоянные издержек:

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

$$З_{ПОСТ.УД.б.} = (49.4 + 0.9) \cdot (100 - 15) / 100 + 52.39 + 37.42 + 481.74 + 7.54 = 621.85 \text{ руб}$$

$$З_{ПОСТ.УД.п.} = (49.4 + 0.9) \cdot (100 - 15) / 100 + 52.39 + 37.42 + 483.23 + 7.54 = 623.34 \text{ руб}$$

Постоянные издержки на годовую программу производства:

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

$$З_{ПОСТ.б.} = 621.85 \cdot 150000 = 93277200 \text{ руб}$$

$$З_{ПОСТ.п.} = 623.34 \cdot 150000 = 93500625 \text{ руб}$$

Полная себестоимость годовой программы выпуска:

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

$$C_{ПОЛ.Г} = 10116.55 \cdot 150000 = 1511694450 \text{ руб}$$

$$C_{ПОЛ.Г} = 10147.83 \cdot 150000 = 1522174500 \text{ руб}$$

«Выручку от реализации изделия:»[12]

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

$$Выручка.н. = 12139.86 \cdot 150000 = 1820979090 \text{ руб}$$

Маржинальный доход:

$$Д_{МАРЖ} = Выручка - З_{ПЕРЕМ.н} \quad (5.22)$$

$$Д_{МАРЖ} = 1820979090 - 1424205375 = 396773715 \text{ руб}$$

$$Д_{МАРЖ} = 1820979090 - 1428673875 = 392305215 \text{ руб}$$

Критический объем продаж для проектируемой передней подвески:

$$A_{\text{КРИТ}} = \frac{Z_{\text{ПОСТ.Н.}}}{C_{\text{ОП}} - Z_{\text{ПЕРЕМ.Н}}} = \frac{93500625}{12139.86} - 9524.49 = 35750.46 \text{ шт} \approx 35750 \text{ шт}$$

Также значение критического объема продаж можно определить графическим методом:

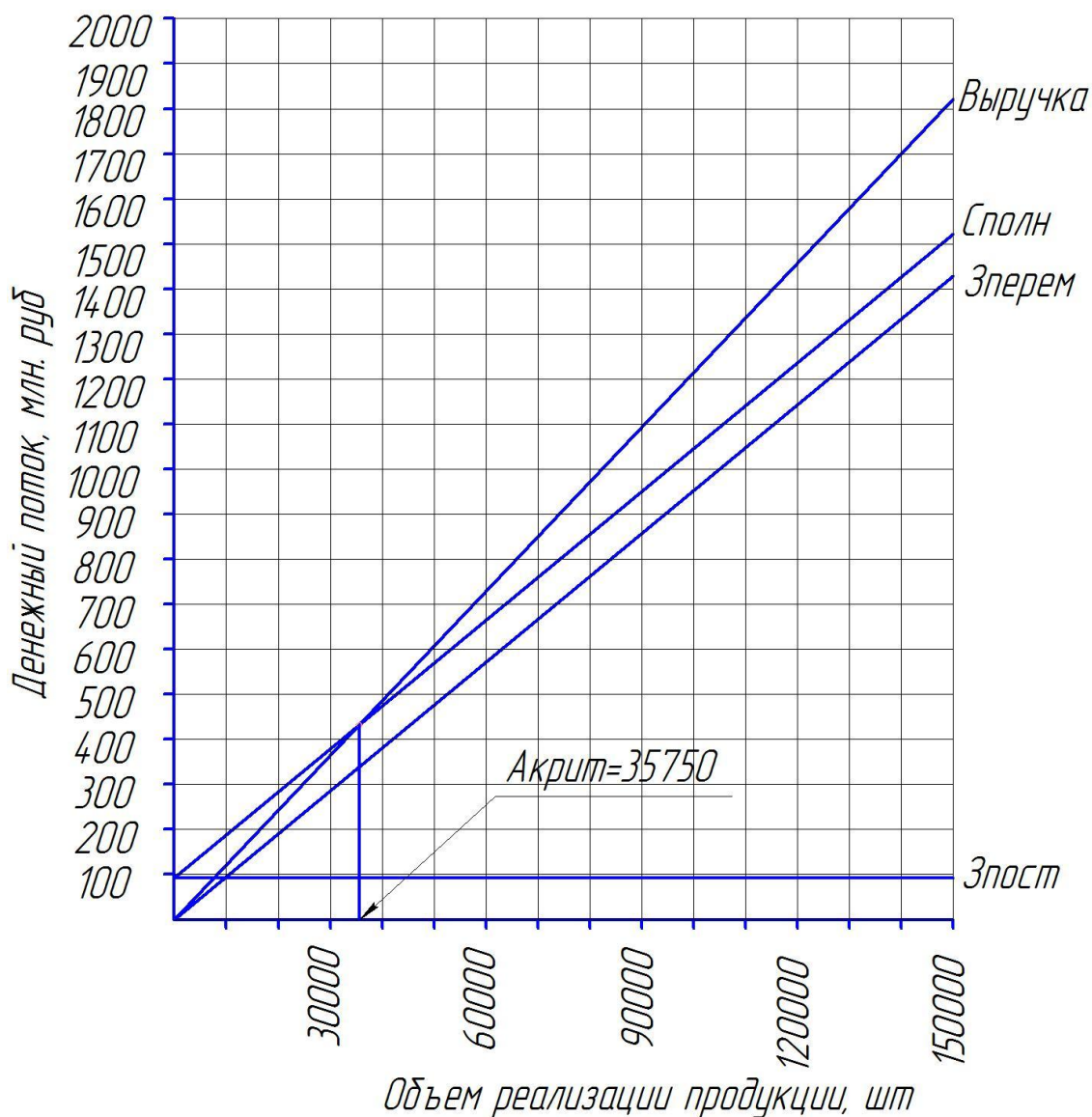


Рисунок 12 – Графический метод определения точки безубыточности

5.3 Коммерческая эффективность модернизации подвески

Для оценки коммерческой эффективности модернизации передней подвески следует определить чистый доход, чистый дисконтированный

доход, внутреннюю норму доходности, индексы доходности и срок окупаемости.

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»[12]

« $A_{КРИТ}$ - критический объем продаж проектируемой подвески, шт»[12]

n - количество лет производства, с учетом подготовки

$$\Delta = \frac{150000 - 35750}{6 - 1} = 22850 \text{ шт}$$

Для расчета выручки от продаж в каждом году используем формулу:

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

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

В первый год производства объем продукции будет рассчитываться следующим образом:

$$V_{ПРОД_1} = V_{КР} + \Delta \quad (5.25)$$

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

$$V_{ПРОД_1} = 35750 + 22850 = 58600 \text{ шт.}$$

$$V_{ПРОД_2} = 58600 + 22850 = 81450 \text{ шт.}$$

$$V_{ПРОД_3} = 81450 + 22850 = 104300 \text{ шт.}$$

$$V_{ПРОД_4} = 104300 + 22850 = 127150 \text{ шт.}$$

$$V_{ПРОД_5} = 127150 + 22850 = 150000 \text{ шт.}$$

Зная объем производства проектируемого изделия, рассчитываем выручку:

$$B_1 = 12139.86 \cdot 58600 = 711395831.16 \text{ руб}$$

$$B_2 = 12139.86 \cdot 81450 = 988791645.87 \text{ руб}$$

$$B_3 = 12139.86 \cdot 104300 = 1266187460.58 \text{ руб}$$

$$B_4 = 12139.86 \cdot 127150 = 1543583275.29 \text{ руб}$$

$$B_5 = 12139.86 \cdot 150000 = 1820979090 \text{ руб}$$

Переменные затраты по годам:

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

$$З_{\text{ПЕРЕМ.Б1}} = 9494.7 \cdot 58600 = 556389566.5 \text{ руб}$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ.Б2}} = 9494.7 \cdot 81450 = 773343518.63 \text{ руб}$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ.Б3}} = 9494.7 \cdot 104300 = 990297470.75 \text{ руб}$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ.Б4}} = 9494.7 \cdot 127150 = 1207251422.88 \text{ руб}$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ.Б5}} = 9494.7 \cdot 150000 = 1424205375 \text{ руб}$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ.П1}} = 9524.49 \cdot 58700 = 558135260.5 \text{ руб}$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ.П2}} = 9524.49 \cdot 81525 = 775769914.13 \text{ руб}$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ.П3}} = 9524.49 \cdot 104350 = 993404567.75 \text{ руб}$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ.П4}} = 9524.49 \cdot 127175 = 1211039221.38 \text{ руб}$$

$$З_{\text{ПЕРЕМ.П5}} = 9524.49 \cdot 150000 = 1428673875 \text{ руб}$$

Постоянные затраты по годам:

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

$$З_{\text{ПОСТ.б.}} = 621.85 \cdot 150000 = 93277200 \text{ руб}$$

$$З_{\text{ПОСТ.п.}} = 623.34 \cdot 150000 = 93500625 \text{ руб}$$

Амортизация оборудования:

$$A_M = A_{M.УД} \cdot V_{\text{МАХ}} \quad (5.28)$$

$$A_M = 7.54 \cdot 150000 = 1131637.5 \text{ руб}$$

Себестоимость по годам:

$$C_{\text{ПОЛ}i} = З_{\text{ПЕРЕМ}i} + З_{\text{ПОСТ}} \quad (5.29)$$

$$C_{\text{ПОЛ.Б1}} = 556389566 \cdot 5 + 93277200 = 649666766 \cdot 5 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.Б2}} = 773343518 \cdot 63 + 93277200 = 866620718 \cdot 63 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.Б3}} = 990297470 \cdot 75 + 93277200 = 1083574670 \cdot 75 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.Б4}} = 1207251422 \cdot 88 + 93277200 = 1300528622 \cdot 88 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.Б5}} = 1424205375 + 93277200 = 1517482575 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.П1}} = 558135260 \cdot 5 + 93500625 = 651635885 \cdot 5 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.П2}} = 775769914 \cdot 13 + 93500625 = 869270539 \cdot 13 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.П3}} = 993404567 \cdot 75 + 93500625 = 1086905192 \cdot 75 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.П4}} = 1211039221 \cdot 38 + 93500625 = 1304539846 \cdot 38 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ПОЛ.П5}} = 1428673875 + 93500625 = 1522174500 \text{ руб}$$

$$\sum C_{\text{ПОЛ.П}} = 651635885 \cdot 5 + 869270539 \cdot 13 + 1086905192 \cdot 75 + \\ + 1304539846 \cdot 38 + 1522174500 = 5434525963 \cdot 76 \text{ руб}$$

Налогооблагаемая прибыль по годам:

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

$$Pr_{\text{ОБЛ.1}} = 711395831 \cdot 16 - 649666766 \cdot 5 = 61729064 \cdot 66 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{ОБЛ.2}} = 988791645 \cdot 87 - 866620718 \cdot 63 = 122170927 \cdot 24 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{ОБЛ.3}} = 1266187460 \cdot 58 - 1083574670 \cdot 75 = 182612789 \cdot 83 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{ОБЛ.4}} = 1543583275 \cdot 29 - 1300528622 \cdot 88 = 243054652 \cdot 41 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{ОБЛ.5}} = 1820979090 - 1517482575 = 303496515 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{ОБЛ.1}} = 711395831 \cdot 16 - 651635885 \cdot 5 = 59759945 \cdot 66 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{ОБЛ.2}} = 988791645 \cdot 87 - 869270539 \cdot 13 = 119521106 \cdot 74 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{ОБЛ.3}} = 1266187460 \cdot 58 - 1086905192 \cdot 75 = 179282267 \cdot 83 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{ОБЛ.4}} = 1543583275 \cdot 29 - 1304539846 \cdot 38 = 239043428 \cdot 91 \text{ руб}$$

$$Pr_{\text{ОБЛ.5}} = 1820979090 - 1522174500 = 298804590 \text{ руб}$$

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

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

$$\begin{aligned}
H_{\text{ПР.1}} &= 61729064 \cdot 0.66 \cdot 0.2 = 12345812 \cdot 93 \text{ руб} \\
H_{\text{ПР.2}} &= 122170927 \cdot 0.24 \cdot 0.2 = 24434185 \cdot 45 \text{ руб} \\
H_{\text{ПР.3}} &= 182612789 \cdot 0.83 \cdot 0.2 = 36522557 \cdot 97 \text{ руб} \\
H_{\text{ПР.4}} &= 243054652 \cdot 0.41 \cdot 0.2 = 48610930 \cdot 48 \text{ руб} \\
H_{\text{ПР.5}} &= 303496515 \cdot 0.2 = 60699303 \text{ руб} \\
H_{\text{ПР.1}} &= 59759945 \cdot 0.66 \cdot 0.2 = 11951989 \cdot 13 \text{ руб} \\
H_{\text{ПР.2}} &= 119521106 \cdot 0.74 \cdot 0.2 = 23904221 \cdot 35 \text{ руб} \\
H_{\text{ПР.3}} &= 179282267 \cdot 0.83 \cdot 0.2 = 35856453 \cdot 57 \text{ руб} \\
H_{\text{ПР.4}} &= 239043428 \cdot 0.91 \cdot 0.2 = 47808685 \cdot 78 \text{ руб} \\
H_{\text{ПР.5}} &= 298804590 \cdot 0.2 = 59760918 \text{ руб}
\end{aligned}$$

Чистая прибыль по годам:

$$Pr_{\text{ч.и.}} = Pr_{\text{обл.и.}} - H_{\text{пр.и.}} \quad (5.32)$$

$$\begin{aligned}
Pr_{\text{ч.1Б}} &= 61729064 \cdot 0.66 - 12345812 \cdot 93 = 49383251 \cdot 73 \text{ руб} \\
Pr_{\text{ч.2Б}} &= 122170927 \cdot 0.24 - 24434185 \cdot 45 = 97736741 \cdot 8 \text{ руб} \\
Pr_{\text{ч.3Б}} &= 182612789 \cdot 0.83 - 36522557 \cdot 97 = 146090231 \cdot 86 \text{ руб} \\
Pr_{\text{ч.4Б}} &= 243054652 \cdot 0.41 - 48610930 \cdot 48 = 194443721 \cdot 93 \text{ руб} \\
Pr_{\text{ч.5Б}} &= 303496515 - 60699303 = 242797212 \text{ руб} \\
Pr_{\text{ч.1П}} &= 59759945 \cdot 0.66 - 11951989 \cdot 13 = 47807956 \cdot 53 \text{ руб} \\
Pr_{\text{ч.2П}} &= 119521106 \cdot 0.74 - 23904221 \cdot 35 = 95616885 \cdot 4 \text{ руб} \\
Pr_{\text{ч.3П}} &= 179282267 \cdot 0.83 - 35856453 \cdot 57 = 143425814 \cdot 26 \text{ руб} \\
Pr_{\text{ч.4П}} &= 239043428 \cdot 0.91 - 47808685 \cdot 78 = 191234743 \cdot 13 \text{ руб} \\
Pr_{\text{ч.5П}} &= 298804590 - 59760918 = 239043672 \text{ руб}
\end{aligned}$$

5.4 Экономический эффект от повышения надежности и долговечности деталей проектируемой подвески

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

Найдем прибыль, обеспечивающуюся улучшением долговечности демпфирующего элемента, используя выражение:

$$Pr_{ОЖ.Дi} = \left(C_{отп} \cdot \frac{D_2}{D_1} - C_{отп} \right) \cdot V_T \quad (5.33)$$

где «Д1 и Д2 - долговечность (срок службы) базового и проектируемого изделия»[12]

$$D_1 = 950000; D_2 = 1200000$$

Отпускная цена стойки передней подвески $C_{отп} = 1750$ руб

$$Pr_{ОЖ.Д1} = \left(750 \cdot \frac{1200000}{950000} - 1750 \right) \cdot 58600 = 26986842.11 \text{ руб}$$

$$Pr_{ОЖ.Д2} = \left(750 \cdot \frac{1200000}{950000} - 1750 \right) \cdot 81450 = 37509868.42 \text{ руб}$$

$$Pr_{ОЖ.Д3} = \left(750 \cdot \frac{1200000}{950000} - 1750 \right) \cdot 104300 = 48032894.74 \text{ руб}$$

$$Pr_{ОЖ.Д4} = \left(750 \cdot \frac{1200000}{950000} - 1750 \right) \cdot 127150 = 58555921.05 \text{ руб}$$

$$Pr_{ОЖ.Д5} = \left(750 \cdot \frac{1200000}{950000} - 1750 \right) \cdot 150000 = 69078947.37 \text{ руб}$$

Ожидаемая прибыль от повышения надежности узла:

$$Pr_{ОЖ.Н} = \left(H_{Рем.Баз} \cdot Z_{Рем.Баз} - H_{Рем.Пр} \cdot Z_{Рем.Пр} \right) + \left(T_{ПростБаз} - T_{ПростПр} \right) \cdot C_{отп} \quad (5.34)$$

где «Н_{рем.баз} и Н_{рем.пр}- количество ремонтов (отказов) базового и проектируемого изделий;»[2]

«Z_{рем.баз} и Z_{рем.пр}- затраты на ремонт базового и проектируемого изделий;»[12]

«T_{прост.баз} и T_{прост.пр}- количество часов простоя техники в ремонте за год по базовому и проектируемому вариантам»[12]

$$Pr_{ОЖ.Н} = 60 \cdot 1300 - 40 \cdot 1300 + 40 - 70 \cdot 1750 = 61000 \text{ руб}$$

Общественно-значимая экономия:

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

$$\begin{aligned}\mathcal{E}_{ОБЩ.1} &= 26986842 \cdot 11 + 61000 = 27047842 \cdot 11 \text{ руб} \\ \mathcal{E}_{ОБЩ.2} &= 37509868 \cdot 42 + 61000 = 37570868 \cdot 42 \text{ руб} \\ \mathcal{E}_{ОБЩ.3} &= 48032894 \cdot 74 + 61000 = 48093894 \cdot 74 \text{ руб} \\ \mathcal{E}_{ОБЩ.4} &= 58555921 \cdot 05 + 61000 = 58616291 \cdot 05 \text{ руб} \\ \mathcal{E}_{ОБЩ.5} &= 69078947 \cdot 37 + 61000 = 69139947 \cdot 37 \text{ руб}\end{aligned}$$

Текущий чистый доход:

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

$$\begin{aligned}\mathcal{ЧД}_1 &= 47807956 \cdot 53 - 49383251 \cdot 73 + 1131637 \cdot 5 + 27047842 \cdot 11 = \\ &= 26604184 \cdot 41 \text{ руб} \\ \mathcal{ЧД}_2 &= 95616885 \cdot 4 - 97736741 \cdot 8 + 1131637 \cdot 5 + 37570868 \cdot 42 = \\ &= 36582649 \cdot 52 \text{ руб} \\ \mathcal{ЧД}_3 &= 143425814 \cdot 26 - 146090231 \cdot 86 + 1131637 \cdot 5 + 48093894 \cdot 74 = \\ &= 46561114 \cdot 64 \text{ руб} \\ \mathcal{ЧД}_4 &= 191234743 \cdot 13 - 194443721 \cdot 93 + 1131637 \cdot 5 + 58616291 \cdot 05 = \\ &= 56539579 \cdot 75 \text{ руб} \\ \mathcal{ЧД}_5 &= 239043672 - 242797212 + 1131637 \cdot 5 + 69139947 \cdot 37 = \\ &= 66518044 \cdot 87 \text{ руб}\end{aligned}$$

Определяем значения коэффициента дисконтирования α_i :

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

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

$$\alpha_1 = 0,909$$

$$\alpha_2 = 0,826$$

$$\alpha_3 = 0,753$$

$$\alpha_4 = 0,683$$

$$\alpha_5 = 0,621$$

«Текущий чистый дисконтированный доход:»[12]

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

$$\mathcal{ЧДД}(\text{€}) = 26604184 \cdot 41 \cdot 0,909 = 24183203 \cdot 63 \text{ руб}$$

$$\mathcal{ЧДД}(\text{€}) = 36582649 \cdot 52 \cdot 0,826 = 30217268 \cdot 5 \text{ руб}$$

$$\mathcal{ЧДД}(\text{€}) = 46561114 \cdot 64 \cdot 0,753 = 35060519 \cdot 32 \text{ руб}$$

$$ЧДД_4 = 56539579.75 \cdot 0,683 = 38616532.97 \text{ руб}$$

$$ЧДД_6 = 66518044.87 \cdot 0,621 = 41307705.86 \text{ руб}$$

Рассчитываем суммарный ЧДД:

$$\sum ЧДД(i) = 169385230.29 \text{ руб}$$

Капиталообразующие инвестиции:

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

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

$$K_{инв} = 1.1\%.$$

$$J_o = 0.011 \cdot \sum C_{пол.i} = 76083363.49 \text{ руб}$$

«Чистый дисконтированный доход:»[4]

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

$$ЧДД = 169385230.29 - 76083363.49 = 93301866.8 \text{ руб}$$

Индекса доходности инвестиций:

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

$$JD = 93301866.8 / 76083363.49 = 1.23$$

Срок окупаемости проекта:

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

$$T_{окуп.} = 76083363.49 / 93301866.8 = 0,82 \text{ года}$$

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

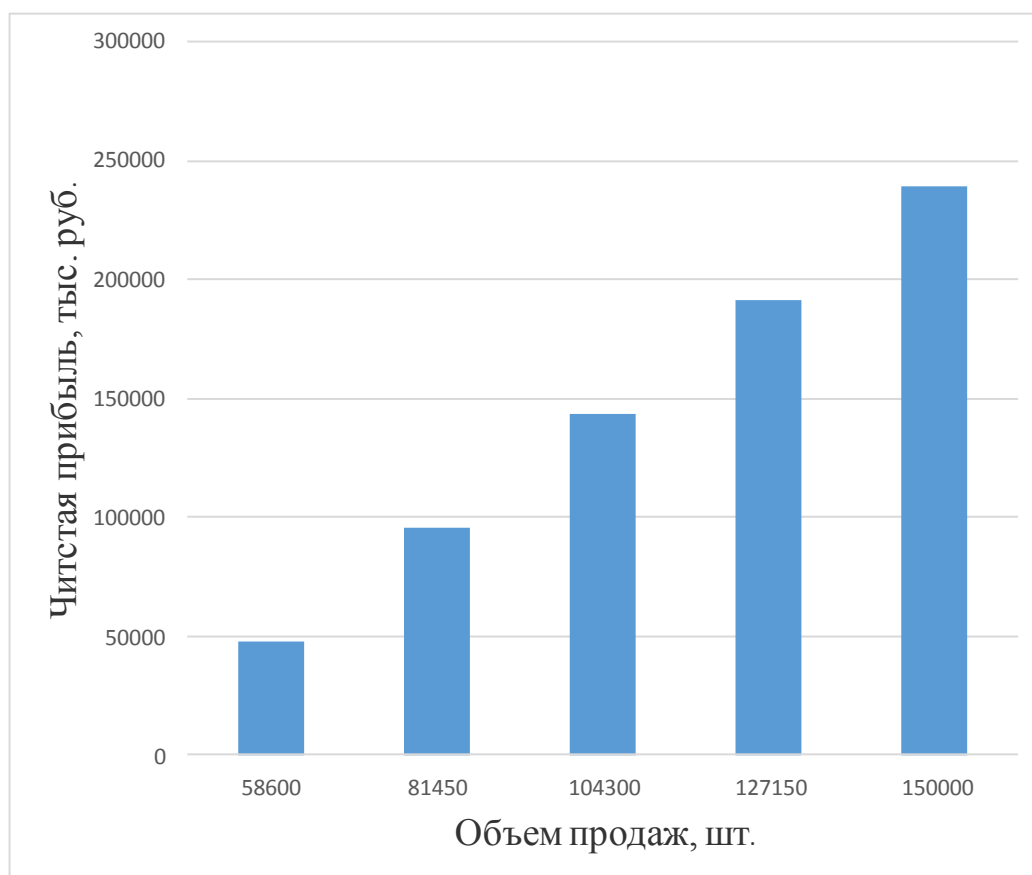


Рисунок 13 – График зависимости прибыли от объема продаж

5.5 Вывод

Проведя анализ данных можно полученных в данной части квалификационной работы можно сделать вывод о коммерческой эффективности разработанной модернизации передней подвески.

В новой конструкции подвески цена комплектующих изделий выше чем в базовом, но при этом данные узлы имеют лучшую надежность и долговечность.

Потребность в капиталообразующих инвестициях составляет 76083363.49 руб.

Величина чистого дисконтированного дохода положительна и равна 93301866.8 руб. Полученное в результате расчетов значение чистого дисконтированного дохода подтверждает коммерческую эффективность данной модернизации.

Коммерческую эффективность также доказывает и положительная величина индекса доходности равная 1.23.

Срок окупаемости проекта составляет 0.82 года, что определяет его как проект с невысокой степенью риска.

6 Безопасность и экологичность технического объекта

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

6.1.1 Анализ влияния модернизации передней подвески на параметры устойчивости, управляемости и плавности хода автомобиля

Управляемость, устойчивость и плавность хода транспортного средства оказывают значительное влияние на общий уровень его активной безопасности. Величины этих характеристик в свою очередь определяются в основном конструкцией 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 увеличения управляемости и курсовой устойчивости за счет ужесточения характеристик упругих и демпфирующих элементов подвески.

Принимая во внимание, данное положение дел в отрасли модернизация передней подвески, предлагаемая в данной работе призвана улучшить управляемость и курсовую устойчивость автомобиля при движении по дорогам с хорошим покрытием. Достижение этого результата будет обеспечиваться с помощью подбора оптимальной характеристики амортизатора передней подвески.

6.1.2 Управляемость и устойчивость транспортного средства

Свойство транспортного средства изменять и сохранять направление движения при изменении положения рулевого колеса принято называть управляемостью. А свойство транспортного средства совершать движение с

постоянным сцеплением колес с дорожным полотном называют устойчивостью. Государственные требования, устанавливаемые для этих ездовых свойств автомобиля изложены в техническом регламенте таможенного союза «О безопасности транспортных средств». 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 должно быть не более 60 Н, в то время как при движении 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.

Меры, рассмотренные в рамках предлагаемой модернизации подвески, приведут к улучшению параметров управляемости и устойчивости. Поэтому соответствие автомобиля техническому регламенту таможенного союза «О безопасности транспортных средств» обеспечивается.

6.1.3 Шум внутренний

Под шумом обычно понимают случайные колебания различной физической природы отличительной чертой которых является сложная временная и спектральная структура. Производители постоянно совершенствуют свои автомобили в части шумов, т.к. это является одним из важных потребительских свойств. Негативными проявлениями влияния шума на водителя и пассажиров являются повышенная утомляемость, снижение работоспособности и концентрации. Таким образом шум 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.»[7]

В рамках данного документа устанавливается уровень шума для грузовых автомобилей, используемых для междугородных и международных сообщений по величине, не превышающей 80 дБА, для прочих грузовых и легковых транспортных средств не превышающем 78 дБА. При этом допустимая погрешность значения внутреннего шума может составлять до 2 дБА.

Технические решения, рассмотренные в рамках предлагаемой модернизации подвески, не могут изменить уровень внутреннего шума автомобиля и т.к. серийный автомобиль полностью сертифицирован, то и автомобиль с модернизированной подвеской будет соответствовать ГОСТ Р 51616-2000 «Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний».

6.1.4 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, влияют на целостность перевозимого багажа, и также на 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 прогнозируется что автомобиль все же будет соответствовать вышеуказанным ОСТ.

6.1.5 Технологический паспорт передней подвески

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

Таблица 6.1 - Технологический паспорт передней 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 передней подвески	Монтаж стойки передней подвески	Слесарь механо-сборочных работ, 1 человек	Приспособление для установки стойки ПУ-17, пневмогайковерт ПГ-0343	Стойка передней подвески, крепежные элементы

Продолжение таблицы 6.1

Монтаж передней подвески	Монтаж стабилизатора передней подвески	Слесарь механо-сборочных работ, 2 человека	Пневмогайк оверт ПГ-0343	Стабилизатор передней подвески, крепежные элементы
Монтаж передней подвески	Монтаж рычага передней подвески	Слесарь механо-сборочных работ, 1 человек	Пневмогайк оверт ПГ-0343	Рычаг передней подвески, крепежные элементы

6.2 Идентификация профессиональных рисков

6.2.1 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. Для автосборочного предприятия таким грузом является кузов, который во время движения по конвейеру от одного рабочего места к другому постепенно доукомплектовывается входящими в его состав узлами и деталями. Участок конвейерной линии на котором происходит монтаж подвески оборудован

специфичными для данного вида работ инструментами и приспособлениями, и обладает геометрией, обеспечивающей оптимальный уровень удобства работников при выполнении ими своих профессиональных обязанностей. Монтаж подвески на транспортное средство не является финальной операцией, поэтому кузов продолжает свое движение по линии, где устанавливаются другие различные детали и узлы.

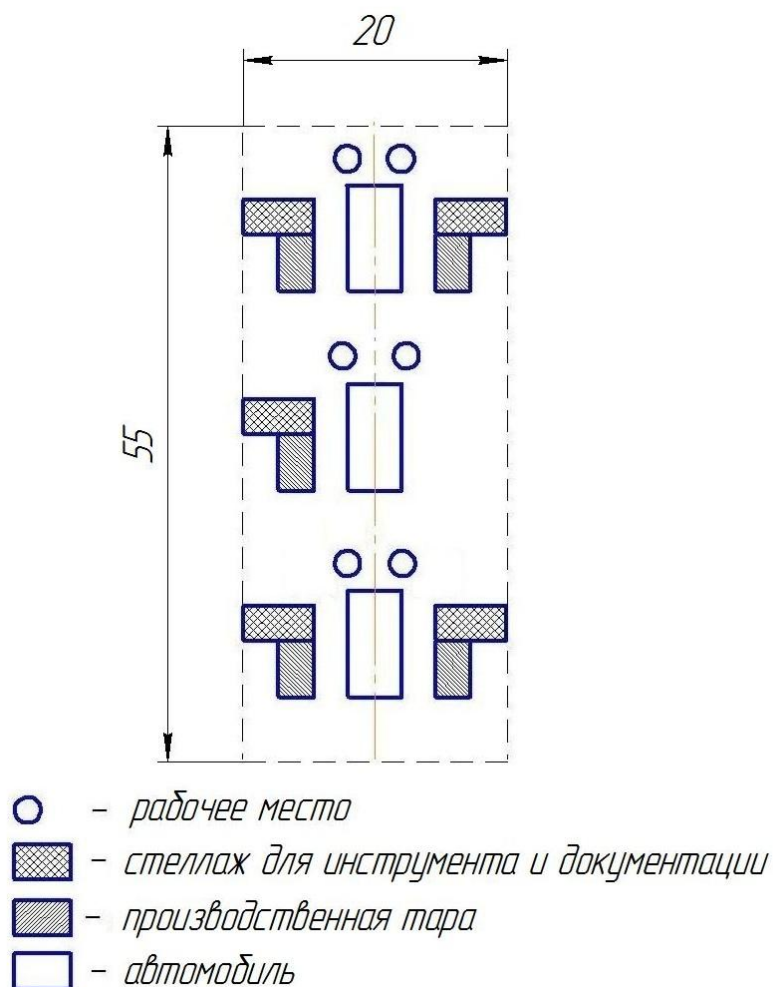


Рисунок 14 - Схема участка установки передней подвески

6.2.2 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).»[20]

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 способны оказаться под воздействием физических опасных производственных факторов. Конкретно для данного участка такими факторами будут являться внутрицеховой транспорт, движущиеся детали конвейерной линии и приспособлений. Наиболее выраженным для данного участка вредным фактором будет являться шум, который возникает вследствие работы гайковертов и конвейерной линии. Также в подобных помещениях возможны отклонения от температурного режима.

6.3 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 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. Среди других побочных эффектов, вызванных влиянием шума можно также выделить головокружение и головную боль.

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

Звукопоглощение может происходить за счет отдельных стационарных устройств, 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 шумом 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.

6.4 Пожарная безопасность сборочного участка

6.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожаром называют бесконтрольный процесс горения различных веществ, способный причинить физический, материальный или другой ущерб человеку. Существует множество критериев, по которым классифицируются пожары.

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 виду горючего материала. «Согласно данной классификации пожарам, вызванным горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов присваивается класс А, вызванных воспламенением и горением жидкостей или плавящихся материалов – класс В, вызванных горением газа – класс С, горением металлов – D, вызванных горением электроустановок и объектов, находящихся под напряжением – E, и, наконец, вызванных горением радиоактивных веществ и отходов – F.»[18]

«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.»[12]

Среди сопутствующих опасных факторов пожара часто выделяют, такие как: 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.

Приведём перечень классов и опасных факторов пожара для участка монтажа подвески в виде таблицы.

6.4.2 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.

6.5 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 передней 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.

6.6 Заключение

В данной части квалификационной работы приведена характеристика производственно-технологического процесса монтажа передней подвески легкового транспортного средства 2ого класса, приведен 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 Зем

пункте разработаны организационно-технические мероприятия, уменьшающие профессиональные риски, среди которых организация специальных заграждений и кожухов, нанесение дорожной разметки, применение СИЗ. В пункте 6 дана классификация классов и опасных факторов пожаров, технических средств и организационных мероприятий обеспечивающих пожарную безопасность на производственном участке. В пункте 5 была проведена экологическая экспертиза подтвердившая соответствие производственного участка экологическим нормам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом данной квалификационной работы является готовый проект модернизации передней 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 анализ направлений развития конструкций подвесок;
- произведен выбор и обоснование проектируемого варианта конструкции передней подвески;
- выполнен расчет тягово-динамических характеристик транспортного средства;
- произведен расчет упругой характеристики передней подвески;
- произведен расчет характеристик демпфирования колебаний кузова и неподрессоренных масс;
- разработан технологический процесс монтажа подвески;
- подтверждена экономическая эффективность модернизации;
- 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. 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] 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. 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. Jim D.Dearholt Career Paths Mechanics [Text] / Jim D.Dearholt, - Express Publishing, 2012. – 261 с.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ГРАФИКИ ТЯГОВОГО РАСЧЕТА

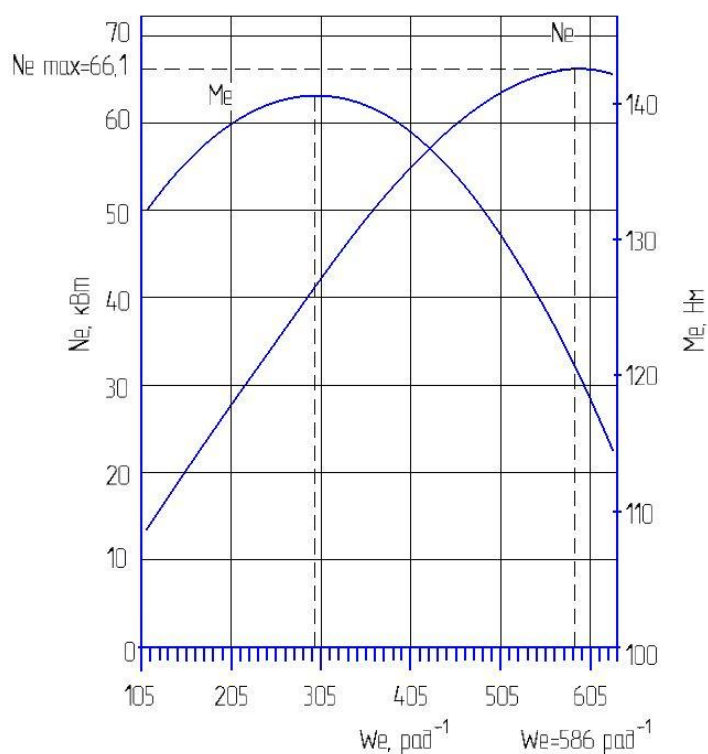


Рисунок А.1 - Внешнескоростная характеристика двигателя

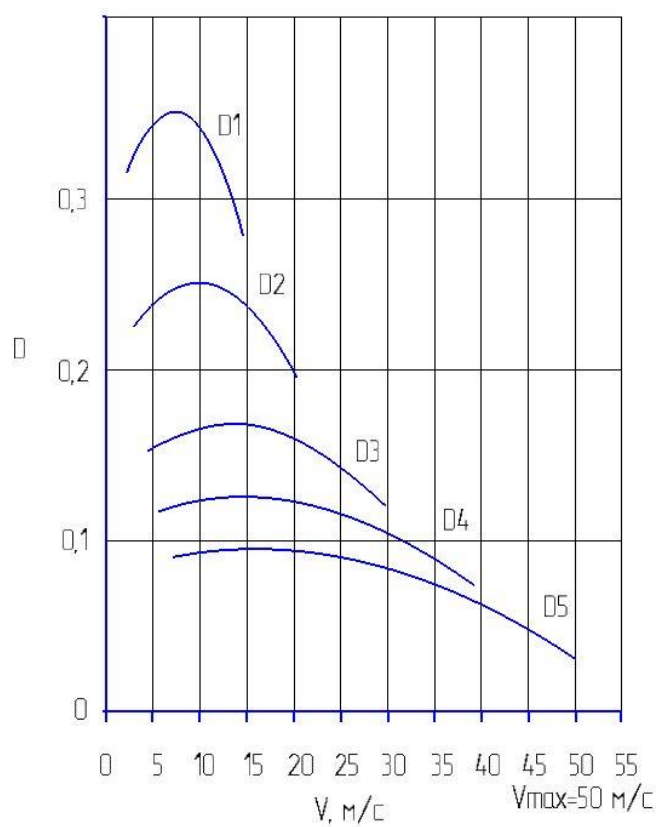


Рисунок А.2 – Динамический фактор автомобиля

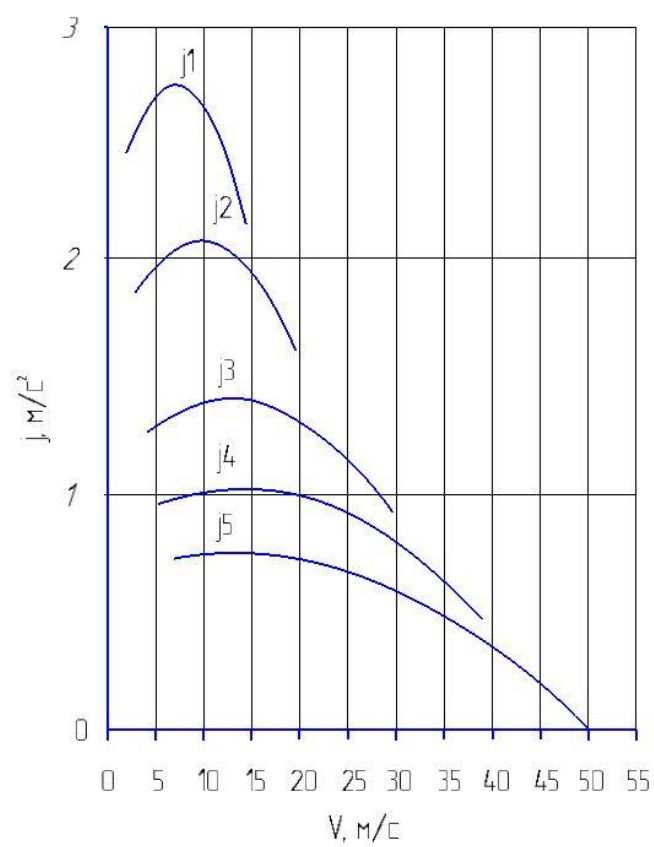


Рисунок А.3 – Ускорения автомобиля

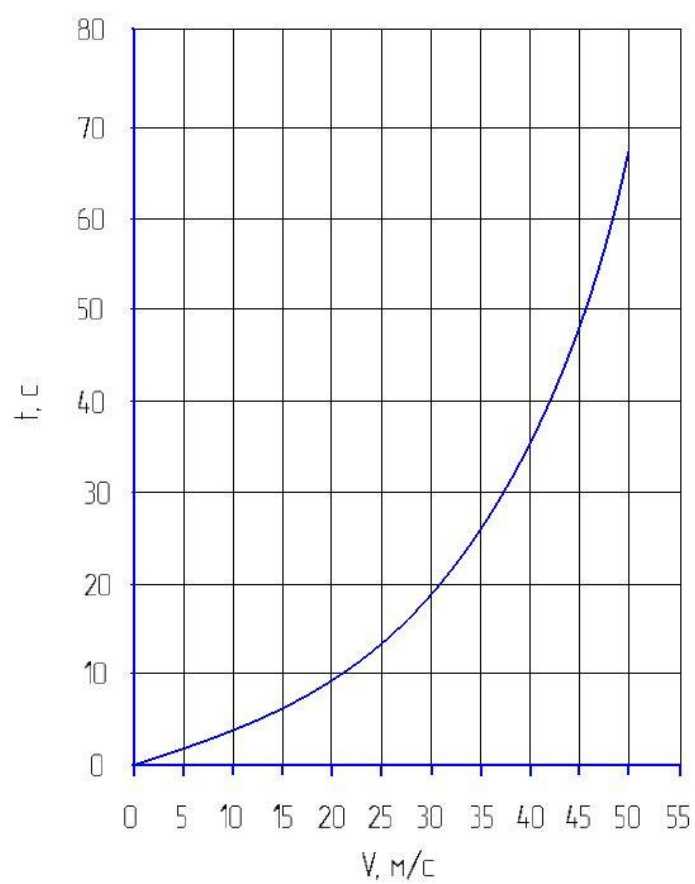


Рисунок А.4 – Время разгона

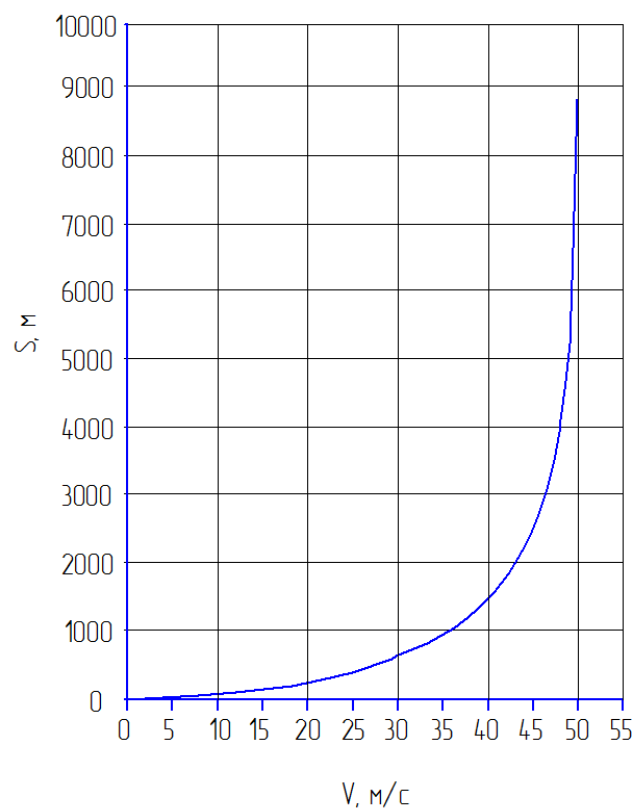


Рисунок А.5 – Путь разгона

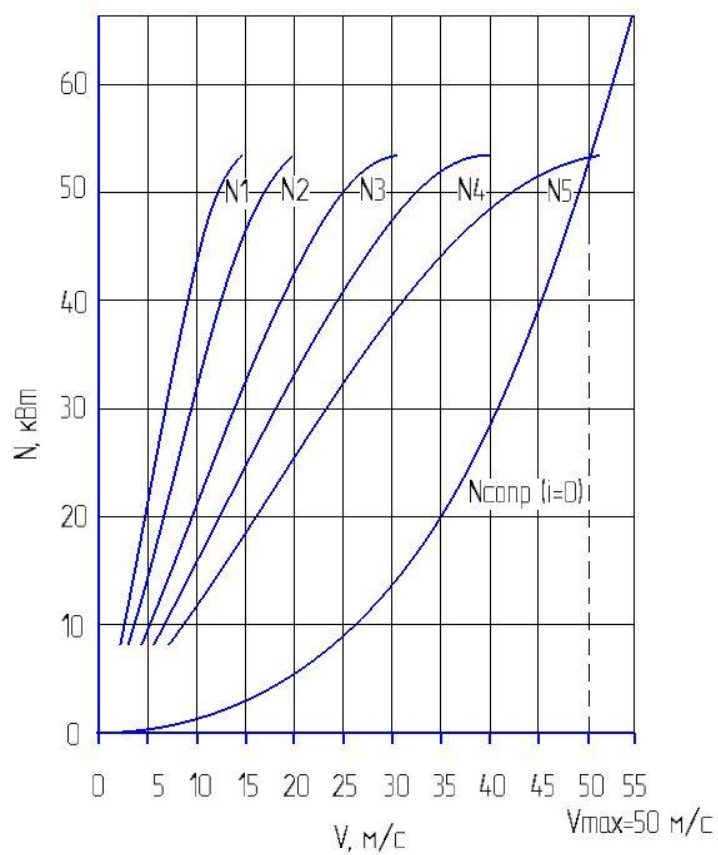


Рисунок А.6 – Мощностной баланс

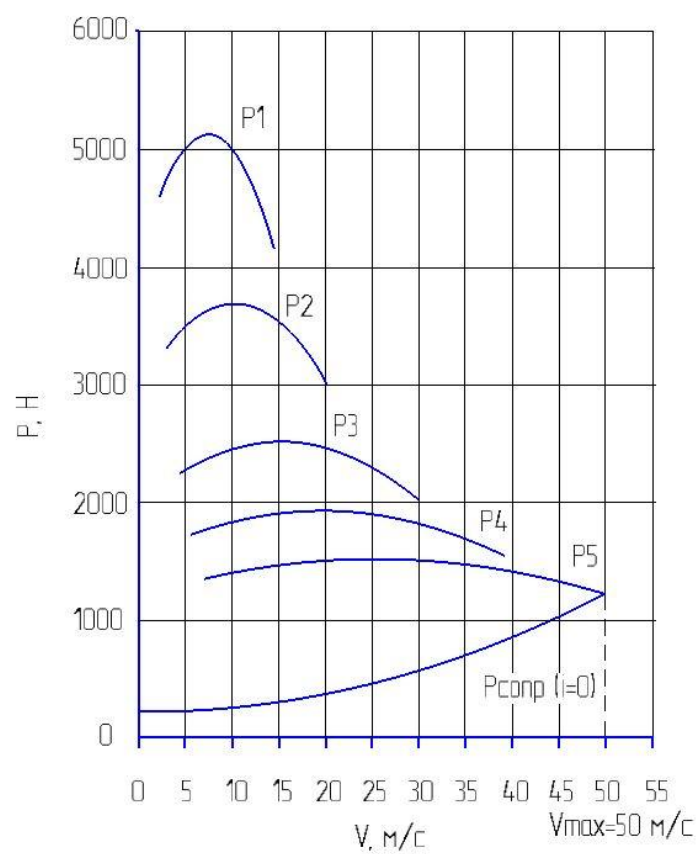


Рисунок А.7 – Тяговый баланс

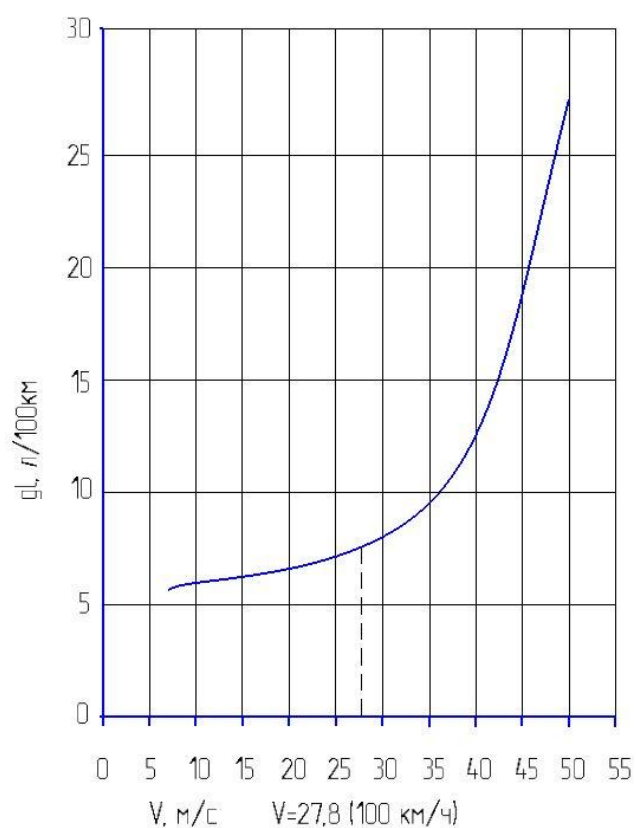


Рисунок А.8 – Топливная экономичность

ПРИЛОЖЕНИЕ Б СПЕЦИФИКАЦИИ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чение	
											Документация			
							A1			18.ДП.ПиЭА.34.3.00.000.СБ	Установка передней подвески		2 листа	
											Сборочные единицы			
							Б4	1		18.ДП.ПиЭА.34.3.01.000	Стойка телескопическая передней подвески с кулаком и тормозом правая в сборе	1		
							A1	2		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.000	Стойка телескопическая передней подвески с кулаком и тормозом левая в сборе	1		
							Б4	3		18.ДП.ПиЭА.34.3.03.000	Рычаг передней подвески с растяжкой правый в сборе	1		
							Б4	4		18.ДП.ПиЭА.34.3.04.000	Рычаг передней подвески с растяжкой левый в сборе	1		
							Б4	5		18.ДП.ПиЭА.34.3.05.000	Стабилизатор поперечной устойчивости передней подвески в сборе	1		
											Детали			
							Б4	6		18.ДП.ПиЭА.34.3.06.000.СБ	Кронштейн подушки штанги переднего стабилизатора поперечной устойчивости	2		
							Б4	7		18.ДП.ПиЭА.34.3.07.000.СБ	Колпак ступицы	2		
							Б4	8		18.ДП.ПиЭА.34.3.08.000.СБ	Кольцо уплотнительное колпака ступицы	2		
											18.ДП.01.34.3.02.00.000			
							Изм./Лист		№ док-м.	Подп.	Дата	Установка передней подвески		
							Разраб.		Хаников Р.Н.					
							Пров.		Прокопьев М.В.					
							Руков.		Прокопьев М.В.					
							Н.контр.		Егоров А.Г.					
							Утв.		Бобровский А.В.					
							Лит.		Лист		Листов			
									1		2			
							ТГУ, ИМ зр. АТ-1301							
							Копировал						Формат А4	

Перв. наименов.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A1			18.ДП.ПиЭА.34.3.02.001.СБ	Стойка телескопическая передней подвески левая сборе		
						<u>Сборочные единицы</u>		
Справ. №		A1	1		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.006	Стойка телескопическая передней подвески	1	
		Б4	2		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.007	Буфер хода сжатия в сборе	1	
		Б4	3		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.008	Опора верхняя в сборе	1	
						<u>Детали</u>		
Подп. и дата		Б4	4		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.009	Пружина передней подвески	1	
		Б4	5		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.010	Прокладка изолирующая пружины	1	
		Б4	6		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.011	Чашка верхняя пружины	1	
		Б4	7		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.012	Ограничитель опоры нижний	1	
		Б4	8		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.013	Ограничитель опоры верхний	1	
						<u>Стандартные изделия</u>		
Взам. инв. №		Б4	9			Гайка М12х125 ГОСТ 5915-70	1	
Подп. и дата								
Инв. № подл.						18.ДП.ПиЭА.34.3.02.001		
		Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.	Хаников Р.Н.					
		Пров.	Прокопьев М.В.					
		Ручкав.	Прокопьев М.В.					
		Н.контр.	Егоров А.Г.					
		Утв.	Бодоровский А.В.					
						Стойка телескопическая передней подвески в сборе	Лит.	Лист
								Листов
								1
						ТГУ, ИМ гр. АТ-1301		
						Копировал		
						Формат А4		

Перв. наименов.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		A1			18.ДП.ПиЭА.34.3.02.006.СБ	Стойка телескопическая передней подвески		
						Сборочные единицы		
Справ. №		A1	1		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.014	Корпус стойки амортизаторной	1	
		Б4	2		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.015	Шток стойки амортизаторной	1	
		Б4	3		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.016	Сальник стойки в сборе	1	
		Б4	4		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.017	Втулка направляющая	1	
		Б4	5		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.018	Клапан сжатия	1	
						Детали		
Подп. и дата		Б4	6		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.019	Опора буфера сжатия	1	
		Б4	7		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.020	Цилиндр амортизаторной стойки	1	
		Б4	8		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.021	Плунжер буфера отдачи	1	
		Б4	9		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.022	Пружина буфера отдачи	1	
		18.ДП.ПиЭА.34.3.02.006						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стойка телескопическая передней подвески		
	Разраб.	Хаников Р.Н.						
	Пров.	Прокопьев М.В.						
	Руков.	Прокопьев М.В.						
	Н.контр.	Егоров А.Г.						
	Утв.	Бодровский А.В.				Лит.	Лист	Листов
								1
						ТГУ, ИМ гр. АТ-1301		
Копировал						Формат А4		

