

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

«Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Переднеприводный легковой автомобиль 2 класса. Модернизация
задней подвески

Студент

А.В. Савельев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Еремина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

В.Г. Капрова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

М.И. Фесина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н.В. Яценко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заместитель ректора-
директор института
машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 17 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе описаны назначение подвески автомобиля, а также требования предъявляемые к конструкции подвесок, дана классификация конструкций подвесок, проведен обзор развития тенденций конструирования подвесок в современном автомобилестроении, выполнен тягово-динамический расчет легкового автомобиля 2ого класса, произведен расчет упругой характеристики задней подвески, определены параметры пружины, разработаны монтажный чертеж задней подвески и чертеж пружины, разработана технологическая схема сборки, произведен анализ конструктивных изменений приводящих к изменению технологического процесса, составлен перечень сборочных работ, определены трудоемкости операций установки задней подвески, выбрана организационная форма производства, подтверждено соответствие проекта законодательным нормам в части безопасности и экологичности, разработано описание рабочего места и применяемого оборудования, идентифицированы опасные и вредные производственные факторы, рассчитаны себестоимость проектируемого узла и точка безубыточности проекта, доказана экономическая эффективность проекта.

ANNOTATION

In this diploma work the purpose of the car suspension and the requirements applicable to the design of the suspension and the classification of constructions are described. The development trends of the suspension in the industry nowadays were reviewed, also in this diploma it was made a trailer dynamic calculation of the second class car, calculation of the elastic characteristics of the rear suspension and the parameters of a spring. A rear suspension mounting drawing, a spring drawing and a technological scheme of the assembly were developed.

There is an analyses, which was done for structural changes leading to changes in the technological process. Besides, the list of assembly work was determined and the working hours of the rear suspension assembly were calculated. The organizational form of production was selected and the compliance of the project with the legal requirements for safety and environmental protection was confirmed. There is a description of the workplace and applied equipment and an identification of dangerous and harmful factors. It was calculation for prime cost of designed unit and for the breakeven point of the project. Moreover, the economic efficiency of the project was proved.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Состояние вопроса	8
1.1 Основные функции подвески автомобиля	8
1.2 Требования, предъявляемые к конструкции подвески	8
1.3 Разновидности конструкций подвески	9
1.4 Основные тенденции в разработке подвесок	11
1.5 Обоснование выбранной схемы подвески	19
2 Конструкторская часть	21
2.1 Тягово-динамический расчет транспортного средства	21
2.2 Описание компоновочной схемы модернизированной подвески	22
2.3 Расчет упругой характеристики задней подвески	22
2.4 Расчет параметров упругого элемента подвески	24
3 Технологическая часть	28
3.1. Изменения в конструкции подвески, способные повлечь изменение технологического процесса	28
3.2 Технологичность конструкции задней подвески	28
3.3 Технологическая схема монтажа задней подвески	29
3.4 Перечень сборочных работ	31
3.5 Расчет трудоемкости монтажа задней подвески	33
3.6. Выбор организационной формы производственного процесса установки задней подвески	38
4 Безопасность и экологичность проекта	40
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта	40
4.2 Идентификация профессиональных рисков	44
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	47
4.4 Обеспечение пожарной безопасности участка сборки	49

4.5 Обеспечение экологическая безопасности участка установки задней подвески	53
4.6 Заключение	55
5 Технико-экономическая оценка модернизируемой подвески	57
5.1 Определение себестоимости проектируемой задней подвески	57
5.2 Определение точки безубыточности проекта модернизации подвески	64
5.3 Обоснование коммерческой эффективности проекта модернизации подвески	68
5.4. Расчет экономии за счет внедрения узлов с повышенной надежностью и долговечностью	72
5.5 Вывод	79
Заключение	80
Список использованных источников	81
Приложения	84
Приложение А Графики тягового расчета	84
Приложение Б Спецификация	88

ВВЕДЕНИЕ

Автомобиль в жизни современного человека играет важную роль. Несмотря на то что первые автомобили появились достаточно давно (паросиловые самоходные машины появились в 18ом веке, а конструкции с двигателем внутреннего сгорания в 19ом), широкое распространение они получили лишь в 20ом столетии. В это время автомобиль перестает быть роскошью и становится доступным и удобным средством передвижения людей и доставки грузов. Массовое распространение автомобилей вызвало большой скачок в развитии мировой экономике, сравнимый с ростом экономики после появления железнодорожного сообщения. Современный ритм жизни становится все динамичнее за счет увеличения скорости передачи информации и передвижения людей. Современные автомобили не только быстрее своих предшественников, но также безопаснее, комфортнее и дешевле.

Комфорт во время движения зависит от работы различных систем автомобиля, однако наибольшее влияние оказывает подвеска. Основными потребительскими характеристиками подвески являются управляемость, курсовая устойчивость и плавность хода. Зачастую увеличение плавности хода вызывает ухудшение управляемости и устойчивости автомобиля и наоборот. Поэтому значения данных характеристик при построении массового автомобиля являются компромиссными.

Конечная стоимость автомобиля является наиболее значительным фактором, влияющим на коммерческий успех продаж. Желание производителей снизить затраты на производство автомобиля определяет, как концепцию автомобиля в целом, так и его отдельных систем, в том числе и подвески.

Принимая во внимание вышесказанное в рамках данной курсовой работы предлагается улучшить курсовую устойчивость и управляемость

легкового автомобиля 2ого класса за счет модернизации конструкции задней подвески.

1 Состояние вопроса

1.1 Основные функции подвески автомобиля

Подвеска автомобиля выполняет следующие функции:

- «обеспечивает упругую связь между колесами и несущей системой (кузовом или рамой) автомобиля;» [3]
- поглощает удары, толчки и вибрации, вызванные неровностями дорожного полотна;
- обеспечивает оптимальную кинематику (перемещение колес относительно кузова или рамы);
- обеспечивает передачу сил и моментов действующих в контакте колеса с дорогой на кузов.

1.2 Требования, предъявляемые к конструкции подвески

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

К современным конструкциям подвески автомобиля предъявляют следующие требования:

- характеристики деталей подвески должны обеспечивать оптимальные показатели плавности хода, курсовой устойчивости и управляемости;
- кинематика подвески должна обеспечивать оптимальное изменение углов установки колес, колеи и базы автомобиля при ходах сжатия и отбоя;
- кинематика подвески должна согласовываться с кинематикой рулевого управления;
- детали подвески должны обеспечивать высокие показатели долговечности и надежности;
- детали подвески должны иметь небольшую массу, что особенно важно для неподрессоренных элементов;
- стоимость подвески должна быть конкурентной;

- детали подвески должны быть технологичны, т.е. удобны в изготовлении, обслуживании и монтаже;

- деформация деталей подвески в случае аварии должна обеспечивать максимальное энергопоглощение удара.

1.3 Разновидности конструкций подвески

Подвески автомобилей конструктивно делятся на зависимые и независимые. «Каждая из схем имеет свои преимущества и недостатки.» [2] Однако необходимо отметить, что независимые подвески постепенно вытесняют зависимые схемы.

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

К преимуществам зависимой подвески относят:

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

Среди недостатков такого типа подвески отмечают:

- для большинства конструкций худшие показатели управляемости и курсовой устойчивости в сравнении с независимыми подвесками;

- низкая плавность хода, обусловленная большими неподрессоренными массами;

- худшие компоновочные показатели в сравнении с независимой подвеской, т.к. при ходах мосту требуется больше свободного пространства в моторном или багажном отсеке.

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

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

Независимая подвеска обладает следующими преимуществами:

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

Независимая подвеска также имеет следующие недостатки:

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

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

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

К недостаткам полунезависимой подвески можно отнести следующие конструктивные особенности:

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

- трудности в компоновке полного привода.

1.4 Основные тенденции в разработке подвесок

Детали подвески классифицируют на три большие группы:

- направляющие;
- упругие;
- демпфирующие.

«Направляющие элементы подвески обеспечивают движение колеса по строго заданной траектории, т.е. перемещение на сжатие и отбой, а также поворот колеса.» [6] На заре автомобилестроения использовались исключительно зависимая подвеска для всех осей автомобиля, колеса соединялись между собой балкой моста, а функции направляющих элементов выполняли рессоры. Позднее с увеличивающимся распространением пружин роль направляющих элементов стали выполнять штанги. Штанга представляет собой стержень или трубу с расположенными на ее концах шарнирами. Это очень простое и недорогое технологическое решение. Штанги также можно встретить в конструкциях независимых подвесок. Таким примером может являться задняя подвеска автомобиля Renault Captur (рисунок 1).

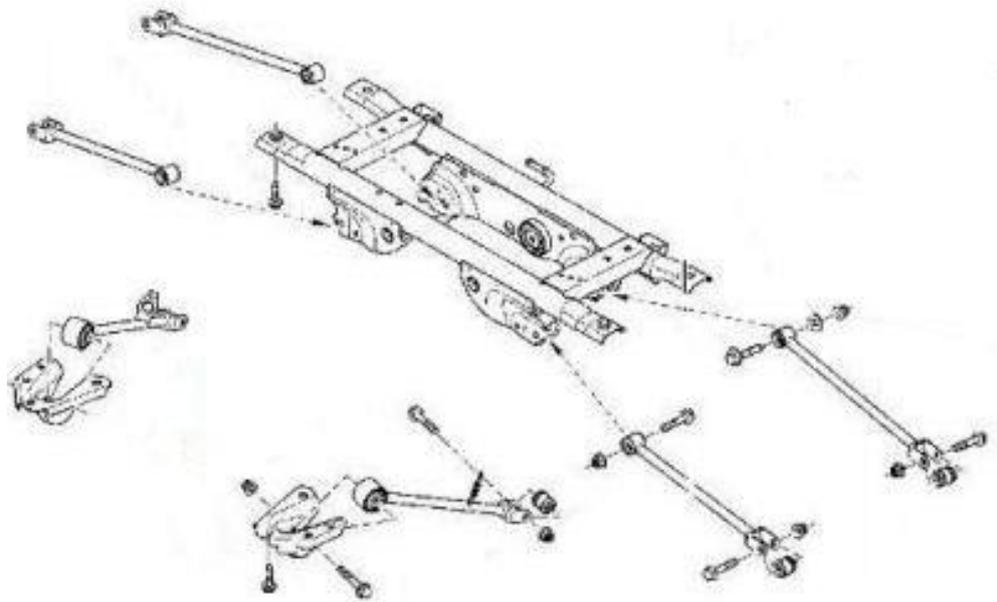


Рисунок 1 – Задняя подвеска автомобиля Renault Captur

Рычаги подвески представлены широким многообразием конструкций и вариантов исполнений. В современном автомобилестроении наиболее распространены на данный момент сварные конструкции из штампованного листового металла. Они обладают небольшой массой и стоимостью, однако, значение воспринимаемых ими максимальных нагрузок невысоко. В тех случаях, когда штампованные рычаги не способны выдержать нагрузки, возникающие в эксплуатации, а применение зависимой подвески невозможно по причине ухудшения ездовых свойств автомобиля, применяют рычаги, полученные ковкой. Изготовление таких рычагов более сложное, следовательно, и стоимость заметно выше. В основном их можно встретить на внедорожниках и коммерческом транспорте, реже в подвеске легковых автомобилей. Таким примером использования кованного рычага для легкового автомобиля является нижний рычаг передней подвески 2108 (рисунок 2), который успешно применялся на переднеприводных автомобилях Волжского автомобильного завода вплоть до LADA GRANTA и модернизированной LADA KALINA. Перспективными на сегодняшний момент являются конструкции рычагов выполненные из алюминия. Их можно встретить на большинстве автомобилей бизнес класса и премиум сегмента. Высокая стоимость таких рычагов компенсируется их небольшой массой, что положительно влияет на ездовые характеристики автомобиля.



Рисунок 2 – Рычаг передней подвески автомобиля ВАЗ 2108

Также к направляющим элементам подвески относят кулаки. Они используются в независимых подвесках. Среди конструктивных отличий кулаков помимо формы (она определяется из компоновочных соображений), выделяют также способ крепления шаровых опор (с помощью клеммы или конусной посадки) и используемый для изготовления материал (сталь, чугун или алюминий).

Упругие элементы подвески служат для восприятия неровностей дорожного полотна при движении автомобиля. Упомянутая выше листовая рессора является не только направляющим элементом подвески, но также еще и упругим. В классическом представлении рессора является набором пластин различной длины изготовленных из пружинной стали и скрепленных между собой. Рессора крепится к раме или кузову так что один ее конец имеет возможность вращаться, а другой вращаться и перемещаться, за счет этого компенсируется изменение ее длины в горизонтальной проекции при ходах подвески. Форма рессоры может быть различной. Наиболее распространенной формой является полуэллиптическая. С целью снижения массы подвески могут применяться одно листовые рессоры, которые иногда могут изготавливаться из армированного пластика. В целом конструкция рессор достаточно проста в изготовлении и обслуживании. Однако рессоры обладают большей массой и требуют значительное компоновочное пространство в сравнении с пружинами. Помимо этого, рессоры не обеспечивают необходимой плавности хода требуемой современными автомобилями. В настоящее время рессоры применяются в основном в коммерческом и грузовом транспорте, а также иногда в подвесках тяжелых внедорожников.

Без преувеличения можно сказать, что винтовые пружины — это самый популярный упругий элемент подвесок современных автомобилей. Обладая малыми габаритами и массой, а также невысокой стоимостью, пружина обеспечивает хорошую упругую характеристику. Поэтому все современные легковые автомобили от бюджетных до достаточно дорогих имеют в составе

своих подвесок пружины. Основные конструктивные отличия пружин определяются их формой (цилиндрические, конические, бочкообразные), шагом витка (переменным или постоянным), а также сечением прутка (также переменным или постоянным). В некоторых спортивных автомобилях могут применяться последовательно две различные пружины установленных через специальный переходной элемент для обеспечения прогрессивной упругой характеристики. Единственным недостатком пружин перед рессорами можно назвать только лишь необходимость наличия направляющего аппарата в подвеске, в то время как рессора может сама выполнять данные функции. Поэтому рессорные подвески в целом дешевле. Однако, кинематика и ездовые характеристики пружинной подвески в значительной степени превосходят рессорную и поэтому не оставляют целесообразности применения последней в современных автомобилях.

К упругим элементам подвески относят также буферы отбоя и сжатия. Эти элементы, изготовленные из резины или полиуретана, обычно устанавливаются на штоке амортизатора, реже вне его. Буферы призваны улучшать упругую характеристику подвески, делая ее нелинейной, а также исключать или минимизировать пробои.

«Для легковых автомобилей, где приоритетной задачей является обеспечение наилучших ездовых характеристик, используют пневматические и гидропневматические упругие элементы подвески.» [4] Такие элементы являются частью активных подвесок. Они достаточно сложны в изготовлении и дороги, поэтому распространение такие элементы получили в автомобилях премиум сегмента (рисунок 3).



Рисунок 3 – Пневматический элемент подвески BMW X5

Демпфирующие элементы подвески призваны гасить колебания подвески автомобиля во время движения. Первые демпферы, использованные на автомобиле, были механического типа и работали за счет трения фрикционных дисков. Такая конструкция не обладала высокой надежностью и была достаточно сложна в настройке. В современных автомобилях гидравлические амортизаторы полностью вытеснили фрикционные демпферы.

В гидравлическом амортизаторе поршень двигаясь в резервуаре пропускает через специальные отверстия рабочую жидкость. Подбирая вязкость жидкости и размер отверстий можно изменять демпфирующую характеристику. Гидравлические амортизаторы бывают однотрубными (рисунок 4) и двухтрубными. В двухтрубном амортизаторе цилиндр большего диаметра установлен концентрично цилиндру в котором располагается поршень. Объем между двумя цилиндрами используется для компенсации температурного расширения рабочей жидкости. В процессе длительной работы жидкость может смешиваться с воздухом и вспениваться, что приводит к снижению эффективности амортизатора. Для уменьшения вспенивания рабочей жидкости в современных конструкциях амортизатор вместо воздуха внутрь закачивается инертный газ под высоким давлением

(так называемый газовый подпор). В однотрубном амортизаторе рабочая жидкость и газ разделены специальным плавающим поршнем и отдельной камеры для компенсации расширения жидкости нет. Повышенные требования к точности изготовления делают стоимость однотрубного амортизатора значительно выше чем двухтрубного. Преимуществами однотрубной конструкции является меньшая масса, лучшее охлаждение, возможность крепления цилиндра на кузове (в перевернутом виде) с целью снижения неподрессоренных масс. Существенным недостатком является высокая чувствительность к повреждениям. Малейшая деформация корпуса амортизатора делает его непригодным к использованию. Однотрубные амортизаторы используются в основном в конструкциях подвесок спортивных автомобилей. Двухтрубные амортизаторы обладают меньше ценой и не столь чувствительны к повреждениям (несущественные деформации корпуса не оказывают влияние на работоспособность). Однако, масса такой конструкции больше и эффективность в целом ниже.

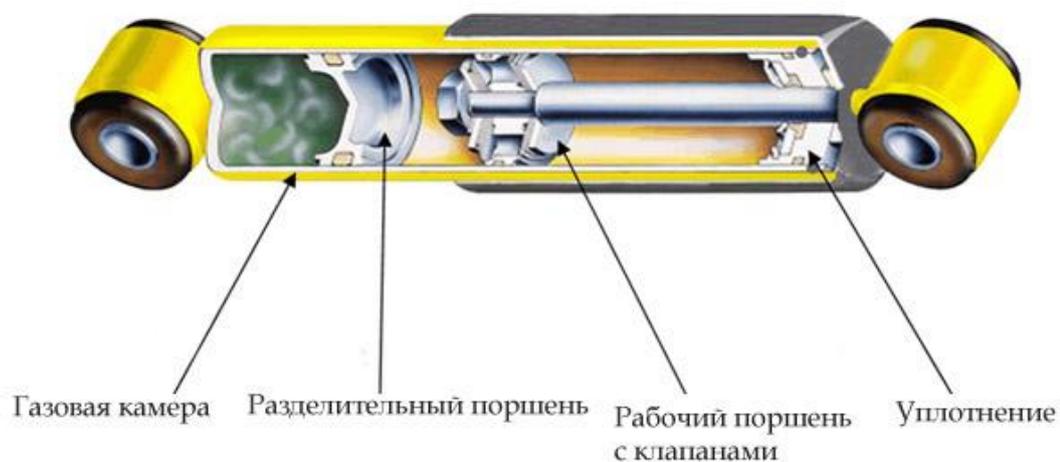


Рисунок 4 – Однотрубный амортизатор

Разновидностью гидравлических амортизаторов являются активные амортизаторы. В таких конструкциях демпфирующая характеристика может управляться за счет изменения вязкости рабочей жидкости. Такие амортизаторы достаточно сложны в изготовлении и обладают высокой

стоимостью, поэтому они применяются в автомобилях более дорогих сегментов.

В современном автомобилестроении существует несколько популярных схем задних подвесок. Выбор той или иной конструкции зависит в основном от ценового сегмента, к которому принадлежит автомобиль. Также на выбор конструкции подвески может повлиять имеющаяся техническая база конкретного завода-изготовителя, а также общий уровень развития отрасли в регионе.

Для бюджетных автомобилей в настоящее время наибольшее распространение получила полузависимая схема с двумя продольными рычагами. Конструктивно такая подвеска представляет собой два продольных рычага передними концами, прикрепленными к кузову и соединенными между собой торсионом. Рычаги обычно изготавливают формованием из труб, реже они могут быть получены ковкой. Пружины устанавливаются на специальные площадки, ступицы колес и амортизаторы крепятся к приварным листоштампованным кронштейнам. Соединитель представляет собой достаточно длинную штампованную деталь с открытым профилем. Внутри соединителя располагается стабилизатор поперечной устойчивости представляющий собой стальной пруток или трубу. Одним из самых серьезных недостатков данной подвески является сложность организации полного привода. Однако, некоторым производителям все уже удается применить схему с приводом на все колеса путем использования соединителя дугообразной формы, например в Opel Mokka (рисунок 5) и Suzuki SX4.



Рисунок 5 – Задняя подвеска автомобиля Opel Mokka 4x4

Для автомобилей среднего ценового диапазона иногда применяют подвеску МакФерсон или как ее иногда принято называть для задней оси подвеска Чепмена. В такой конструкции кулак с расположенным на нем ступичным узлом в верхней части соединяется с амортизационной стойкой, а в нижней части крепится к рычагу или заменяющему его штангам. Амортизационная стойка крепится к кузову, а рычаг или штанги к подрамнику. Стойка представляет собой амортизатор с установленными на нем пружиной, подшипником, буфером сжатия и резино-металлической верхней опорой. Такую схему можно встретить в задней оси автомобиля Chevrolet Lacetti.

Для более дорогих автомобилей используется многорычажная подвеска. Вариантов такой схемы достаточно много. Однако, в целом такую подвеску описать как совокупность рычагов или штанг, расположенных поперечно, продольно или под каким-либо промежуточным углом к оси автомобиля и определяющих перемещение кулака со ступицей. Пружина и амортизатор могут быть закреплены на рычаге или в виде стойки соединены с кулаком. Кулак и рычаг в такой схеме подвески могут быть выполнены заодно в виде одной кованной детали.

Зависимые задние подвески применяются преимущественно на внедорожниках. В такой подвеске мост соединяется с кузовом по средством штанг. Обычно в продольном направлении используется две нижние длинные и две более короткие верхние штанги, а роль поперечной связи выполняют тяга Панара, механизм Уатта или конструкция Скотта-Рассела. Реже можно встретить вариант подвески, в которой роль продольных направляющих выполняет пара кованых рычагов. Такая схема используется в автомобиле Mercedes-Benz G класса.

Разновидностью зависимой подвески является подвеска Де Дион, которая была названа в честь графа Альбера Де Диона, представителя французской аристократии 19 века. До сих пор нет точной информации сам ли граф спроектировал данную подвеску или только осуществлял финансирование ее разработки. Подвеска Де Дион предполагает применение ее в ведущей оси автомобиля. В данной конструкции колеса соединены между собой жесткой балкой, а редуктор закреплен независимо от подвески на кузове. Таким образом данная схема объединяет в себе преимущества зависимой и независимой подвесок. С одной стороны значение неподрессоренных масс сопоставимо с таковыми значениями в независимой подвеске, с другой стороны отсутствует изменение углов установки колес при ходах как в зависимой подвеске. Подвеска Де Дион используется преимущественно в спортивных автомобилях, например в знаменитой Ferrari Testarossa.

1.5 Обоснование выбранной схемы подвески

В качестве базовой конструкции для модернизации в данной работе принимается задняя подвеска автомобиля ВАЗ 2190 LADA GRANTA. Данная модель продолжительное время являлась лидером продаж российского авторынка, но в последнее время уступила первенство автомобилям из Кореи. Повысить привлекательность модели поможет ее модернизация. Изучая рекламные проспекты потребитель не может оценить эффективность

модернизации подвески, как, допустим, можем оценить привлекательность изменения кузова или прирост мощности силового агрегата. Однако, во время тест-драйва его внимание будет приковано к ездовым характеристикам. Поэтому совершенствование подвески играет большую роль в общем объеме модернизации автомобиля.

Задняя подвеска автомобиля LADA GRANTA конструктивно представляет собой описанную выше полузависимую схему, но с некоторыми изменениями. В данной конструкции пружина устанавливается не на специальную площадку на рычагах, а на чашку на амортизаторе, который в свою очередь крепится к кронштейну приваренному к рычагу. К этому же кронштейну приварен и фланец удерживающий ступичный узел. Такое расположение амортизатора и пружины имеет положительный экономический эффект, помимо этого улучшаются условия работы пружины (пружина сжимается вдоль прямой линии). Тем не менее данное решение несколько увеличивает передачу шумов и вибраций на кузов автомобиля.

Для современного автомобилестроения характерно постепенное увеличение жесткости подвесок. Таким образом производители улучшают управляемость и курсовую устойчивость автомобиля на хороших дорогах, однако при этом несколько ухудшается плавность хода. Учитывая вышеизложенное, в рамках модернизации задней подвески предлагается улучшить показатели управляемости и устойчивости автомобиля. Требуемое улучшение будет достигнуто за счет модернизации пружины задней подвески, а именно увеличения ее жесткости.

2 Конструкторская часть

2.1 Тягово-динамический расчет транспортного средства

Исходные данные для тягово-динамический расчет транспортного средства:

Тип привода автомобиля:	<i>Переднеприводный</i>
Количество мест для пассажиров:	5
«Число передач КПП:»[11]	5
КПД трансмиссии:	$\eta_{TP} = 0.9$
Размер шины колеса:	185/65R14
Максимальная скорость:	$v_{max} = 180 \text{ км/ч}$
Масса автомобиля:	$m_a = 1088 \text{ кг}$
«Коэф. аэродинамического. сопр.:»[11]	$C_x = 0.32$
«Коэф. сопротивления качению:»[11]	$f_0 = 0,012$
Предельный преодолеваемый уклон:	$i = 0,3$
Обороты силового агрегата	$\omega_e^{min} = 1000 \text{ об/мин}$ $\omega_e^{max} = 6000 \text{ об/мин}$ $\omega_N = 5600 \text{ об/мин}$

В тягово-динамическом расчете транспортного средства определяют внешнескоростную характеристику силовой установки автомобиля, передаточные числа коробки передач, ускорения соответствующие каждой передаче, времена и путь разгона до максимальной скорости, тяговый баланс транспортного средства, его динамическую характеристику, мощностной баланс и топливную экономичность.

Передаточные числа передач подобраны так, чтобы обеспечить высокие показатели долговечности зубчатых соединений и имеют следующие значения:

$$U_{KП1} = 2.71$$

$$U_{KП2} = 1,94;$$

$$U_{КПЗ} = 1,31;$$

$$U_{КПА} = 0,98$$

$$U_{КП5} = 0,78.$$

Значения остальных ранее указанных показателей отображены на графиках в приложение А и чертеже 17.ДП.01.226.80.000.

2.2 Описание компоновочной схемы модернизированной подвески

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

Принимая решение по объему модернизации в первую очередь следует учитывать объем инвестиций в проект. Изменение схемы задней подвески потребует значительных затрат и приведет к разунификации с остальными автомобилями производителя. Поэтому в данной модернизации компоновочная схема автомобиля останется без изменений.

2.3 Расчет упругой характеристики задней подвески

Исходные данные для расчета:

$$m_a = 1088 \text{ кг} - \text{снаряженная масса автомобиля}$$

$m_{\text{Зад.СНАР}} = 435,2 \text{ кг}$ - масса, приходящаяся на заднюю ось в снаряженном состоянии;

$m_{\text{Зад.КОНСТ.}} = 540 \text{ кг}$ - масса, приходящаяся на заднюю ось при конструктивной нагрузке;

$m_{\text{Зад.ПОЛН.}} = 756,5 \text{ кг}$ - масса, приходящаяся на заднюю ось при полной нагрузке;

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

$i_c \approx 1$ - «передаточное отношение пружины.»[5]

Значение вертикальной жесткости задней подвески можно определить с помощью следующего выражения:

$$C_c = \frac{C \cdot \pi \cdot f_c^2 \cdot m_{\text{II}}}{1000} \quad (2.1)$$

где m_{II} - «поддресоренная масса, приходящаяся на одно колесо задней оси»[7]

f - «собственная частота колебаний задней подвески.»[1]

Определим поддресоренную массу задней подвески с учетом загрузки автомобиля:

$$\begin{aligned} m_{\text{IIc}} &= 435,2/2 - 74/2 = 180,6 \text{ кг} \\ m_{\text{IIк}} &= 540/2 - 74/2 = 233 \text{ кг} \\ m_{\text{III}} &= 756,5/2 - 74/2 = 341,25 \text{ кг} \end{aligned} \quad (2.2)$$

Считается, что плавность хода автомобиля оптимальна при определенных значениях собственной частоты колебаний подвески. Для автомобиля снаряжённого состояния эта величина должна располагаться в интервале от 1,5 до 1,65 Гц, а при конструктивной загрузке от 1,3 и до 1,6 Гц.

С учетом принятых значений собственной частоты колебаний определим вертикальную жесткость подвески:

$$\begin{aligned} C_c &= \frac{C \cdot \pi \cdot f_c^2 \cdot m_{\text{IIc}}}{1000} = \frac{(2 \cdot \pi \cdot 1,5 \dots 1,65)^2 \cdot 180,6}{1000} = 16,04 \dots 19,4 \text{ кН/м} \\ C_k &= \frac{C \cdot \pi \cdot f_c^2 \cdot m_{\text{IIк}}}{1000} = \frac{(2 \cdot \pi \cdot 1,3 \dots 1,6)^2 \cdot 233}{1000} = 15,55 \dots 23,55 \text{ кН/м} \end{aligned}$$

Рассчитаем жесткость пружины с учетом жесткости шарниров подвески с помощью следующего выражения:

$$C_{\text{пр}} = C - \Delta C_{\text{III}} \cdot i_c^2, \quad (2.3)$$

где C - «вертикальная жесткость подвески;»[9]

$\Delta C_{ш}$ - «жесткость шарниров подвески, приведенная к колесу.»[8] В зависимости от конструкции шарниров эта величина может располагаться в диапазоне от 1 до 3 кН/м . Для данной работы будем использовать

$$\Delta C_{ш} = 1 \text{ кН/м}$$

i_C^2 - квадрат передаточного отношения пружины

Стабильные ездые свойства при различной загрузке автомобиля может обеспечивать активная подвеска с упругими и демпфирующими элементами способными изменять свои характеристики. Однако, такие конструкции имеют высокую стоимость и достаточно сложны, что ограничивает их применение автомобилями высшего ценового сегмента. Для автомобилей с неактивными подвесками настройки упругих и демпфирующих элементов подбираются так, чтобы обеспечить оптимальные ездые свойства в наиболее частом режиме эксплуатации. Загрузка автомобиля при таком режиме называется конструктивной. Она определяется на этапе выбора концепции автомобиля.

Расчет значения жесткости пружины для конструктивной загрузки автомобиля:

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

Целью работы является улучшение управляемости и курсовой устойчивости автомобиля. Исходя из этой задачи необходимо увеличить жесткость пружины задней подвески с 2 до 2,1 кгс/мм. Следует понимать, что такое изменение может ухудшить плавность хода. Однако, окончательное решение о приемлемости изменений можно принимать после изготовления и испытаний опытных образцов.

2.4 Расчет параметров упругого элемента подвески

Определим диаметра прутка который потребуется для изготовления пружины принятой ранее жесткости:

$$C_{np} = \frac{G \cdot d_{np}^4}{8n \cdot D_{cp}^3}, \quad (2.4)$$

где d_{np} - диаметр прутка пружины;

D_{cp} - средний диаметр пружины. Значение этого параметра следует сохранить таким же как на серийном изделии, чтобы избежать разработки новых чашек пружины и прокладок и как следствие дополнительных затрат.

n - число витков пружины. Примем $n=8,5$.

$$d_{np} = \sqrt[4]{\frac{8n \cdot D_{cp}^3 \cdot C_{np}}{G}} \quad (2.5)$$

В результате расчет, получаем:

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

Найдем «статический прогиб пружины:»[10]

$$f_{ст} = \frac{P_1}{C_{np}}; \quad (2.6)$$

где P_1 - сила, действующая при статическом прогибе.

Значение этой силы возьмем из документации действующей пружины, и она будет равна $P_1 = 250 \text{ кгс}$

Рассчитываем значение статического прогиба:

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

Зная значение длины пружины при свободном прогибе $H_1 = 225 \text{ мм}$, рассчитаем свободную длину пружины:

$$H_0 = H_1 + f_{ст} = 225 + 119 = 344 \text{ мм} \quad (2.7)$$

Определим длину пружины при полном сжатии подвески:

$$H_2 = H_1 - S_{сж} \quad (2.8)$$

Величину хода сжатия примем согласно действующей документации на автомобиль, а именно монтажному чертежу задней подвески. Для задней подвески LADA GRANTA эта величина равна 93 мм. В результате получаем:

$$H_2 = 225 - 93 = 132 \text{ мм}$$

Определим длину пружин при полном смыкании витков:

$$H_3 = (n_1 + 1)d_{np} + (n_1 + 1)0.25 + d_{np} \cdot 0.05, \quad (2.9)$$

где n_1 - число витков пружины, в том числе опорные. Для серийной технологии изготовления пружины количество опорных витков равно 1,5. В итоге получаем $n_1 = 10$.

Рассчитаем длину пружины при полном смыкании витков:

$$H_3 = (10 + 1) \cdot 11,4 + (10 + 1) \cdot 0.25 + 11,24 \cdot 0.05 = 126,98 \text{ мм}$$

Определим величины нагрузок соответствующим пружине при полном сжатии подвески и полном смыкании витков:

$$P_i = (h_0 - h_i) \cdot C_{ПР} \quad (2.10)$$

В результате расчетов получаем следующие значения:

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

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

Коэффициента формы пружины рассчитывается по следующей формуле:

$$\kappa = 1 + \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{w} + \frac{7}{8} \cdot \frac{1}{w^2} + \frac{1}{w^3}, \quad (2.11)$$

где w определяется с помощью следующего выражения:

$$w = \frac{D_{cp}}{d_{nn}} = 8,5 \quad (2.12)$$

В результате расчета получаем значение коэффициента формы пружины:

$$\kappa = 1.16$$

Найдем напряжения в пружине для указанных выше нагрузочных случаев:

$$\tau = \frac{8 \cdot \kappa \cdot D_{cp}}{\pi \cdot d_{np}^3} \cdot P_i; \quad (2.13)$$

$$\tau_1 = 49,7 \text{ кгс}$$

$$\tau_2 = 88,5 \text{ кгс}$$

$$\tau_3 = 90,6 \text{ кгс}$$

Длины прутка пружины определяется по следующей формуле:

$$l_{np} = \sqrt{(n \cdot \pi \cdot D_{cp})^2 + H_0^2} + (n_1 - n) \pi \cdot D_{cp}; \quad (2.14)$$

$$l_{np} = 3025 \text{ мм}$$

И, наконец, рассчитываем массу пружины:

$$m = \frac{\pi \cdot d_{np}^2}{4} \cdot l_{np} \cdot \rho \quad (2.15)$$

$$m = 2.34 \text{ кг}$$

3 Технологическая часть

3.1 Изменения в конструкции подвески, способные повлечь изменение технологического процесса

Проводя то или иное изменение конструкции инженер должен оценивать риски, связанные с изменением технологического процесса. Введение новых технических решений может привести к изменению логистических цепочек, а также потребовать закупки нового дорогостоящего оборудования и модернизации уже существующих сборочных линий. Поэтому модернизация узлов и деталей подвески должна не только учитывать уровень потребительских свойств, но и опираться на существующую технологическую базу предприятия.

Технические решения, предлагаемые в рамках данной модернизация задней подвески, не повлекут за собой изменения серийного технологического процесса, а значит не потребуют дополнительных затрат в производстве.

Состав серийной и модернизированной подвески идентичен. Задняя подвеска автомобиля Лада Гранта включает в себя следующие узлы и детали:

- рычаги задней подвески с тормозами и приводом ручного тормоза в сборе;
- кронштейн крепления рычагов подвески;
- амортизатор задней подвески;
- буфер хода сжатия в сборе;
- подушка крепления амортизатора задней подвески;
- пружина задней подвески;
- прокладка, изолирующая пружины задней подвески.

3.2 Технологичность конструкции задней подвески

Технологичность изделия прорабатывается на стадии разработки конструкции изделия. Эту работу совместно ведут конструкторы и технологи. Понятие технологичности относится не только к производству, но

также и эксплуатации. Должна быть обеспечена возможность удобного обслуживания и ремонта с минимальными затратами. Перечень показателей технологичности, а также список терминов и определений можно найти в ГОСТ 14.201-83, а также ГОСТ 18831-83. Технология сборки или изготовления должна обеспечивать стабильное надлежащее качество. В этом случае можно существенно снизить штат контролеров, а также исключить дорогостоящее обучение персонала. При разработке конструкции детали следует использовать уже освоенные марки материалов. Допустимые предельные отклонения и шероховатости следует выбирать с учетом имеющегося оборудования или допусков и шероховатостей аналогичных деталей.

Перечень используемого крепежа должен быть минимальным, сами крепежные изделия при этом должны быть стандартизованными. Это позволяет снизить номенклатуру инструмента, используемого при сборке и изготовлении. Следует стремиться к полной автоматизации производства, а в случае невозможности автоматизации, труд персонала должен быть механизирован. Технология установки подвески должна обеспечивать независимую сборку на левой и правой стороне автомобиля. Сборочная линия должна иметь возможность изменения высотного расположения кузова. Так, например, при установке амортизаторной стойки на кузов установка крепежных элементов происходит в направлении сверху вниз. И наоборот при соединении стойки и рычага установка гайки шаровой опоры происходит в направлении снизу вверх.

Серийные технологический процесс достаточно хорошо оптимизирован и, в целом, удовлетворяет всем указанным выше требованиям.

3.3 Технологическая схема монтажа задней подвески

Производственным процессом является совокупность связанных между собой процессов труда, а также естественных процессов в результате

которых исходное сырье преобразуется в готовую продукцию. Под процессами труда в свою очередь понимают деятельность человека, осуществляемую с помощью орудий труда результатом которой является преобразование сырья и материалов в готовую продукцию. Естественные процессы происходят без участия человека. К ним можно отнести сушение, охлаждение и другие процессы.

Различают основные, вспомогательные и обслуживающие производственные процессы.

В результате основных производственных процессов изменяются вид, характеристики внутренней структуры, форма материалов или заготовок. К основным производственным процессам можно также отнести естественные процессы, если они происходят под контролем человека.

Вспомогательными процессами называют процессы обеспечивающие непрерывность основных производственных процессов.

К обслуживающим процессам относят транспортировочные операции, обслуживание рабочих мест, складирование и контроль качества.

Производственный процесс состоит из технологических операций. Операцией является часть процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте группой или одним сотрудником. Маршрутная карта является обязательной частью комплекта технологической документации. В маршрутной карте указывается перечень и последовательность всех технологических операций. Данный документ определяет маршрут движения продукта по производственному цеху. Конструкция изделия, а также процессы изготовления или сборки должны обеспечивать максимальную технологичность продукта. Под технологичностью продукта понимают совокупностью свойств, которые обеспечивают изготовление и эксплуатацию с наименьшими затратами. Технологичность может быть производственной, эксплуатационной и ремонтной.

Технологическая схема сборки это графическое представление состава изделия и последовательности операций процесса. Этот документ является

первичным для технологической проработки. Помимо этого, технологическая схема сборки является основой для проектирования сборочной линии.

3.4 Перечень сборочных работ

Технологические операции, а также их длительность занесем в перечень сборочных работ, учитывая при этом их последовательность.

Таблица 3.1 – Перечень сборочных работ

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

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

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

3.5 Расчет трудоемкости монтажа задней подвески

Чтобы определить суммарную трудоемкость сборки модернизированной задней подвески необходимо найти сумму времени, затраченного на установку подвески, времени обслуживания рабочих мест, а также времени отдыха персонала. Помимо этого, следует иметь в виду, что некоторые технологические операции выполняются независимо на левой и правой стороне автомобиля, т.е. в суммарной трудоемкости они будут учитываться дважды.

Определяем значение трудоемкости установки задней подвески:

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

Теперь рассчитаем суммарную трудоемкость сборочного процесса:

$$t_{шт}^{ОБЩ} = t_{оп}^{ОБЩ} + t_{оп}^{ОБЩ} \cdot (\alpha + \beta) \cdot 100 = 12.8 + 12.8 \cdot (0.4 + 4) \cdot 100 = 13.57 \text{ мин} \quad (3.2)$$

где « α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, $\alpha = 2\%$;»[19]

« β – часть оперативного времени на перерывы для отдыха в процентах, $\beta = 4\%$.»[19]

Таблица 3.2 – Технологическая карта сборки

ТГУ	Технологическая карта сборки				Группа: АТ-1201		
	Наименование изделия		Задняя подвеска автомобиля Лада Гранта		Студент: Савельев		
Институт	Автомеханический		Сборочная единица		Задняя подвеска автомобиля Лада Гранта		Лист 1
Номер операции	Номер перехода	Содержание переходов	Номера деталей и их количество, поступающих на сборку	Оборудование, технологическая оснастка	Инструмент		Норма времени
					рабочий	контрольн	
005	1	Взять амортизатор задней подвески и выполнить его осмотр.	17.ДП.01.017-2915004СБ, 1шт	Гайковерт, специальное приспособление для сборки и установки амортизатора			0,4
	2	Установить амортизатор в специальное приспособление и вытянуть его шток.					0,3
	3	Взять буфер сжатия с защитным кожухом в сборе и выполнить его осмотр.	17.ДП.01.017-2912810, 1шт				0,15
	4	Установить буфер хода сжатия с защитным кожухом в сборе на шток.					0,15
	5	Установить подушку крепления амортизатора на шток	17.ДП.01.017-2915450, 1шт				0,2
	6	Установить пружину задней подвески на чашку амортизатора.	17.ДП.01.017-2912712, 1шт				0,2
	7	Установить прокладку изолирующую на верхний виток пружины.	17.ДП.01.017-2912652, 1шт				0,2
	8	Совместить шток с отверстием на кузове с помощью приспособления.					0,4
	9	Установить подушку крепления амортизатора	17.ДП.01.017-2915450, 1шт				0,2
	10	Установить шайбу подушки крепления амортизатора на шток	17.ДП.01.017-2905455, 1шт				0,2
	11	Наживить гайку на резьбу штока	1/25745/11, 1шт				0,3

Продолжение таблицы 3.2

ТГУ	Технологическая карта сборки				Группа: АТ-1201		
	Наименование изделия		Задняя подвеска автомобиля Лада Гранта			Студент: Савельев	
Институт	Автомеханический		Сборочная единица	Задняя подвеска автомобиля Лада Гранта			Лист 2
Номер операции	Номер перехода	Содержание переходов	Номера деталей и их количество, поступающих на сборку	Оборудование, технологическая оснастка	Инструмент		Норма времени
					рабочий	контрольн	
005	12	Взять пневмогайковерт и затянуть гайку крепления амортизатора		Гайковерт, специальное приспособление для сборки и установки амортизатора			0,2
	13	Освободить амортизатор из приспособления, привести приспособление в начальную позицию.					0,3
Суммарно: 3,2 мин.							
010	1	Взять кронштейн крепления задней подвески и выполнить его осмотр	17.ДП.01.017-2914047/46, 1шт	Гайковерт			0,3
	2	Взять три шайбы и три гайки крепления кронштейна задней подвески	1/05168/70, 3шт 1/21647/11, 3шт				0,3
	3	Установить кронштейн крепления задней подвески на кузове. Наживить шайбы и гайки на болты крепления кронштейна, исключая падение кронштейна.					0,7
	4	Взять пневмогайковерт и затянуть гайки крепления кронштейна задней подвески					0,3
Суммарно: 1,6 мин.							
015	1	Выполнить осмотр рычагов задней подвески с тормозами в сборе на наличие дефектов.	17.ДП.01.017-2914002, 1шт	Специальное приспособление для установки рычагов задней подвески			0,5
	2	Установить рычаги задней подвески в специальное приспособление.					0,6
	3	Совместить отверстия шарниров рычагов и кронштейнов на кузове. С помощью приспособления обеспечить положение рычагов задней подвески					0,4

Продолжение таблицы 3.2

ТГУ	Технологическая карта сборки				Группа: АТ-1201			
	Наименование изделия	Задняя подвеска автомобиля Лада Гранта		Студент: Савельев				
Институт	Автомеханический		Сборочная единица	Задняя подвеска автомоибля Лада Гранта			Лист 3	
Номер операции	Номер перехода	Содержание переходов	Номера деталей и их количество, поступающих на	Оборудование, технологическая оснастка	Инструмент		Норма времени	
					рабочий	контрольн		
015	4	Взять болт, шайбу и гайку. Установить болт, пропустив его через отверстия кронштейна и шарнира рычагов. Наживить шайбу и гайку на болт.	1/05170/70, 1шт 1/61015/11, 1шт; 17.ДП.01.017-2914040, 1шт	Гайковерт, специальное приспособление для установки рычагов задней подвески.			0,5	
	5	Взять болт и гайку крепления амортизатора. Установить болт, пропустив его через отверстия шарнира амортизатора и кронштейна на рычагах задней подвески. Наживить гайку на болт.	1/61429/21, 1шт 1/61050/11, 1шт				0,4	
	6	Гайковертом затянуть гайку крепления рычагов задней подвески к кузову и гайку крепления амортизатора к рычагам.					0,3	
	7	Освободить рычаги задней подвески из приспособления и вернуть приспособление в первоначальное рабочее положение.					0,5	
Суммарно 3,2 мин.								
Итого затраченное время на сборку подвески: 8 мин.								

3.6 Выбор организационной формы производства

Организационные формы сборки выбирают с учетом масса габаритных параметров продукции, программы выпуска, трудоемкости и др.

Сборка может быть стационарный или поточной.

Для стационарной формы характерно выполнение нескольких операций на одном рабочем месте. В данном случае рабочие должны обладать высокой квалификацией. Такая форма подходит в основном для штучного, а иногда также и для мелкосерийного производства.

Для изделий масса и габариты которых достаточно велики применяют в основном поточную форму сборки. Высококвалифицированного труда в этом случае не требуется. Это форма значительно увеличивает производительность труда и снижает конечную стоимость изделия. Поточная форма характерна для крупносерийного и массового производства.

Учитывая вышеизложенное для сборки задней подвески в качестве организационной формы выбираем поточную.

Для максимизации производительности труда, а также снижения времени простоев, время выполнения операций следует подбирать так чтобы оно было кратным такту выпуска.

Основной особенностью установки подвески на автомобиль является необходимость изменение высоты положения кузова. Изменение высоты положения кузова во время процесса сборки обеспечиваются геометрии конвейерной линии.

Рассчитаем такт выпуска:

$$T = \frac{\Phi_0 \cdot 60}{N_r}, \text{ мин.} \quad (3.3)$$

где N_r - годовой объем выпуска.

Для данной работы принимаем $N_r = 150000 \text{ шт}$

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

$$\Phi = D_p \cdot c \cdot T_{CM} \cdot \eta_p \quad (3.4)$$

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

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

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

$\eta_p = 0.96$ – коэффициент потерь времени на ремонт оборудования.

Определим годовой фонд рабочего времени:

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

Определим такт выпуска задней подвески:

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

На основании полученных значений можно сделать вывод о том, что условия необходимое для поточной формы сборки выполняется, а именно значение такта выпуска и длительности операций кратны.

4. Безопасность и экологичность проекта

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

4.1.1 Анализ конструктивных изменений подвески в части устойчивости, управляемости и плавности хода транспортного средства

Управляемостью автомобиля называют его способность изменять направление движения в зависимости от поворота рулевого колеса и удерживать данное направление. Устойчивостью называют свойства автомобиля сохранять заданное направление движения путем противодействия силам вызывающим занос и опрокидывание. Управляемость и устойчивость в совокупности с тормозной динамичностью определяют уровень активной безопасности движения автомобиля.

Под плавностью хода понимают способность автомобиля поглощать удары и вибрации вызванные неровностями дороги. Плавность хода оказывает существенное влияние на самочувствие водителей и пассажиров во время движения, сохранность груза, а также долговечность кузова и других систем автомобиля.

В рамках модернизации предлагаемой в данной работе предполагается улучшение показателей управляемости и устойчивости автомобиля. Предлагаемые улучшения достигаются за счёт увеличения жесткостных характеристик упругого элемента подвески, а также модернизации демпфирующего элемента.

4.1.2 Управляемость и устойчивость транспортного средства

Помимо подвески на управляемость и устойчивость серьёзное влияние оказывают характеристики шин и настройка рулевого управления. При разработке нового или модернизации уже существующего автомобиля производитель определяет параметры управляемости и устойчивости таким образом, чтобы они соответствовали или даже превосходили текущее состояние в отрасли. Помимо этого уровень затрат для достижения данных

характеристик должен быть приемлемым и требования законодательства должны выполняться. Законодательные требования к управляемости и устойчивости автомобиля указаны в ГОСТ Р 52302 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний». Согласно данному ГОСТ к автомобилю предъявляются следующие требования:

1) Усилие на рулевом колесе не должно превосходить 60 Ньютонов во время стоянки и не более 150 Н при движении. При движении с неисправным усилителем рулевого управления усилие не должно превышать 300 Н;

2) Угол поворота руля не достигшего нейтрального положения в течение 6 секунд после его освобождения не должен превышать 30% от величины угла поворота руля при движении автомобиля по окружности радиусом 50 м. Допускается также один переход руля через нейтральное положение;

3) Изменение угловой скорости не должна превышать 30% при установившемся боковом ускорение 2 м/с^2 ;

4) Автомобиль должен обеспечивать прохождение испытаний «поворот» и «переставка» при скорости 72 км/ч и 83 км/ч соответственно.

Технические решения предлагаемые в данной работе призваны улучшить управляемость и устойчивость серийного сертифицированного автомобиля, поэтому очевидно, что транспортное средство с модернизированной подвеской будет соответствовать требованиям указанного выше ГОСТ.

4.1.3 Шум внутренний

Под шумом в целом понимают звуки различной периодичности интенсивности и частоты. Для автомобиля актуально рассматривать звуки вызванные работой двигателя, трансмиссии, подвески, климатических систем и других систем. Нормативные значения уровня шума указаны в ГОСТ Р 51616 «Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний». Согласно государственному

стандарту величина уровня шума в транспортном средстве не должна превышать 78 дБА. В качестве критических режимов для оценки шумов выбирают следующие три случая:

- 1) Разгон автомобиля;
- 2) Движение автомобиля с постоянной скоростью;
- 3) Работа вентиляционных и климатических систем автомобиля.

Модернизация подвески не скажется на уровне шума работающих климатических систем. Также предлагаемые технические решения не окажут серьезного влияния на уровень шума при разгоне и движении автомобиля с постоянной скоростью. Поэтому имеются все основания утверждать, что автомобиль будет соответствовать всем требованиям вышеуказанного государственного стандарта.

4.1.4 Плавность хода

Плавностью хода называют эксплуатационное свойство транспортного средства, определяющее утомляемость пассажиров и водителя, а также целостность груза. Этот параметр оказывает серьезное влияние на скорость движения по неровным дорогам.

Плавность хода один из наиболее заметных параметров автомобиля для пассажиров. Сложность доводки подвески автомобиля заключается в том, что высокие показатели плавности хода обеспечивающие высокий уровень комфорта пассажиров отрицательно влияет на устойчивость и управляемость автомобиля, и наоборот высокие показатели устойчивости и управляемости заметно снижают плавность хода. В этом случае подбор характеристик подвески по сути является поиском компромисса.

Однако, как и в случае с управляемостью и устойчивостью для плавности хода существуют стандарты описывающие требования к этому параметру. Такими документами являются ОСТ 37.001.275 «Автотранспортные средства. Методы испытаний на плавность хода» и ОСТ

37.001.291 «Автотранспортные средства. Технические нормы плавности хода».

Предлагаемая модернизация подвески улучшает показатели управляемости и устойчивости автомобиля, а значит теоретически может оказать отрицательное влияние на плавность хода. Учитывая, что принятое в конструкторской части увеличение жесткости упругого элемента составило 5%, а также принимая во внимание то, что в указанных ОСТ значение плавности хода имеет достаточно широкий диапазон, можно прийти к выводу, что существенного снижения плавности хода не произойдет, а величина ее будет соответствовать текущему уровню в отрасли.

4.1.5 Технологический паспорт задней подвески

Заполним технологический паспорт задней подвески согласно технологическому процессу, описанному в третьем разделе дипломной работы.

Таблица 4.1 – Технологический паспорт задней подвески

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5	6
1	Установка задней подвески	Установка амортизатора задней подвески	Слесарь механо-сборочных работ, 1 человек	Приспособление для установки амортизатора СПУ-1,	Амортизатор задней подвески, крепежные

				пневмогайков ерт JTC-1703	е элементы
2	Установка задней подвески	Установка кронштейна крепления задней подвески	Слесарь механо- сборочных работ, 1 человек	Пневмогайко верт JTC- 1703	Кронштей н крепления рычагов задней подвески, крепежны е элементы
3	Установка задней подвески	Установка рычагов задней подвески	Слесарь механо- сборочных работ, 2 человека	Пневмогайко верт JTC- 1703	Рычаги задней подвески, крепежны е элементы

4.2 Идентификация профессиональных рисков

4.2.1 Описание рабочего места и оборудования

Установка подвески происходит на специальном участке - части автосборочного конвейера. Труд рабочих на данном участке механизирован. Согласно ГОСТ 12.3.020 «Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности», максимальная масса перемещаемого груза (не более 2-х раз в час) составляет 15 и 10 кг для мужчин и женщин соответственно. Ввиду того, что узлы шасси предварительно подсобраны и имеют большую массу, монтаж их производится с помощью специальных приспособлений. Для затяжки резьбовых соединений используются пневмогайковерты, также возможно использование электрогайковерт с целью контроля параметров особой важности. Моменты затяжки резьбовых

соединений находятся в диапазоне от 15 до 55 Н*м. Для снижения влияния вибраций вызванных движением конвейерной линии рабочие используют виброперчатки. На протяжении участка высота конвейерной линии изменяется так, чтобы обеспечить максимальное удобство сборки для рабочих. После установки подвески на автомобиль он продолжает свое движение далее по конвейерной линии.

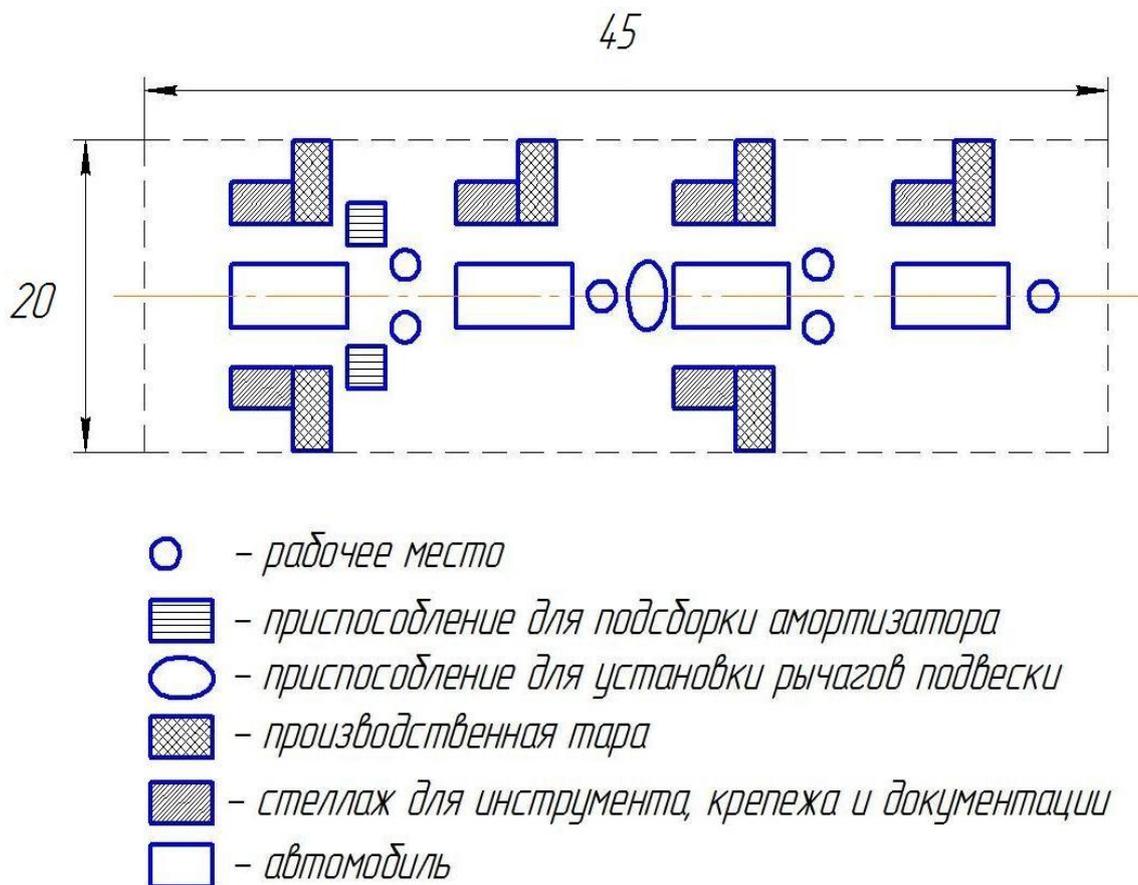


Рисунок 6 – Схема участка сборки узлов задней подвески

4.2.2 Идентификация профессиональных рисков на сборочном участке

В процессе трудовой деятельности на работника могут воздействовать опасные и вредные производственные факторы. Опасные факторы могут привести к травмированию работника, а вредные к развитию у него заболеваний. Заболевание в таком случае называют профессиональным.

Классификация опасных и вредных производственных факторов приведена в ГОСТ 12.0.003 «Опасные и вредные производственные факторы».

Классификация». По природе действия факторы классифицируются на следующие группы:

- 1) «физические;»[18]
- 2) «химические;»[18]
- 3) «биологические;»[18]
- 4) «психофизиологические.»[18]

К опасным физическим производственным факторам относят различные движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования, разрушающиеся конструкции, обращающиеся горные породы и т.д. К вредным физическим факторам относят запыленность и загазованность воздуха, неоптимальный температурный режим, повышенный уровень шума и вибраций, отсутствие или недостаток естественного света и т.д.

Химическими факторами являются воздействия на организм человека химических веществ.

Биологическими опасными и вредными производственными факторами являются воздействия на организм человека микроорганизмов или растений и животных, вызывающие травмы или заболевания.

К психофизиологическим факторам относят физические, а также нервно-психические перегрузки, а именно умственное перенапряжение, перенапряжение органов слуха и зрения и др.

Среди опасных и вредных производственных факторов участка установки подвески можно выделить физические (подвижные части специальных приспособлений и движущиеся транспорт, перепады температуры окружающей среды и шум конвейерной ленты). Также возможно физические и нервно-психические переутомления работников.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков участка установки задней подвески

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Установка задней подвески	Возможность получения травм	Движущийся транспорт, подвижные части конвейерной линии и специальных приспособлений
2	Установка задней подвески	Превышение допустимого уровня шума	Гайковерт, подвижные части конвейерная линия
3	Установка задней подвески	Превышение допустимого уровня температуры воздуха	Система вентиляции и кондиционирования (ее возможные неисправности)

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Учитывая приведённые выше опасные и вредные производственные факторы участка установки подвески, с целью снижения вероятности травмирования работников необходимо провести следующие мероприятия:

- 1) Рационально организовать маршруты движения погрузчиков и передвижение пешеходов по участку;

- 2) Ввести специальные отбойники, ограничивающие движение транспорта, а также обозначить пешеходные дорожки специальной краской;
- 3) Доступ к подвижным частям приспособлений ограничить с помощью специальных кожухов.

Источниками шума на участке установки подвески являются погрузчики, конвейерная лента, гайковерты. Постоянное воздействие этих шумов может вызвать у работника профессиональную тугоухость, помимо этого воздействие шума может увеличить утомляемость, что также способно привести к возникновению травмоопасных ситуаций.

Эффективным средством в борьбе с шумами воздействующими на работника являются средства индивидуальной защиты такие как беруши или специальные наушники. Следует отметить, что средства индивидуальной защиты не являются единственным способом снижения влияния шума на работников. Количество шума от оборудования можно снизить, если должным образом его спроектировать. Например, подбирать более тихий кинематические пары или применять специальные глушители. При проектировании помещения следует использовать звукопоглощающие материалы, что также положительно скажется на уровне шума.

Занесем указанные выше мероприятия в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Организационно-технические методы и технические средства устранения и снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного	Средства индивидуальной защиты работника
-------	---	--	--

		производственного фактора	
1	2	3	4
1	Возможность получения травм	Нанесение дорожной разметки, применение специальных ограждений и защитных кожухов	-
2	Превышение допустимого уровня шума	Применение звукоизоляционного покрытия оборудования и акустических барьеров	Специальные наушники, беруши
3	Превышение допустимого уровня температуры воздуха	Поддержание система вентиляции в надлежащем состоянии	-

4.4 Обеспечение пожарной безопасности участка сборки

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожаром называют неконтролируемое горение различных веществ причиняющее материальный ущерб, а также вред жизни и здоровью людей.

По виду горючего материала пожары классифицируются на следующие категории:

А – «пожары, которые связаны с горением твердых веществ, а также конструкционных материалов;» [17]

В – «пожары, которые связаны с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся веществ;» [17]

С – «пожары, которые связаны с воспламенением и горением газов;» [17]

D – «пожары, которые связаны с воспламенением и горением металлов;» [17]

E – «пожары, которые связаны с воспламенением и горением веществ и частей энергоустановок, которые находятся под электрическим напряжением;» [17]

F – «пожары, которые связаны с реакцией радиоактивных веществ или радиоактивных отходов.» [17]

Опасные факторы пожара имеют следующую классификацию:

- искры и открытое пламя;
- экстремальные значения теплового потока;
- экстремальные значения температуры окружающей среды;
- превышение допустимой концентрации токсичных продуктов горения и теплового разложения;
- недостаточная концентрация кислорода;
- уменьшение видимости вызванное задымлением.

Сопутствующие проявления опасных факторов пожара классифицируются следующим образом:

- обрушение задний и инженерных сооружений, выход из строя производственного оборудования;
- возникновение радиоактивных и токсичных веществ;
- замыкания электропроводки и электрооборудования;
- отрицательное воздействие средств пожаротушения на работников и имущество работодателя.

Опасные факторы пожара, а также сопутствующие проявления опасных факторов пожара для участка установки задней подвески занесем в таблицу.

Таблица 4.4 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара» [17]

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующее проявления
-------	------------------------	--------------	--------------	------------------------	--------------------------

					факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок установки задней подвески	Компрессор гайковерта JTC-13	Е	Открытое пламя и искры, экстремальн ые значения теплового потока, экстремальн ые значения температуры окружающей среды, уменьшение видимости вызванное задымлением , недостаточна я концентрация кислорода.	Замыкание электропрово дки и электрообору дования, выход из строения производстве нного оборудования

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Огнетушитель – основное средство тушения пожаров. Огнетушителем называют переносное или мобильное устройство для тушения огня при помощи выпуска специального вещества. В качестве специального вещества

может быть использована пена или вода, порошкообразное химическое соединение, а также диоксид углерода или некоторые другие инертные газы. Огнетушители в производстве должны находиться в специальных местах. Также согласно правилам дорожного движения каждый автомобиль должен быть укомплектован огнетушителем.

Существуют также специальные противопожарные технические средства, которые подключаются к водопроводной сети. Обычно эти системы автоматизированы и имеют в своем составе датчик улавливания дыма.

Различают также организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в производстве. В состав этих мероприятий входят своевременное обучение по охране труда работников и рационально разработанный план эвакуации. Исключение пересечения людских потоков при эвакуации способствует снижению количества жертв и дает возможность пожарной охране скорее приступить к устранению пожара.

Таблица 4.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушитель порошковый ОП-7	Пожарные автомобили	Стационарная система тушения пожаров	Датчики улавливания дыма	Пожарный гидрант	Респиратор р-40	Комплект пожарного инструмента:	Автоматическая система пожарной

		ССТП-3	ИП212 -131			топор, багор, лом.	сигнализа ции АСПС- 1987
--	--	--------	---------------	--	--	--------------------------	-----------------------------------

Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на производственном участке занесем в таблицу 4.6.

Таблица 4.6 – Организационные мероприятия на производственном участке по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов, реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Установка задней подвески	Обучение работников по охране труда	ГОСТ 12.1.004 Межгосударственный стандарт. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
Установка задней подвески	Разработка плана эвакуации персонала	ГОСТ 12.1.004 Межгосударственный стандарт. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования

4.5 Обеспечение экологическая безопасности участка установки задней подвески

«Экологией называют науку о взаимодействиях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой.» [21]

На производственном участке происходит установка задней подвески автомобиля, вредные с точки зрения экологии работы, такие как механическая обработка с применением СОЖ, изготовление резины и т.д., отсутствуют. Так как участок находится в закрытом помещении используются только электропогрузчики модели CPQD25. Однако, существует вероятность негативного влияния на экологическую обстановку ввиду того что в подвеске используются различные смазывающие вещества, а амортизатор имеет газовый подпор. Занесем эти факторы в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация негативных экологических факторов задней подвески

Наименование технического объекта	Структурные элементы	Негативное экологическое воздействие на атмосферу	Негативное экологическое воздействие на гидросферу	Негативное экологическое воздействие на литосферу
Задняя подвеска	Рычаги подвески, пружины, амортизаторы	Разгерметизация амортизатора и вытекание азота	Подтеки смазывающих веществ	

Для снижения влияния вышеуказанных факторов предлагается выполнить мероприятия указанные в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Мероприятия по обеспечению экологической безопасности участка

Наименование технического объекта	Задняя подвеска
Мероприятия по уменьшению негативного воздействия на атмосферу	Для обеспечения экологической

<p>Мероприятия по уменьшению негативного воздействия на гидросферу</p>	<p>безопасности участка в модернизированной задней подвески следует использовать более современные и надежные</p>
<p>Мероприятия по уменьшению негативного воздействия на литосферу</p>	<p>сальниковые уплотнения, исключая утечки азота и протечки масла.</p>

4.6 Заключение

В рамках данного раздела работы была дана характеристика производственно-технологического процесса установки задней подвески легкового автомобиля 2ого класса, приведен перечень технологических операций, а также количество работников и наименование их должностей, необходимых для выполнения работ. Подтверждено соответствие конструкции модернизированной задней подвески законодательным требованиям Российской Федерации. Приведена классификация возможных на данном производственном участке профессиональных рисков. Опасными и вредными производственно-технологическими факторами участка сборки являются возможность получения травм работниками, превышение допустимого уровня шума и превышения допустимых значений температуры воздуха. Дано описание организационно-технических мероприятий, целью которых является снижение профессиональные риски в процессе трудовой деятельности. Среди них применение различных заграждений и кожухов, нанесение дорожной разметки, использование работниками СИЗ. Разработаны организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности сборочного участка установки подвески, приведена классификация классов и опасных факторов пожаров, в таблице 4.5 представлен перечень технических решений и организационных мер по обеспечению пожарной безопасности, а таблице 4.6 - организационных.

Полностью подтверждено соответствие производственного участка экологическим требованиям.

5 Технико-экономическая оценка модернизируемой подвески

Целью модернизации задней подвески представленной в данной дипломной работе является улучшение показателей управляемости и курсовой устойчивости легкового переднеприводного автомобиля 2ого класса Lada Granta. Для решение этой задачи предполагается увеличение жесткости упругого элемента подвески и оптимизация характеристик демпфера. Данные мероприятия повлекут за собой увеличение себестоимости подвески и, как следствие, всего автомобиля. Однако, стоит отметить общественную эффективность проекта вследствие увеличения срок службы демпфера. Поэтому необходимо дать оценку коммерческой эффективности данной модернизации с учетом улучшения потребительских качеств. Для этого в данной части дипломной работы будут определены затраты на производство модернизированной задней подвески, точка безубыточности, индекс доходности и срок окупаемости проекта.

5.1 Определение себестоимости проектируемой задней подвески

Себестоимость называют стоимостную оценку используемых в процессе производства продукции (работ, услуг) природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов и других затрат на её производство и реализацию.

Исходные данные полученные в ПАО «АВТОВАЗ» в ходе преддипломной практики, от консультанта а также от руководителя дипломного проекта занесены в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Расчёт себестоимости проектируемого узла

№ п/п	Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Источник
А	1	2	3	4

1	Годовая программа выпуска изделия	V _{Год.} 150000	шт.	Руководит ель проекта
2	Коэффициент отчислений в страховые взносы.	Ес.в. 30		Консульта нт каф. «ЭО и УП»
3	Коэффициент общезаводских расходов.	Еобзав. 125		ПЭО цеха
4	Коэффициент коммерческих (внепроизводственных) расходов.	Еком. 5		ПЭО цеха
5	«Коэффициент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.»[15]	Еобор. 165		ПЭО цеха
6	Коэффициенты транспортно – заготовительных расходов.	Ктзр. 3		ПЭО цеха
7	Коэффициент цеховых расходов.	Ецех 175		ПЭО цеха
8	Коэффициент расходов на инструмент и оснастку	Еинс. 3		ПЭО цеха
9	«Коэффициент рентабельности и плановых накоплений.»[16]	Крент. 20		Консульта нт каф. «ЭоиУП»
10	Коэффициент доплат или выплат не связанных с работой на производстве.	Квып. 20		ПЭО цеха
11	Коэффициент премий и доплат за работу на производстве	Кпрем. 25		ПЭО цеха
12	Оптовая цена покупных изделий и полуфабрикатов	Ц _i	руб	ПЭО цеха
13	Количество покупных изделий и полуфабрикатов	n _i	шт	ПЭО цеха

14	Часовая тарифная ставка i-го разряда	Ср _i	руб	Конс.каф. «ЭоиУП»
15	Трудоемкость выполнения i-ой операции	T _i	час	ПЭО цеха
16	«Коэффициент капиталообразующих инвестиций» [14]	Кинв.		Конс.каф. «ЭоиУП»

Определяем затраты на покупные изделия по следующей формуле:

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

где C_i – оптовая цена покупных комплектующих изделий i-го вида, руб.

n_i – количество покупных изделий i-го вида, шт.

K_{tz} – коэффициент транспортно-заготовительных расходов.

Расчет затрат на покупные изделия представлен в таблице 5.2:

Таблица 5.2 – Расчет затрат на покупные изделия (проект)

№ п/п	Наименование полуфабрикатов	Количество	Средняя цена за 1 шт, руб.	Сумма, руб.
1	Амортизатор	2	800	1600
2	Прокладка пружины	2	20	40
3	Подушка амортизатора	4	10	40
4	Буфер сжатия	2	70	140
5	Крепеж	24	1,6	38,4
	ИТОГО:			1858,4
	«Транспортно- заготовительные расходы» [13]		3%	55,75
	Всего:			1914,15

Для расчета основной заработной платы производственных рабочих воспользуемся следующей формулой:

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

где Z_m – тарифная заработная плата в рублях.

$$Z_m = C_{p_i} \cdot T_i \quad (5.3)$$

где C_{p_i} – часовая тарифная ставка, руб.

T_i – трудоемкость выполнения операции, час

$K_{ПРЕМ}$ – коэффициент премий и доплат, связанных с работой на производстве, %

Таблица 5.3 – Основная заработная плата производственных рабочих

№ п/п	Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
1	Сборочные	4	0.23	80	18.4
2	Контрольные	5	0.03	90	2.7
	ИТОГО:				21.1
	Премияльные доплаты	25%			5.28
	Основная з/п				26.38

Чтобы определить дополнительную заработную плату персонала применим следующее выражение:

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

где $K_{вып.}$ – коэффициент доплат и выплат не связанных с работой на производстве, %

Для данной работы принимаем $K_{вып.} = 20\%$

$$Z_{доп.} = 26.38 \cdot 0.2 = 5.28$$

Для определения величины отчислений в страховые взносы применим следующее выражение:

$$C_{C.B} = \text{З}_o + \text{З}_{\text{доп.}} \cdot E_{C.B} \quad (5.5)$$

где $E_{C.B}$ – коэффициент отчислений в страховые взносы, %

Для данного расчета примем $E_{C.B} = 30\%$

$$C_{C.B} = (6.38 + 5.28) \cdot 0.3 = 9.49 \text{ руб}$$

Для определения величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования следует применить формулу:

$$C_{\text{СОД.ОБОР}} = \text{З}_o \cdot E_{\text{ОБОР}} \quad (5.6)$$

где $E_{\text{ОБОР}}$ – коэффициент отчислений в единый социальный фонд, %

Для данной работы $E_{\text{ОБОР}} = 165\%$

$$C_{\text{СОД.ОБОР}} = 26.38 \cdot 1.65 = 43.52 \text{ руб}$$

Для определения величины цеховых расходов применим выражение:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = \text{З}_o \cdot E_{\text{ЦЕХ}}, \quad (5.7)$$

где $E_{\text{ЦЕХ}}$ – коэффициент цеховых расходов, %

Для данного расчета примем $E_{\text{ЦЕХ}} = 175\%$

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 26.38 \cdot 1.75 = 46.16 \text{ руб}$$

Чтобы определить расходы на инструмент и оснастку воспользуемся следующим выражением:

$$C_{\text{ИНСТР}} = \text{З}_o \cdot E_{\text{ИНСТР}}, \quad (5.8)$$

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

В данной работе примем $E_{\text{ИНСТР}} = 3\%$

$$C_{\text{ИНСТР}} = 26.38 \cdot 0.03 = 0.79 \text{ руб}$$

Для определения величины цеховой себестоимости модернизированной подвески воспользуемся следующим выражением:

$$C_{\text{ЦЕХ.С/С}} = \text{П}_и + \text{З}_o + \text{З}_{\text{доп.}} + C_{\text{СОЦ.Н}} + C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ИНСТР}} \quad (5.9)$$

$$C_{\text{ЦЕХ.С/С}} = 1914.15 + 26.38 + 5.28 + 9.49 + 43.52 + 46.16 + 0.79 = 2045.76 \text{ руб}$$

Для определения величины общезаводских расходов воспользуемся следующим выражением:

$$C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} = 30 \cdot E_{\text{ОБ.ЗАВОД}}; \quad (5.10)$$

где $E_{\text{ОБ.ЗАВОД}}$ – коэффициент общезаводских расходов, %

Для данного расчета примем $E_{\text{ОБ.ЗАВОД}} = 125\%$

$$C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} = 26.38 \cdot 1.25 = 32.97 \text{ руб}$$

Выполним расчет общезаводской себестоимости по формуле:

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

$$C_{\text{ОБ.ЗАВОД.СС}} = 32.97 + 2045.76 = 2078.73 \text{ руб}$$

Для расчета статьи «Коммерческие расходы» будем использовать следующую формулу:

$$C_{\text{КОМ}} = C_{\text{ОБ.ЗАВОД.СС}} \cdot E_{\text{КОМ}}; \quad (5.12)$$

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

В данной работе примем $E_{\text{КОМ}} = 5\%$

$$C_{\text{КОМ}} = 2078.73 \cdot 0.05 = 103.94 \text{ руб}$$

Для расчета полной себестоимости модернизируемой подвески воспользуемся формулой:

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

$$C_{\text{ПОЛ}} = 2078.73 + 103.94 = 2182.67 \text{ руб}$$

Отпускные цены для базового и проектируемой конструкции подвески определим по формуле:

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

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

В данном расчете $K_{\text{РЕНТ}} = 20\%$

$$\Pi_{\text{отп.б}} = 2182.67 \cdot (+0.2) = 2475.37 \text{ руб}$$

$$\Pi_{\text{отп.п}} = \Pi_{\text{отп.б}}$$

Затраты на производство модернизированной задней подвески занесем в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Сравнительная калькуляция

№ п/п	Наименование	Обозначение	Затраты на единицу изделия (база)	Затраты на единицу изделия (проект)
1	2	3	4	5
1	Стоимость комплектующих изделий	Π_u	1800	1914.15
2	Основная заработная плата производственных рабочих	$Z_o.$	26.38	26.38
3	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	$Z_{доп.}$	5.28	5.28
4	Отчисления в страховые взносы	$C_{с.в.}$	9.49	9.49
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	$C_{сод.обор}$	43.52	43.52
6	Цеховые расходы	$C_{цех}$	46.16	46.16
7	Расходы на инструмент и оснастку	$C_{инстр}$	0.79	0.79
8	Цеховая себестоимость	$C_{цех}$ с/с	1931.61	2045.76
9	Общезаводские расходы	$C_{об.зав}$	32.97	32.97
10	Общезаводская себестоимость	$C_{обз.}$ с/с	1964.58	2078.73

11	Коммерческие расходы	Ском	98.23	103.94
12	Полная себестоимость	Спол	2062.81	2182.67
13	Отпускная цена	Цотп	2475.37	2475.37

5.2 Определение точки безубыточности проекта модернизации подвески

Под точкой безубыточности понимают объём производства и реализации продукции, при котором расходы будут покрываться доходами, а производство и реализация каждой следующей единицы продукции изготовитель будет получать прибыль.

Величина продаж обеспечивающая безубыточность производства модернизированной конструкции подвески определяется при помощи следующего выражения:

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

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

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

$Z_{\text{ПЕР.УД}}$ – удельные постоянные издержки на производство, руб

$Z_{\text{ПЕР.УД}}$ – удельные переменные издержки на производство, руб

Рассчитаем переменные затраты на производство единицы модернизированного изделия используя следующую формулу:

Базовая конструкция подвески

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД.б.}} = \Pi u + Z_o + Z_{\text{ДОП.}} + C_{\text{С.В}} = 1800 + 26.38 + 5.28 + 9.49 = 1841.14 \text{руб}$$

Проектная конструкция подвески

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД.п.}} = \Pi u + Z_o + Z_{\text{ДОП.}} + C_{\text{С.В}} = 1914.15 + 26.38 + 5.28 + 9.49 = 1955.3 \text{руб}$$

Для нахождения величины переменных издержек применим следующую формулу:

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

Базовая конструкция подвески

$$З_{ПЕРЕМ.н.б} = 1841.14 \cdot 150000 = 276171750 \text{руб}$$

Проектная конструкция подвески

$$З_{ПЕРЕМ.н.п} = 1955.3 \cdot 150000 = 293294550 \text{руб}$$

Находим величину амортизационных отчислений по формуле:

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

где H_A - доля амортизационных отчислений, 15%

$$A_{М.УД} = (43.52 + 0.79) \cdot 15 / 100 = 6.65 \text{руб}$$

Для нахождения величины постоянных издержек на производство используем выражение:

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

Базовая конструкция подвески

$$З_{ПОСТ.УД.б.} = (43.52 + 0.79) \cdot (100 - 15) / 100 + 1931.61 + 43.52 + 98.23 + 6.65 = 221.66 \text{руб}$$

Проектная конструкция подвески

$$З_{ПОСТ.УД.п.} = (43.52 + 0.79) \cdot (100 - 15) / 100 + 2045.76 + 43.52 + 103.94 + 6.65 = 227.37 \text{руб}$$

Чтобы рассчитать постоянные издержки на годовую программу производства применим следующую формулу:

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

Базовая конструкция подвески

$$З_{ПОСТ.б.} = 221.66 \cdot 150000 = 33249600 \text{руб}$$

Проектная конструкция подвески

$$З_{ПОСТ.п.} = 227.37 \cdot 150000 = 34105740 \text{руб}$$

Калькуляция полной себестоимости годового объема выпуска модернизированного изделия будет производиться по формуле:

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

Базовая конструкция подвески

$$C_{ПОЛ.Г.} = 2062.81 \cdot 150000 = 309421350 \text{руб}$$

Проектная конструкция подвески

$$C_{ПОЛ.Г.} = 2182.67 \cdot 150000 = 327400290 \text{руб}$$

Выручку от реализации изделия рассчитываем по формуле:

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

$$Выручка_{н.} = 2475.37 \cdot 150000 = 371305620 \text{руб}$$

Рассчитаем маржинальный доход:

$$D_{МАРЖ} = Выручка - Z_{ПЕРЕМ.н} \quad (5.22)$$

Базовая конструкция подвески

$$D_{МАРЖ} = 371305620 - 276171750 = 95133870 \text{руб}$$

Проектная конструкция подвески

$$D_{МАРЖ} = 371305620 - 293294550 = 78011070 \text{руб}$$

Определение критического объема продаж для проектируемой задней подвески:

$$A_{КРИТ} = \frac{Z_{ПОСТ.н.}}{Ц_{ОТП} - Z_{ПЕРЕМ.н}} = \frac{34105740}{2475.37 - 1955.3} = 65578.65 \approx 65580 \text{шт}$$

Также величину критического объема продаж можно определить графически.

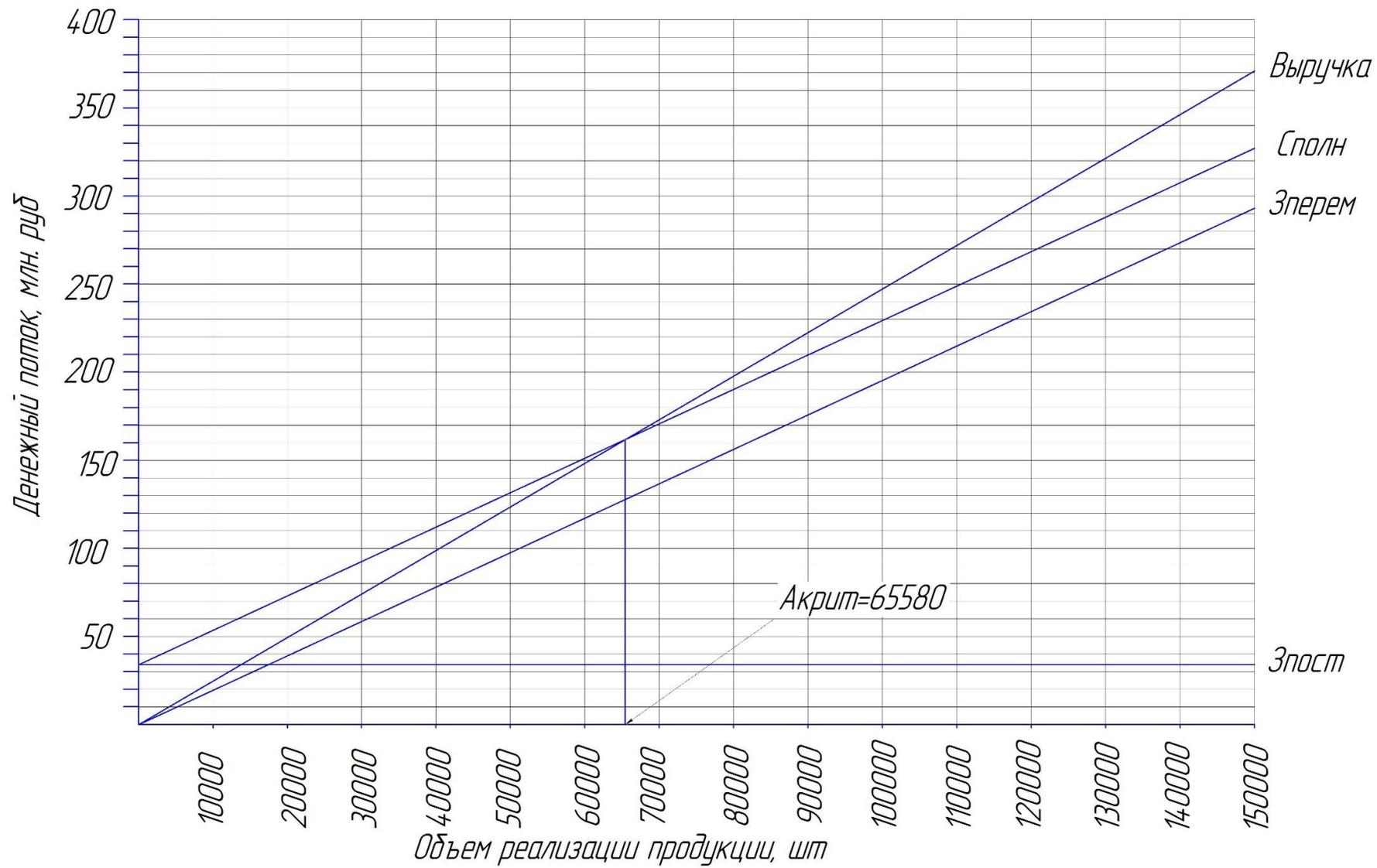


Рисунок 6 – Графический метод нахождения точки безубыточности

5.3 Обоснование коммерческой эффективности проекта модернизации подвески

«Коммерческой эффективностью проекта называют экономический результат реализации инвестиционного проекта для инвесторов, определяемый как разность между притоком и оттоком денежных средств от инвестиционных вложений и от производства и реализации производимых товаров, продукции и услуг с учетом уплаты различных платежей и налогов, в том числе страховых, согласно налоговому и другому законодательству страны.» [12]

Увеличение производственных мощностей происходит поэтапно. Для данной работы увеличение объема производства будем считать равномерным, т.е. с постоянным шагом. Чтобы рассчитать величину этого шага воспользуемся следующей формулой:

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

где V_{MAX} - максимальный объем выпускаемой продукции, шт

$A_{КРИТ}$ - критический объем продаж проектируемой подвески, шт

n - количество лет производства, с учетом подготовки

$$\Delta = \frac{150000 - 65580}{6 - 1} = 16884шт$$

Для расчета выручки от продаж в каждом году используем формулу:

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

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

В первый года производства объем продукции будет рассчитываться следующим образом:

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

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

$$V_{\text{ПРОД1}} = 65580 + 16884 = 82464 \text{шт.}$$

$$V_{\text{ПРОД2}} = 82464 + 16884 = 99348 \text{шт.}$$

$$V_{\text{ПРОД3}} = 99348 + 16884 = 116232 \text{шт.}$$

$$V_{\text{ПРОД4}} = 116232 + 16884 = 133116 \text{шт.}$$

$$V_{\text{ПРОД5}} = 133116 + 16884 = 150000 \text{шт.}$$

Зная объем производства проектируемого изделия, рассчитываем выручку:

$$B_1 = 2475.37 \cdot 82464 = 204126977.65 \text{руб}$$

$$B_2 = 2475.37 \cdot 99348 = 24592313824 \text{руб}$$

$$B_3 = 2475.37 \cdot 116232 = 28771729883 \text{руб}$$

$$B_4 = 2475.37 \cdot 133116 = 32951145941 \text{руб}$$

$$B_5 = 2475.37 \cdot 150000 = 371305620 \text{руб}$$

Для нахождения величины переменных затрат по годам будем использовать следующее выражение:

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

Базовая конструкция подвески

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б1}} = 1841.14 \cdot 82464 = 15182818128 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б2}} = 1841.14 \cdot 99348 = 18291407346 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б3}} = 1841.14 \cdot 116232 = 21399996564 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б4}} = 1841.14 \cdot 133116 = 24508585782 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.Б5}} = 1841.14 \cdot 150000 = 276171750 \text{руб}$$

Проектная конструкция подвески

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П1}} = 1955.3 \cdot 82464 = 16124161181 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П2}} = 1955.3 \cdot 99348 = 19425484636 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П3}} = 1955.3 \cdot 116232 = 2272680809 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П4}} = 1955.3 \cdot 133116 = 26028131545 \text{руб}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.П5}} = 1955.3 \cdot 150000 = 293294550 \text{руб}$$

Величину постоянных затрат по годам рассчитаем с помощью следующего выражения:

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

Базовая конструкция подвески

$$Z_{\text{пост.б.}} = 221.66 \cdot 150000 = 33249600 \text{руб}$$

Проектная конструкция подвески

$$Z_{\text{пост.п.}} = 227.37 \cdot 150000 = 34105740 \text{руб}$$

Количество необходимых для амортизации оборудования средств найдем используя формулу:

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

$$A_M = 6.65 \cdot 150000 = 996975 \text{руб}$$

Величину себестоимость изделия по годам можно найти по формуле:

$$C_{\text{пол.}i} = Z_{\text{перем.}i} + Z_{\text{пост}}$$

Базовая конструкция подвески

$$C_{\text{пол.б1}} = 15182818128 + 33249600 = 18507778128 \text{руб}$$

$$C_{\text{пол.б2}} = 18291407346 + 33249600 = 21616367346 \text{руб}$$

$$C_{\text{пол.б3}} = 21399996564 + 33249600 = 24724956564 \text{руб}$$

$$C_{\text{пол.б4}} = 24508585782 + 33249600 = 27833545782 \text{руб}$$

$$C_{\text{пол.б5}} = 276171750 + 33249600 = 309421350 \text{руб}$$

Проектная конструкция подвески

$$C_{\text{пол.п1}} = 16124161181 + 34105740 = 19534735181 \text{руб}$$

$$C_{\text{пол.п2}} = 19425484636 + 34105740 = 22836058636 \text{руб}$$

$$C_{\text{пол.п3}} = 2272680809 + 34105740 = 2613738209 \text{руб}$$

$$C_{\text{пол.п4}} = 26028131545 + 34105740 = 29438705545 \text{руб}$$

$$C_{\text{пол.п5}} = 293294550 + 34105740 = 327400290 \text{руб}$$

$$\begin{aligned} \sum C_{\text{пол.п}} &= 19534735181 + 22836058636 + 2613738209 + \\ &+ 29438705545 + 327400290 = 130686910452 \text{руб} \end{aligned}$$

Величину налогооблагаемой прибыли по годам находим с помощью выражения:

$$\text{Пр}_{\text{обл.}i} = B_i - C_{\text{пол.}i} \quad (5.29)$$

Базовая конструкция подвески

$$Pr_{ОБЛ.1} = 204128977.65 - 185077781.28 = 1905119637 \text{ руб}$$

$$Pr_{ОБЛ.2} = 24592313824 - 21616367346 = 2975946478 \text{ руб}$$

$$Pr_{ОБЛ.3} = 28771729883 - 24724956564 = 4046771319 \text{ руб}$$

$$Pr_{ОБЛ.4} = 32951145941 - 27833545782 = 5117600159 \text{ руб}$$

$$Pr_{ОБЛ.5} = 371305620 - 309421350 = 61884270 \text{ руб}$$

Проектная конструкция подвески

$$Pr_{ОБЛ.1} = 204128977.65 - 195347351.81 = 8781625.84 \text{ руб}$$

$$Pr_{ОБЛ.2} = 24592313824 - 22836058636 = 1756255188 \text{ руб}$$

$$Pr_{ОБЛ.3} = 28771729883 - 2613738209 = 26343477.92 \text{ руб}$$

$$Pr_{ОБЛ.4} = 32951145941 - 29438705545 = 3512440396 \text{ руб}$$

$$Pr_{ОБЛ.5} = 371305620 - 327400290 = 43905330 \text{ руб}$$

Величина налога на прибыль составляет 20%. и вычисляется по следующей формуле:

$$H_{ПР.i} = Pr_{ОБЛ.i} \cdot 0.2 \quad (5.30)$$

Базовая конструкция подвески

$$H_{ПР.1} = 1905119637 \cdot 0.2 = 3810239.27 \text{ руб}$$

$$H_{ПР.2} = 2975946478 \cdot 0.2 = 5951892.96 \text{ руб}$$

$$H_{ПР.3} = 4046773319 \cdot 0.2 = 8093546.64 \text{ руб}$$

$$H_{ПР.4} = 5117600159 \cdot 0.2 = 10235200.32 \text{ руб}$$

$$H_{ПР.5} = 61884270 \cdot 0.2 = 1237685.4 \text{ руб}$$

Проектная конструкция подвески

$$H_{ПР.1} = 8781625.84 \cdot 0.2 = 1756325.17 \text{ руб}$$

$$H_{ПР.2} = 1756255188 \cdot 0.2 = 3512510.38 \text{ руб}$$

$$H_{ПР.3} = 26343477.92 \cdot 0.2 = 5268695.58 \text{ руб.}$$

$$H_{ПР.4} = 3512440396 \cdot 0.2 = 7024880.79 \text{ руб}$$

$$H_{ПР.5} = 43905330 \cdot 0.2 = 878106.6 \text{ руб}$$

Чтобы определить чистую прибыль по годам воспользуемся выражением:

$$Pr_{ч.i} = Pr_{обл.i} - H_{пр.i} \quad (5.31)$$

Базовая конструкция подвески

$$Pr_{q.1} = 1905119637 - 381023927 = 152409571 \text{руб}$$

$$Pr_{q.2} = 2975946478 - 595189296 = 2380757182 \text{руб}$$

$$Pr_{q.3} = 4046773319 - 809354664 = 3237418655 \text{руб}$$

$$Pr_{q.4} = 5117600159 - 1023520032 = 4094080127 \text{руб}$$

$$Pr_{q.5} = 61884270 - 12376854 = 49507416 \text{руб}$$

Проектная конструкция подвески

$$Pr_{q.1} = 878162584 - 175632517 = 702530067 \text{руб}$$

$$Pr_{q.2} = 1756255188 - 351251038 = 1405004151 \text{руб}$$

$$Pr_{q.3} = 2634347792 - 526869558 = 2107478234 \text{руб}$$

$$Pr_{q.4} = 3512440396 - 702488079 = 2809952317 \text{руб}$$

$$Pr_{q.5} = 43905330 - 8781066 = 35124264 \text{руб}$$

5.4 Расчет экономии за счет внедрения узлов с повышенной надежностью и долговечностью

Мероприятия предлагаемые в данной модернизации призваны увеличить угловую жесткость задней подвески. В этом случае количество пробоев подвески при движении существенно снизится и, как следствие, увеличится срок службы демпфирующего элемента.

Прибыль от использования демпфирующего элемента с улучшенной долговечностью определяется с помощью формулы:

$$Pr_{ож.дэ} = \left(C_{отп} \cdot \frac{D_2}{D_1} - C_{отп} \right) \cdot V_G \quad (5.32)$$

где D_1 и D_2 - срок службы базового и модернизированного изделия
 $D_1 = 900000$; $D_2 = 1100000$. Отпускная цена амортизатора задней подвески $C_{отп} = 1700 \text{руб}$

$$\begin{aligned}
Pr_{ОЖ.Д1} &= \left(100 \cdot \frac{1100000}{900000} - 800 \right) \cdot 82464 = 1466026667 \text{ руб} \\
Pr_{ОЖ.Д2} &= \left(100 \cdot \frac{1100000}{900000} - 800 \right) \cdot 99348 = 1766186667 \text{ руб} \\
Pr_{ОЖ.Д3} &= \left(100 \cdot \frac{1100000}{900000} - 800 \right) \cdot 116232 = 2066346667 \text{ руб} \\
Pr_{ОЖ.Д4} &= \left(100 \cdot \frac{1100000}{900000} - 800 \right) \cdot 133116 = 2366506667 \text{ руб} \\
Pr_{ОЖ.Д5} &= \left(100 \cdot \frac{1100000}{900000} - 800 \right) \cdot 150000 = 2666666667 \text{ руб}
\end{aligned}$$

Для калькуляции ожидаемой прибыли от повышения надежности узла воспользуемся выражением:

$$Pr_{ОЖ.Н} = \left(N_{Рем.Баз} \cdot Z_{Рем.Баз} - N_{Рем.Пр} \cdot Z_{Рем.Пр} \right) \cdot \left(C_{Прост.Баз} - T_{Прост.Пр} \right) \cdot C_{ОТП} \quad (5.33)$$

где $N_{рем.баз}$ и $N_{рем.пр}$ - количество ремонтов (отказов) базового и проектируемого изделий;

$Z_{рем.баз}$ и $Z_{рем.пр}$ - затраты на ремонт базового и проектируемого изделий;

$T_{прост.баз}$ и $T_{прост.пр}$ - количество часов простоя техники в ремонте за год по базовому и проектируемому вариантам;

$$Pr_{ОЖ.Н} = \left(60 \cdot 850 - 40 \cdot 850 \right) \cdot \left(20 - 80 \right) \cdot 1700 = 49000 \text{ руб}$$

Расчет общественнозначимой экономии производится по формуле:

$$\mathcal{E}_{ОБЩ.i} = Pr_{ОЖ.Л.i} + Pr_{ОЖ.Н.i} \quad (5.34)$$

$$\mathcal{E}_{ОБЩ.1} = 1466026667 + 49000 = 1470926667 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{ОБЩ.2} = 1766186667 + 49000 = 1771086667 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{ОБЩ.3} = 2066346667 + 49000 = 2071246667 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{ОБЩ.4} = 2366506667 + 49000 = 2371406667 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{ОБЩ.5} = 2666666667 + 49000 = 2671566667 \text{ руб}$$

Для расчета текущего чистого дохода используем следующее выражение:

$$ЧД_i = Pr_{ч.i.п.} - Pr_{ч.i.б.} + A_M + \mathcal{E}_{общ.} \quad (5.35)$$

$$\begin{aligned} ЧД_1 &= 702530067 - 152409571 + 996975 + 1470926667 = \\ &= 749058524 \text{ руб} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ЧД_2 &= 1405004151 - 2380757182 + 996975 + 1771086667 = \\ &= 895031135 \text{ руб} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ЧД_3 &= 2107478234 - 3237418655 + 996975 + 2071246667 = \\ &= 1041003746 \text{ руб} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ЧД_4 &= 2809952317 - 4094080127 + 996975 + 2371406667 = \\ &= 1186976356 \text{ руб} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ЧД_5 &= 35124264 - 49507416 + 996975 + 2671566667 = \\ &= 1332948967 \text{ руб} \end{aligned}$$

Определяем значения коэффициента дисконтирования α_i :

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

$$\alpha_i = 1 \setminus (1 + E)^t, \quad (5.36)$$

$$\alpha_1 = 0,909$$

$$\alpha_2 = 0,826$$

$$\alpha_3 = 0,753$$

$$\alpha_4 = 0,683$$

$$\alpha_5 = 0,621$$

Для калькуляции текущего чистого дисконтированного дохода применим следующую формулу:

$$ЧДД(i) = ЧД(i) \cdot \alpha_i \quad (5.37)$$

$$ЧДД \text{ €} = 7490585.24 \cdot 0.909 = 6808941.98 \text{ руб}$$

$$ЧДД \text{ €} = 8950311.35 \cdot 0.826 = 7392957.18 \text{ руб}$$

$$ЧДД \text{ €} = 10410037.46 \cdot 0.753 = 7838758.21 \text{ руб}$$

$$ЧДД \text{ €} = 11869763.56 \cdot 0.683 = 8107048.51 \text{ руб}$$

$$ЧДД \text{ €} = 13329489.67 \cdot 0.621 = 8277613.09 \text{ руб}$$

Находим суммарный ЧДД:

$$\begin{aligned} \sum ЧДД(i) &= 6808941.98 + 7392957.18 + 7838758.21 + \\ &+ 8107048.51 + 8277613.09 = 3842531896 \text{ руб} \end{aligned}$$

Чтобы определить необходимость в капиталобразующих инвестициях используем следующую формулу:

$$J_o = K_{инв} \cdot \sum C_{пол.i} \quad (5.38)$$

где $K_{инв}$ - коэффициент капиталобразующих инвестиций.

В данном расчете принимаем $K_{инв} = 1.3\%$.

$$J_o = 0.013 \cdot 130686910452 = 1698929836 \text{ руб}$$

Определяем величину чистого дисконтированного дохода с помощью следующей формулы:

$$ЧДД = \sum_{i=0}^T ЧДД_i - J_o \quad (5.39)$$

$$ЧДД = 3842531896 - 1698929836 = 214360206 \text{ руб}$$

Определяем величину индекса доходности инвестиций с помощью выражения:

$$JD = \frac{ЧДД}{J_o}; \quad (5.40)$$

$$JD = 214360206 / 1698929836 = 1.26$$

Находим срок окупаемости инвестиционного проекта:

$$T_{окуп.} = \frac{J_o}{ЧДД} \quad (5.41)$$

$$T_{окуп.} = 1698929836 / 214360206 = 0.79 \text{ года}$$

Полученные данные о коммерческой эффективности проекта запишем в таблицу.

Таблица 5.5 – Расчет коммерческой эффективности проекта

№ п/ п	Наименование показателей	Год					
		0	1	2	3	4	5
А	1	2	3	4	5	6	7
1	Объем продаж $V_{prod.i}$ (шт.)		82464	99348	116232	133116	150000
2	Расчетная цена за единицу продукции $C_{расч.}$ (руб.)		2475.37				
3	Выручка, (тыс.руб.) <i>Выручка</i>		204129	245923	287717	329511	371306
4	Переменные затраты (тыс.руб.) $Z_{перем.б.}$		151828	182914	214000	245086	276172
	$Z_{перем.п.}$		161242	194255	227268	260281	293295
5	Амортизация, A_m (тыс. руб.)		997				
6	Постоянные затраты, (тыс. руб.) $Z_{пост.б.}$		33250				
	$Z_{пост.п.}$		34106				
7	Полная себестоимость, (тыс.руб.) $C_{пол.б.}$		185078	216163	247250	278335	309421

	$C_{пол.л.}$		195347	228361	261373	294387	327400
8	Налогооблагаемая прибыль, (тыс.руб.)		8782	17563	26343	35124	43905
9	Налог на прибыль, (тыс.руб.)		1756	3513	5269	7025	8781
10	Прибыль чистая, (тыс.руб.)		7025	14050	21075	28100	35124
11	Текущий чистый доход, ЧД, (тыс.руб.)		7491	8950	10410	11870	13329
12	Коэффициент дисконтирования α_t при $E_{ст.1}$		0,909	0,826	0,753	0,683	0,621
13	Накопленное дисконтированное сальдо, (тыс.руб.)		6809	7393	7839	8107	8278
14	Капиталообразующие инвестиции, J_o (тыс.руб.)	16989					
15	Суммарное дисконтированное сальдо потока реальных денег, (тыс.руб.)		38425				
16	Чистый дисконтированный доход, ЧДД, (тыс.руб.)		21436				

17	Индекс доходности инвестиций JD	1.26
18	Срок окупаемости проекта $T_{окуп.}$, ГОД	0.79

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

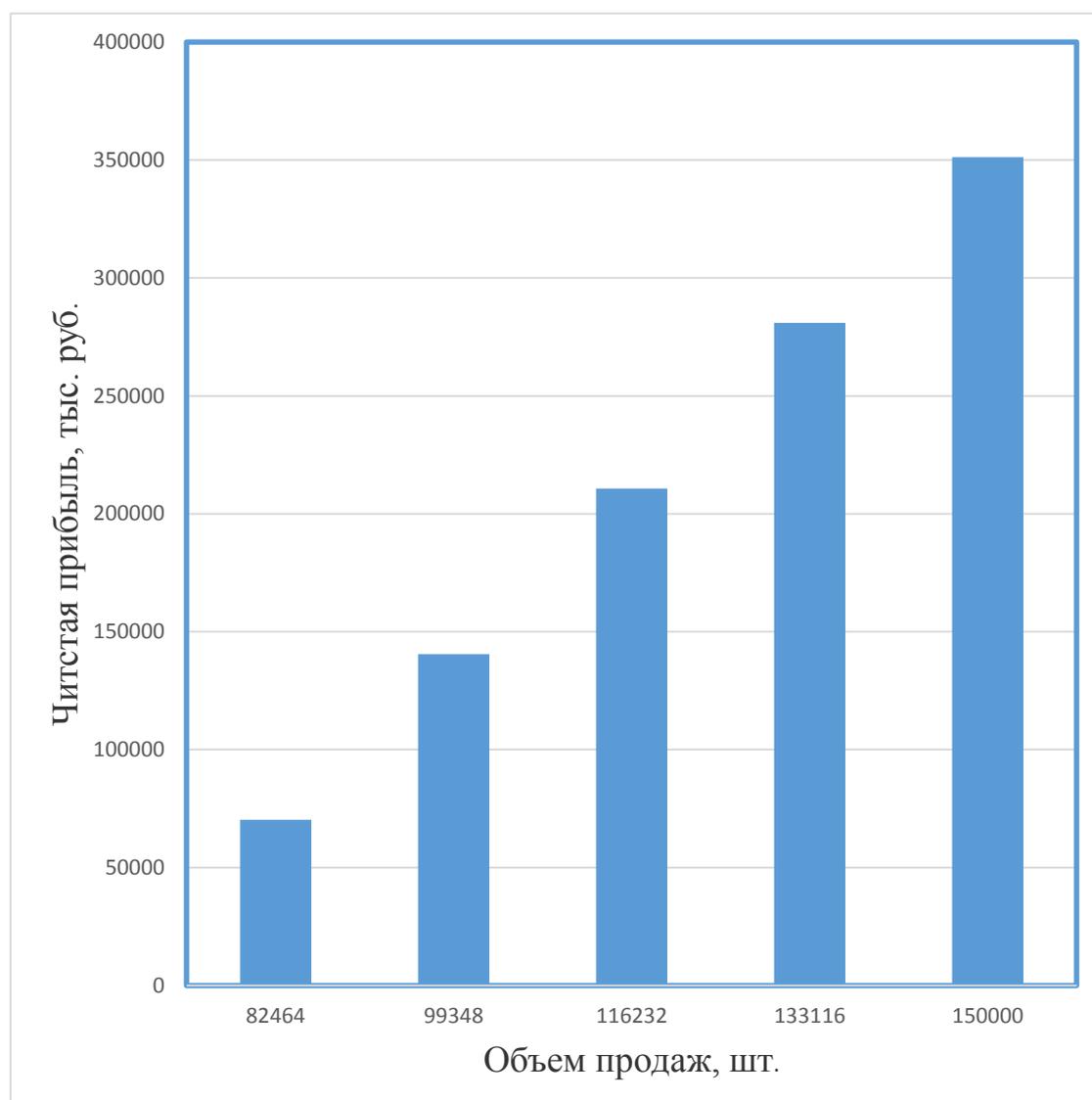


Рисунок 8 – График зависимости прибыли от объема продаж

5.5 Вывод

В результате проведенных расчетов можно сделать вывод о коммерческой эффективности предложенной модернизации задней подвески.

В проектном варианте подвески стоимость комплектующих изделий превышает стоимость аналогичных изделий в базовом, однако, модернизированный узел имеет больший срок службы, что учитывалось при расчете коммерческой эффективности проекта.

Значение необходимых капиталообразующих инвестициях составляет 16989298.36 руб.

Чистого дисконтированный доход положителен и составляет 21436020.6 руб. Т.к. значение чистого дисконтированного дохода достаточно велико, можно считать, что проект имеет значительную коммерческую эффективность проекта.

Коммерческая эффективность также подтверждается положительным значением индекса доходности равным 1.26.

Срок окупаемости проекта модернизации подвески составляет 0.79 года, т.е. риски при реализации проекта небольшие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью дипломной работы являлось усовершенствование характеристик управляемости и курсовой устойчивости переднеприводного легкового автомобиля 2ого класса за счёт модернизации задней подвески. Чтобы достигнуть данную цель были выполнены следующие работы:

- определены основные функции подвески автомобиля, дана классификация конструктивных исполнений, описаны предъявляемые к ним требования;
- обоснована выбранная для модернизации схема подвески;
- выполнен тягово-динамический расчет транспортного средства;
- выполнен расчет упругой характеристики задней подвески;
- выполнен расчет параметров пружины задней подвески,
- подтверждено соответствие конструкции законодательным требованиям в части экологии и безопасности;
- рассчитана коммерческая эффективность проекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник [Текст] / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов– М.: Машиностроение, 2004.-704 с.
2. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили [Текст] /В.Ф. Родионов, Б.А. Фиттерман. – М.: Машиностроение, 1973.-490 с.
3. Раймпель, Й. Шасси автомобиля [Текст] / Й. Раймпель. – М.: Машиностроение, 1983.-356 с.
4. Илларионов, В.А. «Теория и конструирование автомобилей» [Текст] / В.А. Илларионов и др. Теория и конструирование автомобилей -М.: Машиностроение, 1992.-416 с
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.2. [Текст] – М.: Машиностроение, 1978.-912 с.
6. Успенский И.Н. Проектирование подвески автомобиля [Текст] – М.: Машиностроение 1976-168с.
7. Лукин, П.П. Гаспарянц, Г.А. Родионов, В.Ф. Конструкция и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы» [Текст] П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов, - М: Машиностроение, 1984. – 376 с.
8. Лата, В.Н. Конструирование и расчет автомобиля. Ходовая часть и системы управления. [Текст] Курс лекций.-125 с.
9. Лукин П.П. Конструирование и расчёт автомобиля [Текст] Машиностроение 1984-373с.
10. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. ТЗ. [Текст]/ Б.В. Кисуленко, Ю.В. Дементьев, И.А. Венгеров – М.: Автополис-плюс, 2005.-560 с.
11. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. пособие [Текст] /Л.А. Черепанов. – Тольятти: ТГУ, 2001.-41 с.
12. 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. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием: Учеб. пособие для вузов [Текст] / Н.С. Сачко, И.М. Бабук, В.И. Демидов и др.; Под ред. Н.С. Сачко, И.М. Бабука. – Минск: Выш.шк., 1988.- 272 с.

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

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

16. 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.: Выш.шк., 1988.-367 с.

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

18. Челноков А. А. Охрана труда [Электронный ресурс]: учебник / 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. Щипанов А.В., Разработка технологических процессов сборки узлов и изделий: учебно-методическое пособие [Текст] / А.В. Щипанов, - Тольятти: ТГУ, 2008. - 57 с.

20. Михнюк, Т.Ф. Охрана труда: учебное пособие [Текст]/ С. В. Собурь. - 15-е изд., с изм. - Минск: ИВЦ Минфина, 2007. - 297 с.

21. Челноков А.А. Основы экологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко, И. Н. Жмыхов ; под ред. А. А.

Челнокова. - Минск : Высшэйшая школа, 2012. - 543 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики тягового расчета

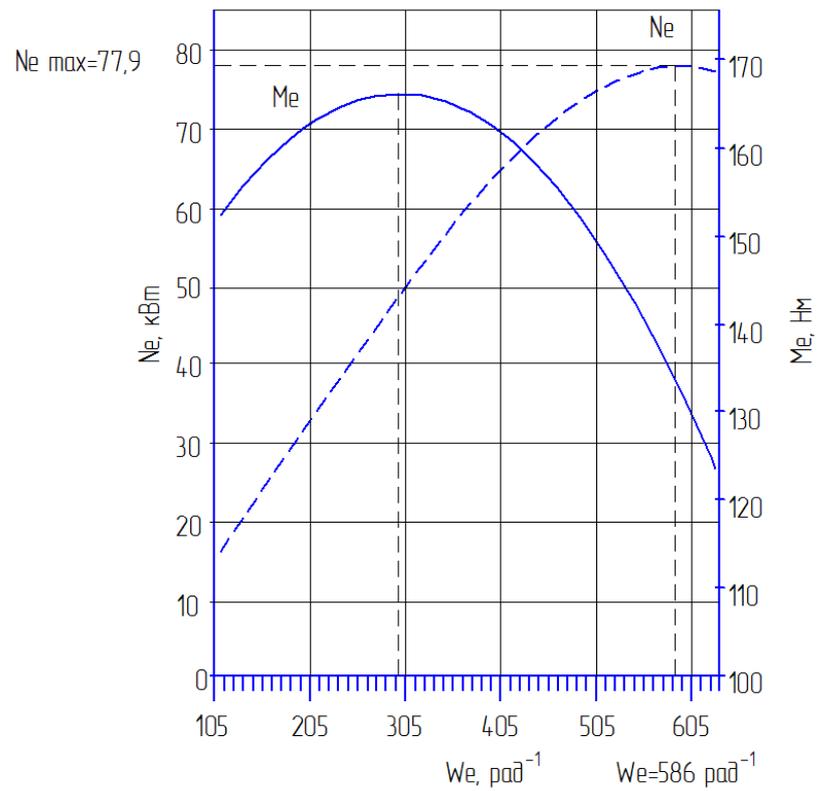


Рисунок А.1 - Внешнескоростная характеристика двигателя

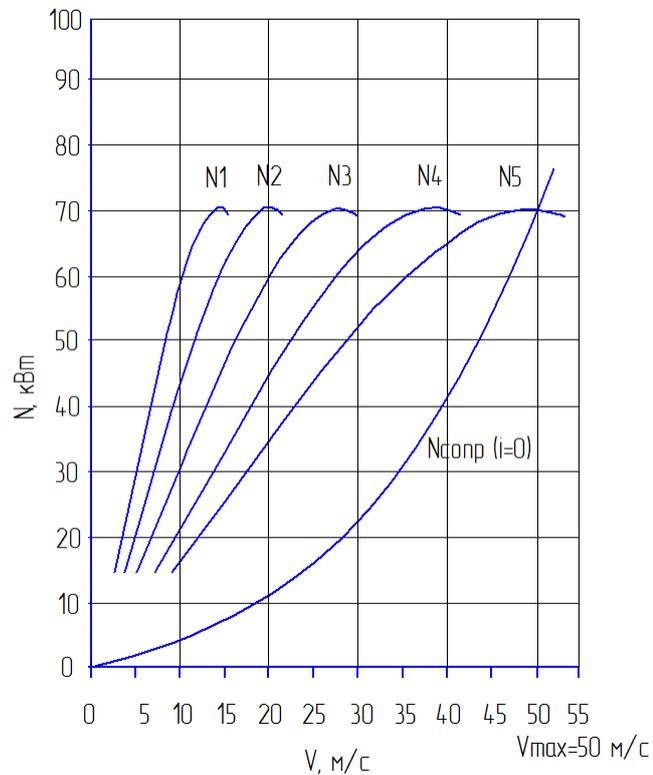


Рисунок А.2 – Мощностной баланс

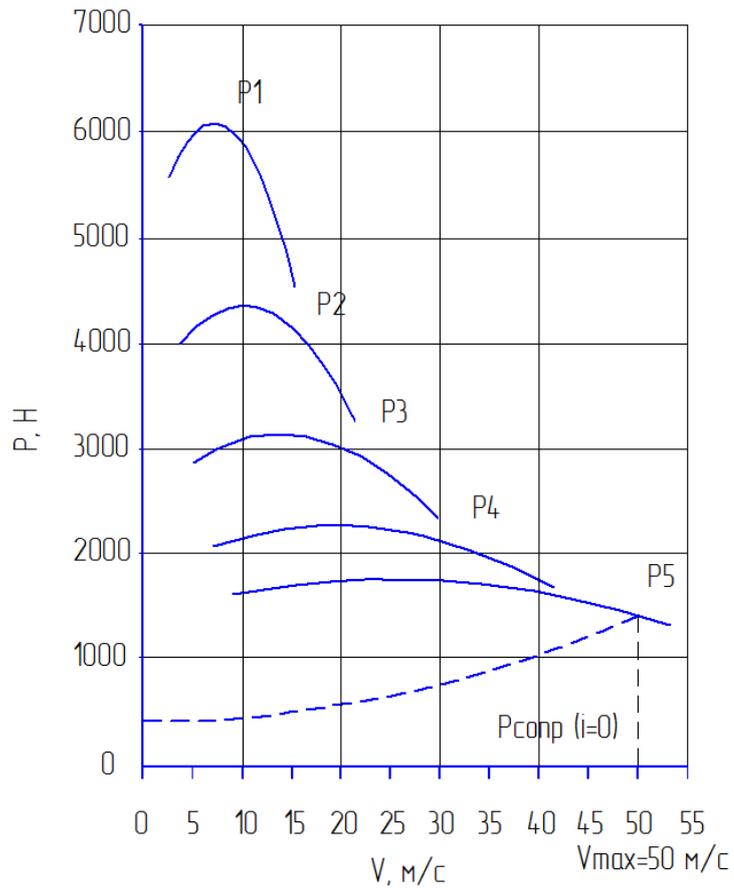


Рисунок А.3 – Тяговый баланс

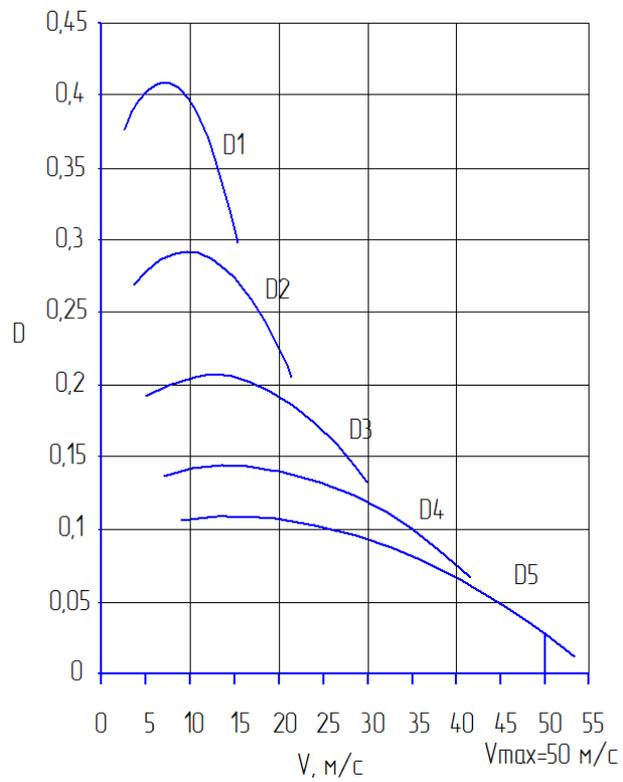


Рисунок А.4 – Динамический фактор автомобиля

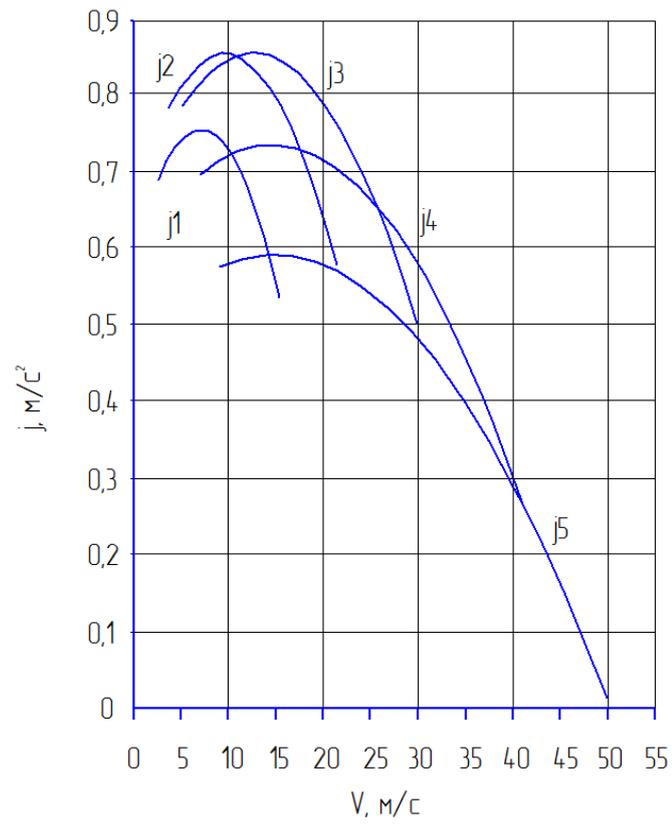


Рисунок А.5 – Ускорения автомобиля

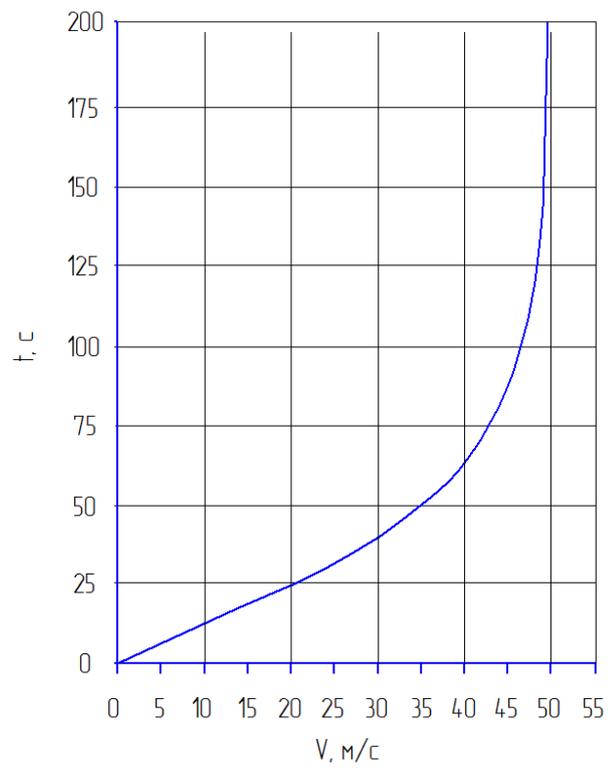


Рисунок А.6 – Время разгона

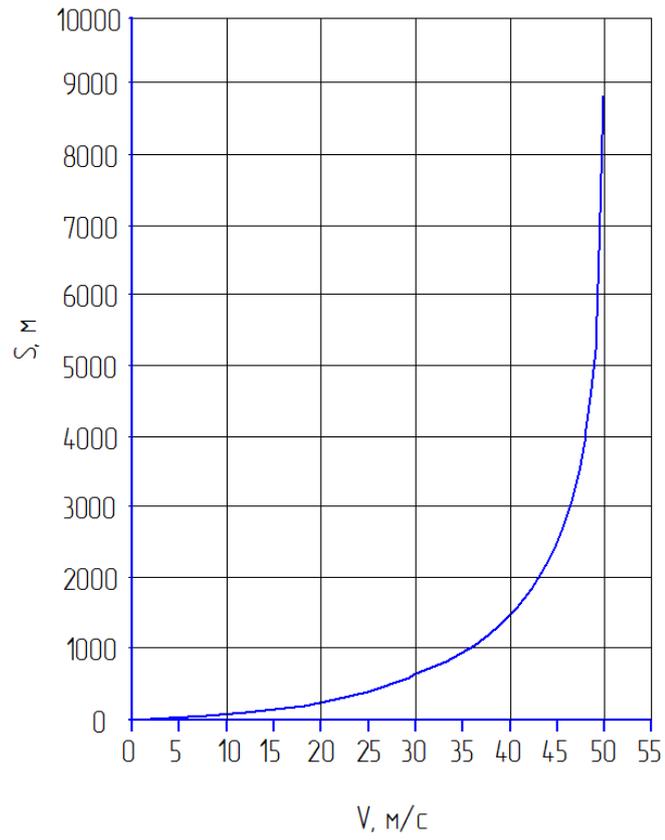


Рисунок А.7 – Путь разгона

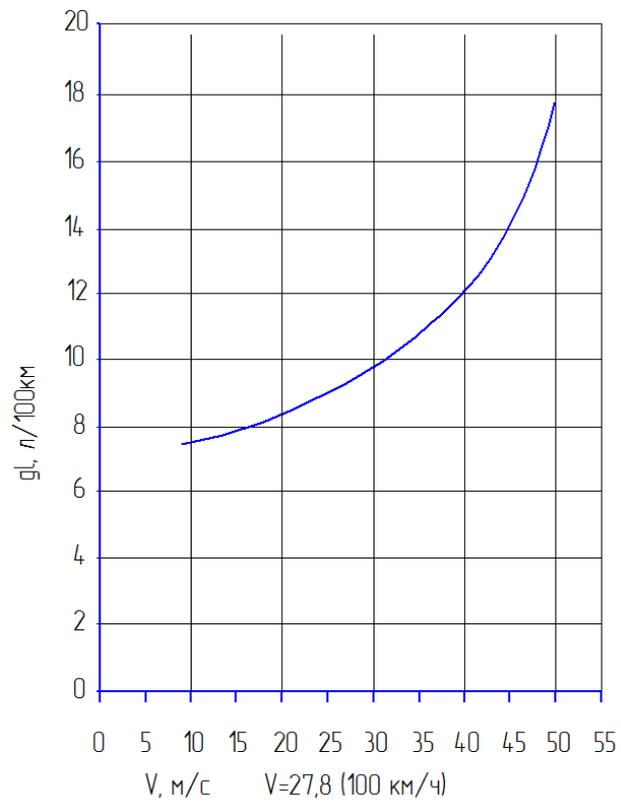


Рисунок А.8 – Топливная экономичность

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Спецификации