

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему Усовершенствование задней подвески легкового автомобиля ЛАДА ГРАНТА

Обучающийся

Д.Р. Карavaев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, Л.А. Угарова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.В. Бобровский

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. экон. наук, доцент Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

И.Ю. Усатова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Усовершенствование задней подвески легкового автомобиля ЛАДА ГРАНТА».

Цель данного проекта заключается в улучшении задней подвески легкового автомобиля ЛАДА ГРАНТА с целью повышения комфорта, безопасности и управляемости автомобиля. Проект направлен на оптимизацию конструкции задней подвески, чтобы обеспечить лучшее сцепление колес с дорогой, улучшить управляемость автомобиля на различных типах покрытий и снизить уровень вибрации и шума в салоне. Результаты проекта могут послужить основой для дальнейшей реализации усовершенствованной задней подвески ЛАДА ГРАНТА с последующим контролем и анализом работы системы на практике.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 80 страниц с приложениями. Графическая часть содержит 10 листов формата А4, выполненных Компас 3D. Проект полностью соответствует выданному заданию.

В первом разделе выполнен технико-экономический анализ конструкций подвесок транспортных средств, обоснование и описание проектируемой конструкции подвески.

Во втором разделе выполнен тягово-динамический расчёт автомобиля.

В третьем разделе выполнены конструкторские расчеты модернизируемой задней подвески.

В четвертом разделе выбран, обоснован и составлен технологический процесс сборки.

В пятом разделе рассмотрены вопросы безопасности и экологичности проекта, разработаны меры и мероприятия по обеспечению безопасности и экологичности объекта дипломного проекта.

В шестом разделе определена экономическая эффективность проекта.

Abstract

The title of the graduation project is: «The improving the rear suspension of the LADA GRANTA passenger car».

The graduation project consists of: an introduction, 6 general parts, a conclusion, a list of references, appendices and a graphic part on 10 A1 sheets.

The suspension design used in the LADA GRANTA has some differences from the design that is currently most popular among automakers. First of all, these are springs installed directly on the dampers. Typically, springs and shock absorbers are installed separately. This allows you to place these elements lower and get more trunk volume.

The key issue of the graduation project is the improving the rear suspension of the LADA GRANTA passenger car.

This thesis addresses the issue of a relatively inexpensive way to improve the suspension.

The aim of the project is the improving the rear suspension of the LADA GRANTA passenger car.

The graduation project may be divided into several logically connected parts, which are: the technical and economic analysis of vehicle suspension designs; the description of the designed suspension design; the traction-dynamic calculation of the car; the design calculations of the modernized rear suspension; the determination of the organizational form of assembly of the suspension, its technological process and labor intensity; the analysis of the safety and environmental friendliness of the project; the calculation of the economic efficiency of the project.

In conclusion we would like to stress that the improved suspension improves handling and directional stability by optimizing the damper characteristics.

Содержание

Введение.....	5
1 Состояние вопроса	7
1.1 Технико-экономический анализ конструкций подвесок автомобилей ...	7
1.2 Обоснование и описание проектируемой конструкции подвески	20
2 Расчет тягово-динамических характеристик автомобиля.....	23
3 Конструкторская часть	34
3.1 Обоснование компоновочной схемы подвески.....	34
3.2 Определение характеристик демпфирования колебаний и неподрессоренных масс автомобиля.....	34
4 Технологический раздел.....	40
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	40
4.2 Разработка технологического процесса сборки.....	44
5 Производственная и экологическая безопасность проекта	49
5.1 Описание технологического процесса сборки задней подвески автомобиля с конструктивной и организационно стороны	50
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	51
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	53
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	58
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса.....	62
6 Экономическая эффективность проекта.....	65
6.1 Себестоимость модернизированной подвески.....	65
6.2 Точка безубыточности производства подвески	70
6.3 Коммерческая эффективность модернизации подвески	73
6.4 Экономический эффект от повышения надежности и долговечности деталей проектируемой подвески.....	77
Заключение	82
Список используемой литературы и используемых источников.....	83
Приложение А. Спецификации.....	86

Введение

Сегодняшний мир стал свидетелем значительных изменений в мировой экономике, что не могло не повлиять на спрос и доступность автомобилей. Потребительские свойства стали одним из ключевых критериев при выборе транспортного средства.

Спрос на автомобили в последние годы остается стабильным, несмотря на экономические трудности. Однако, доступность автомобилей для широких слоев населения стала проблемой. Рост цен на автомобили и услуги связанные с их обслуживанием делают приобретение автомобиля недоступным для многих.

Потребительские свойства автомобиля становятся все более важными для покупателей. Кроме того, экономические условия заставляют потребителей обращать внимание на экономичность и экологичность автомобиля, а также на его надежность и безопасность.

В данной ситуации важно выбирать автомобиль, который сочетает в себе все необходимые потребительские свойства, при этом оставаясь доступным для покупателя. Это может быть как б/у автомобиль с надежной историей обслуживания, так и новый автомобиль с хорошими гарантийными условиями.

Таким образом, в современных экономических условиях покупка автомобиля требует внимательного подхода и анализа. Важно учитывать не только спрос на автомобиль, но и его доступность, а также потребительские свойства, чтобы сделать правильный выбор и оправдать вложенные средства.

Модернизация уже существующего бюджетного автомобиля становится все более актуальной в условиях современной мировой экономики. Спрос на доступные по цене автомобили продолжает расти, в то время как потребители все больше обращают внимание на комфорт, безопасность и экономичность автомобилей.

Одним из ключевых факторов успешной модернизации является улучшение потребительских свойств автомобиля. Это включает в себя увеличение комфорта в салоне, снижение уровня шума и вибрации, а также повышение безопасности и экономичности автомобиля.

Современные технологии позволяют значительно улучшить эти параметры, не увеличивая существенно стоимость автомобиля. Например, использование новых материалов для снижения веса автомобиля может улучшить его экономичность и динамичность. Также установка современных систем безопасности и ассистентов водителя поможет повысить безопасность автомобиля.

Однако, необходимо помнить о доступности модернизации для потребителей. Цена автомобиля должна оставаться приемлемой, даже после улучшения его потребительских свойств. Только в этом случае модернизация сможет привлечь больше покупателей и удовлетворить их потребности.

Таким образом, модернизация уже существующего бюджетного автомобиля является важным шагом для повышения его конкурентоспособности на рынке. Улучшение потребительских свойств автомобиля позволит привлечь больше потребителей и удовлетворить их запросы, что в итоге приведет к увеличению спроса на такие автомобили.

1 Состояние вопроса

1.1 Техничко-экономический анализ конструкций подвесок автомобилей

«Подвеской автомобиля называется совокупность деталей и узлов, которая обеспечивает связь кузова и колес. Основной ее функцией является преобразованием воздействий со стороны дорожного полотна в приемлемые значения колебаний кузова.

Геометрия деталей подвески должна обеспечивать правильную кинематику, то есть изменения таких параметров как колесная база, колея, углы установки колес при ходах подвески должны иметь небольшие значения. Геометрия и характеристики амортизаторов и пружин (или других упругих и демпфирующих деталей и механизмов) должны исключать возможные пробои в подвеске при движении и минимизировать крены кузова при прохождении поворотов и клевки способные возникать при разгоне и торможении.

Геометрия подвески, а также используемые для изготовления ее деталей материалы должны обеспечивать требуемую безопасность движения автомобиля во время всего срока службы транспортного средства» [33].

Неподдрессоренные детали и узлы подвески должна иметь по возможности наименьшую массу.

«Узлы и детали подвески должны обладать высокой технологичностью, то есть обеспечивать наиболее быстрое, простое и экономически эффективное их изготовление и обслуживание в условиях станций сервисного и гарантийного обслуживания.

Рассматривая классификацию конструкций подвесок с точки зрения кинематики, то можно определить две большие группы – независимые и зависимые. Также при этом следует выделить крайне популярную в

современном автомобилестроении разновидность зависимой подвески – полузависимую схему» [4].

«Характерной чертой зависимых подвесок (рисунок 1) является наличие связи колес одной оси. «При этом изменение положения одного колеса приводит к изменению положения другого» [2], но расстояние между колесами, то есть колея, и расположение колёс относительно друг друга будет одинаковым при ходах подвески. В зависимой схеме расстояние от земли до нижней точки подвески (обычно ей является нижняя точка моста) не зависит от ходов подвески, т. е. обеспечивается одно и то же значение дорожного просвета. Данная особенность зависимой подвески определила ее популярность среди автомобилей используемых на бездорожье. С другой стороны, при движении на дорогах с хорошим покрытием, где в том числе скорость перемещения транспортных средств существенно больше, преимущества такой конструкции становятся не такими очевидными. Во многих случаях зависимая подвеска не обеспечит хороших показателей курсовой устойчивости, а также управляемости легкового пассажирского автомобиля» [2].

Схема зависимой подвески представлена на рисунке 1.

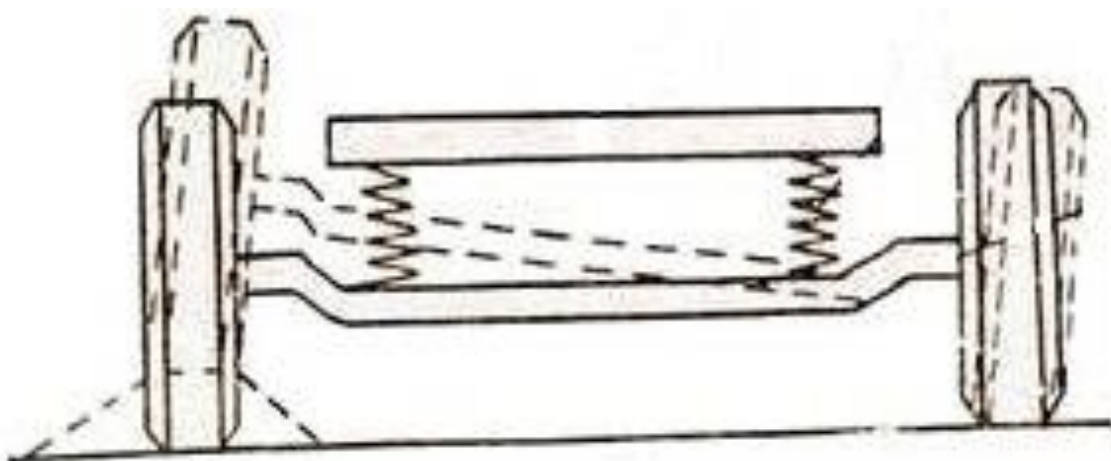


Рисунок 1 – Схема зависимой подвески

Гораздо более лучшие ездовые показатели способна обеспечить независимая подвеска (рисунок 2).

«Ввиду отсутствия жесткой связи между колесами независимая подвеска позволяет обеспечить минимальное изменение пятна контакта колес при ходах подвески. Данное преимущество обеспечило сверх популярность независимой подвески в современном автомобилестроении и сделало применение зависимой подвески нецелесообразным в большинстве случаев. Среди слабых сторон такой конструкции стоит отметить невозможность обеспечения постоянного дорожного просвета при работе подвески. Помимо этого, показатели грузоподъемности независимой подвески будут существенно ниже, чем у зависимой, что ограничивает ее использование в сегменте коммерческих автомобилей» [3].

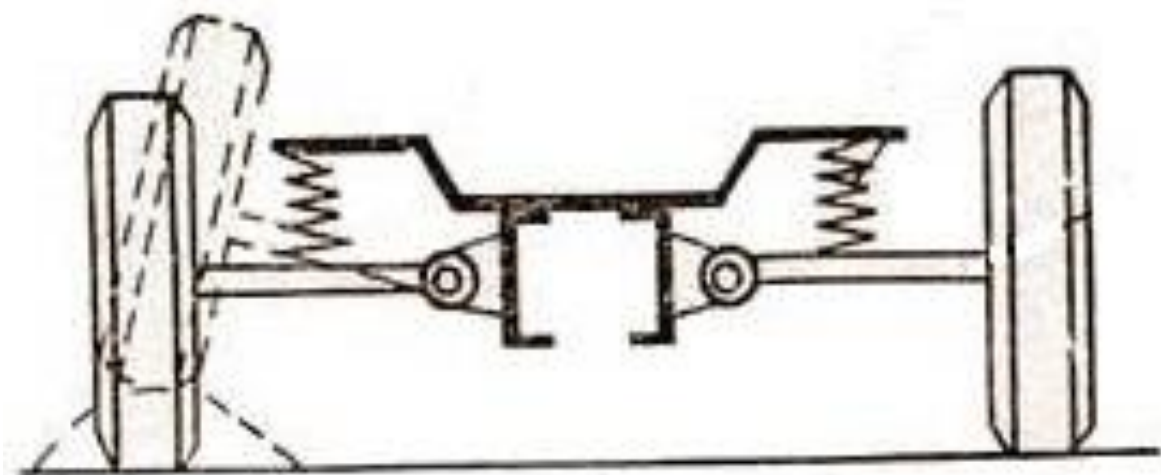


Рисунок 2 – Схема независимой подвески

«Существуют разновидности конструкций подвесок способных изменять демпфирующие и упругие свойства ее элементов непосредственно во время движения. Такие подвески получили название активных или адаптивных. Конструкции же не имеющие такой функции в свою очередь могут классифицироваться как неадаптивные или неактивные. В активных подвесках блок управления получает сигналов от датчиков положения кузова и направляет сигнал на исполнительные элементы, которыми могут являться, например, пневмоэлементы или стабилизатор поперечной устойчивости. Эти элементы уменьшают крены автомобиля в поворотах или подбирают

высотное положение кузова наилучшим образом подходящее для текущих дорожных условий» [34].

«В зависимости от конструкции подвески ее детально-узловой состав может существенно отличаться, но всегда эти детали и узлы можно разделить на демпфирующие, упругие и направляющие элементы подвески. Конструктивно данные элементы могут значительно отличаться друг от друга, некоторые узлы могут совмещать в себе функции сразу несколько функций. С начала истории автомобилестроения элементы подвески сильно эволюционировали и изменились. Ниже будет приведено более подробное описание наиболее популярных и используемых в современном автомобилестроении базовых элементов подвески.

«В настоящее время функцию упругих элементов подвески чаще всего в легковых автомобилях выполняют винтовые пружины, в грузовых транспортных средствах листовые рессоры и пневмоэлементы. Рессоры могут иметь в своем составе несколько полос из пружинной стали, или всего одну полосу (можно встретить в легком коммерческом классе). Существуют конструкции, где однолистовая рессора изготавливается из композитного материала. Стоит отметить, что в последнее время применение пневмоэлементов становится популярным для легковых автомобилей и не только для грузового транспорта.

Самым популярным вариантом в современном автомобилестроении является цилиндрическая пружина с постоянным значением жесткости. Очевидно, что такая пружина обладает минимальной длиной. Данная величина соответствует состоянию пружины, когда ее витки полностью сомкнуты. В таком случае значительно ухудшается плавность хода и комфорт, а также данные условия эксплуатации благоприятствуют скорейшему выходу пружины из строя. Поломка пружины в движении чревата потерей контроля над автомобилем, которая в большинстве случаев приведет к серьезному дорожно-транспортному происшествию. Чтобы

исключить данный риск сжатие пружин ограничивают специальными ограничителями и буферами.

Также производителями применяются пружины с непостоянным значением жесткости. В таких пружинах расстояние между витками (шаг пружины) может, например, уменьшаться от одного опорного витка к другому. Тогда при сжатии такой пружины витки, включающиеся в работу первыми будут иметь меньшую жесткость, чем витки начинающие работать позже при увеличении нагрузки. Применение прутка с переменным сечением также способно обеспечить прогрессивную характеристику даже на цилиндрической пружине с постоянным шагом. Применение пружин форм отличных от цилиндрической, например, бочкообразных или конусных помимо обеспечения прогрессивной характеристики позволяет также существенно экономить компоновочное пространство.

В начале истории автомобилестроения специальные демпферы практически не использовались, а колебания автомобиля гасились за счет трения листов рессоры. Позже с увеличением скоростей движения для обеспечения безопасности потребовалось применение устройств, более эффективно гасящих колебания. Одним из таких вариантов был механический демпфер, в основе работы которого лежало трение фрикционных пластин. Однако, такая конструкция не обладала достаточной надежностью и не обеспечивала приемлемых характеристик вследствие чего она была полностью вытеснена гидравлическими амортизаторами. Конструктивное исполнение их может быть различным. Корпус может быть однотрубным или двухтрубным, с изменяющей свою вязкость жидкостью или нет, с изменяемым размером отверстий клапанами или без них» [3].

«Направляющие элементы обеспечивают необходимую траекторию движения элементов подвески и колеса, в частности. К ним можно отнести различные рычаги, штанги, поворотные кулаки. Различная форма данных элементов обусловлена компоновочными задачами, а применяемые

материалы определяются требованиями к надежности автомобиля и условиями эксплуатации, а также экономическими соображениями» [6].

Для снижения массы подвески и колес автомобиля все чаще в конструкциях направляющих элементов используются более легкие материалы и сплавы, такие как алюминий, магний, титан, а также композитные материалы.

«Алюминиевые узлы подвески спереди и сзади уменьшают неподрессоренный вес и позволяют добиться более мягкого и чувствительного поведения подвески, а также более надежного сцепления колес с неровностями дороги.

Практически вся ходовая часть автомобилей как BMW 5 серии (рисунок 3), Volkswagen Golf и других, включая подрамники, рычаги и тяги подвесок, а также карданные валы выполнены из алюминия, что позволяет снизить неподрессоренную массу в среднем до 40%. Благодаря применению алюминия в узлах подвески в автомобиле BMW 5 удалось добиться оптимальной развесовки (50% - 50%) и значительно улучшить управляемость в сравнении с предыдущими поколениями» [10].



Рисунок 3 – Подвеска BMW M5

Еще одним примером использования алюминия в элементах подвески является автомобиля Audi A4 (рисунок 4).

«Шасси автомобиля настроено на динамичную езду, причем характер управляемости является нейтральным благодаря применения независимых подвесок: спереди - 4-рычажная с пружинами, установленными непосредственно на стойках, сзади - на трапециевидных рычагах с разнесенными пружинами и амортизаторами. В результате использования алюминия масса передней 4-рычажной подвески по сравнению с обычной стальной подвеской снижена на 8,5 кг. В масштабах всего автомобиля эта цифра может показаться незначительной, но для подвески является ощутимой» [15].

Теперь перейдем к обзору наиболее популярных конструкций задней подвески.

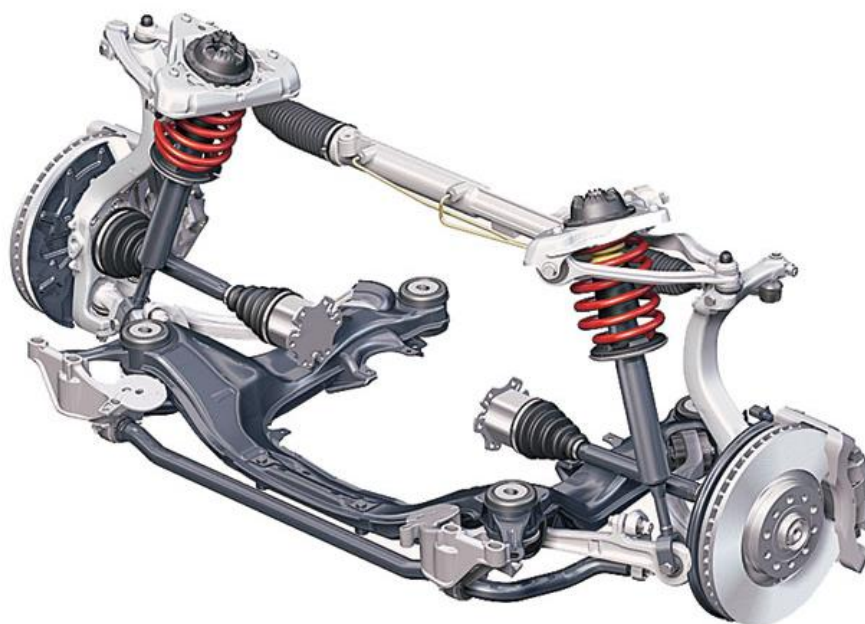


Рисунок 4 – Передняя подвеска Audi A4

«Можно выделить два существенно отличающихся друг от друга исполнения зависимой подвески. Для первого характерна установка элемента трансмиссии (редуктора) непосредственно на направляющей элемент

подвески (мост). Связь с кузовом или рамой автомобиля осуществляется через реактивные штанги или в некоторых случаях рычаги. Наиболее устойчивыми схемами направляющего аппарата можно считать следующие: через четыре продольные и одну поперечную штангу; через четыре штанги, расположенных под углом к продольной оси автомобиля; через 2 продольных рычага и поперечную штангу (рисунок 5), а также через две продольные рессоры. Для восприятия поперечных сил могут быть использованы тяга Панара (одна поперечная штанга), а также механизмы Уатта или Скотта-Рассела (несколько поперечных рычагов или штанг соединенных между собой)» [8].



Рисунок 5 – Зависимая подвеска с тягой Панара

«Для второго исполнения характерно расположение узла трансмиссии непосредственно на кузове (раме), то есть независимо от направляющего аппарата подвески. Данная схема носит имя ее создателя графа Альбера Де Диона. В зависимости от исполнения рычаги задней подвески могут крепиться к кузову с помощью одного или пары сайлентблоков. Получаемое в данном случае снижение неподресоренных масс положительно сказывается

на управляемости и курсовой устойчивости, а статическое положение редуктора значительно упрощает компоновку. В то же время в данной подвеске ее хода ограничиваются предельными значениями углов в шарнирах приводов трансмиссии, что делает ее использование во внедорожной технике неэффективным и ограничивает применение в основном легковыми автомобилями» [17].

Значительное распространение также получила конструкция известная как подвеска Чепмэна (рисунок 6), являющаяся по сути вариацией подвески McPherson.

«Конструктивно это все тот же рычаг и амортизационная стойка, включающая в себя демпфер и упругий элемент, но без возможности поворота колес. Экономическая эффективность такого решения обусловлено относительно небольшой массой узлов и их количества. Подвеска Чепмэна может быть использована как для колес ведущей оси, так и ведомой. Ездовые показатели, такие как управляемость и устойчивость, при этом будут несомненно превышать таковые у зависимых и полузависимых подвесок» [2].



Рисунок 6 – Подвеска Чепмэна

Признанными эталонами задних независимых подвесок являются многорычажные подвески (рисунок 7).

«Связь колеса с кузовом в таких подвесках обеспечивается множеством рычагов или штанг, количество которых может достигать до 5 и более штук. Такое количество рычагов обычно требует применения сложного пространственного подрамника и в этом случае на небольшое значение массы, а значит и стоимости, рассчитывать не приходится. Однако, высокая стоимость, большая масса, сложность монтажа и сервисного обслуживания, оправдываются отличными ездовыми параметрами данного типа подвесок. Применение такой схемы в первую очередь ограничено бюджетом автомобиля. Многорычажные подвески можно встретить как на спортивных автомобилях и дорогих представительских седанах, так и на внедорожниках высоких ценовых сегментов» [21].

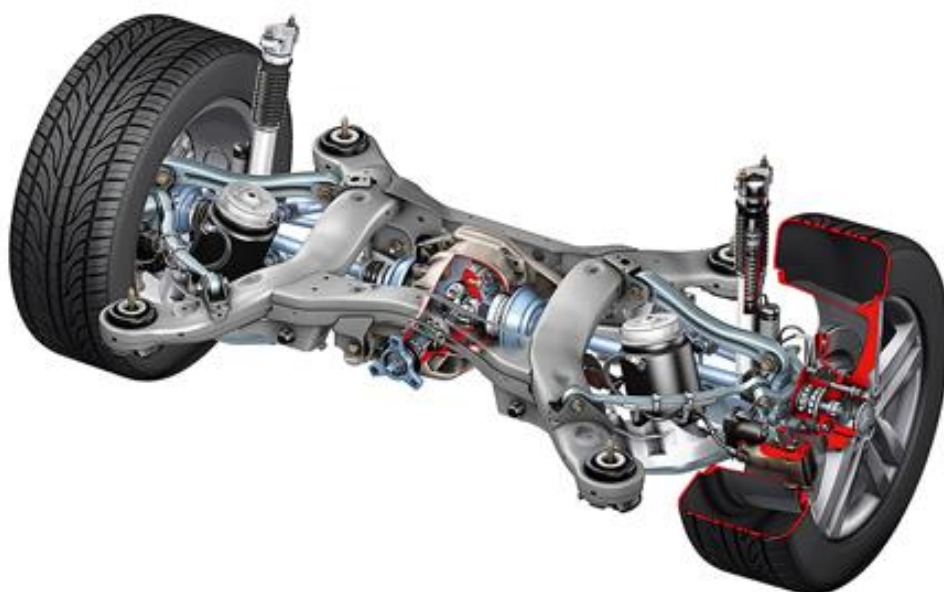


Рисунок 7 – Задняя многорычажная подвеска

«В сегментах автомобилей до В+ включительно в приоритете не эталонная управляемость, а экономическая эффективность. Именно поэтому в этих классах можно сказать доминирует полузависимая подвеска (рисунок 8), известная также как Twist Beam. Масса такой подвески чрезвычайно мала,

впрочем, как и стоимость, монтаж также достаточно прост, в эксплуатации не требуются дополнительные регулировки. Эти преимущества и определили крайне высокую популярность данной схемы в бюджетных автомобилях. В виду минимального количества шарниров (для крепления рычагов требуется всего пара шарниров) данную конструкцию, в целом, можно признать достаточно надежной» [31].



Рисунок 8 – Полузависимая задняя подвеска

«Деталь, соединяющая рычаги подвески расположена достаточно близко к шарнирам и поэтому при ходах подвески имеет относительно небольшое перемещение, что обеспечивает компоновочное преимущество полузависимой подвески относительно зависимой. Курсовая устойчивость и управляемость такой подвески, конечно, далеки от эталонных, но целом вполне приемлемы для бюджетных автомобилей. В то же время можно наблюдать как производители начинают использовать данную схему для автомобилей более высоких классов, например, Hyundai Elantra – типичный представитель С-класса. Однако, о какой-то серьезной экспансии подвески

twist beam в С-класс пока говорить не приходится. Внедрение полного привода в автомобили с задней полузависимой подвески достаточно непростая задача. В серийных автомобилях таких как Opel Mokka (рисунок 8) и Suzuki SX4 место для карданного вала обеспечивается загибом соединителя рычагов. Такое решение уже требует дополнительных затрат и не может обеспечить длинных ходов подвески, поэтому и не завоевало популярности у других производителей. Принимая во внимание тенденцию к популяризации использования электропривода ведущих колес, можно предположить, что в ближайшем будущем проблема полного привода для автомобилей с полузависимой подвеской будет неактуальна» [27].

Также рассмотрим популярные в настоящее время конструкции передних подвесок. Проведя анализ направлений развития исполнений передних подвесок автомобилей можно выделить следующие характерные тенденции. В настоящее время подавляющее количество автомобилей имеют переднюю подвеску типа «качающаяся свеча» MacPherson (рисунок 9).



Рисунок 9 – Подвеска МакФерсон

«Конструкция подвески состоит из рычага и пружинной стойки с амортизатором. Пружина устанавливается на амортизатор концентрично, причем верхний опорный виток упирается в специальный элемент содержащий в себе подшипник (верхняя опора), который уже в свою очередь крепится на кузове. Нижним опорным витком пружина через специальную прокладку упирается в чашку, приваренную на амортизаторе. Нижний рычаг в большей степени играет роль направляющего элемента и нагружен в меньшей степени, чем стойка. Благодаря хорошему восприятию нагрузок, а также своей простоте и компактности она получила широкое распространение на легковых переднеприводных автомобилях. Среди слабых сторон подвески MacPherson следует отметить худшие кинематические свойства, в сравнении с конструкцией на двойных поперечных рычагах; сложности, вызванные необходимостью организации дополнительной шумо- и виброизоляции салона; большие значение клевка кузова при торможении; более быстрый выход из строя амортизатора» [23].

Несмотря на большую популярность подвески типа MacPherson в настоящее время многие фирмы продолжают использовать классическую двухрычажную подвеску (рисунок 10).



Рисунок 10 – Подвеска на двойных поперечных рычагах

«В основе данной конструкции два поперечных рычагов, крепятся на подрамнике или непосредственно на кузове с помощью резинометаллических шарниров, ориентированных горизонтально. С другой стороны рычаги по средствам шаровых шарниров крепятся к цапфе или поворотному кулаку. Увеличение расстояние между поперечными рычагами в вертикальном направлении способствует уменьшению сил, возникающих в шарнирных соединениях. Обладая коротким верхним и достаточно длинным нижним рычагами такая подвеска способна обеспечить минимальные поперечные смещения колеса, серьезно ухудшающие боковую устойчивость транспортного средства и способствующему ускоренному износу шин. Однако повышенная стоимость и материалоемкость двухрычажной подвески, а также тяжело прогнозируемая деформации передней части кузова с требуемым поглощением энергии ограничивают ее применение в современных автомобилях. Поэтому такой тип подвески нашел распространение в основном у производителей спортивных автомобилей» [30].

1.2 Обоснование и описание проектируемой конструкции подвески

В данной работе модернизируется задняя подвеска легкового автомобиля 2 класса ЛАДА ГРАНТА (рисунок 11).

«По итогам апреля 2024 года продажи коммерческих и пассажирских автомобилей LADA в России составили 45 551 единицу, что является новым абсолютным максимумом с 2012 года, и на 64,8% выше, чем в апреле 2023 года. Всего за 4 месяца в РФ официальными дилерами LADA реализовано 137 114 автомобилей. Рост продаж составил 49,2% по сравнению с аналогичным периодом 2023 года. LADA Granta, самая массовая и доступная модель бренда, также достигла пика продаж за свою историю: в апреле передано клиентам 21 429 автомобилей (+7,7% к апрелю 2023 года). За 4 месяца продано 64 196 LADA Granta, что соответствует результату с января

по апрель 2023 года. Поддержание постоянного спроса невозможно без постоянного улучшения потребительских свойств автомобиля. Именно поэтому было принято решение модернизировать подвеску данной достаточно популярной модели АО «АВТОВАЗ». Сама конструкция достаточна известна и проверена временем. Ее можно встретить на множестве автомобиля АВТОВАЗа, таких как SAMARA / SPUTNIK, KALINA, PRIORA» [8].

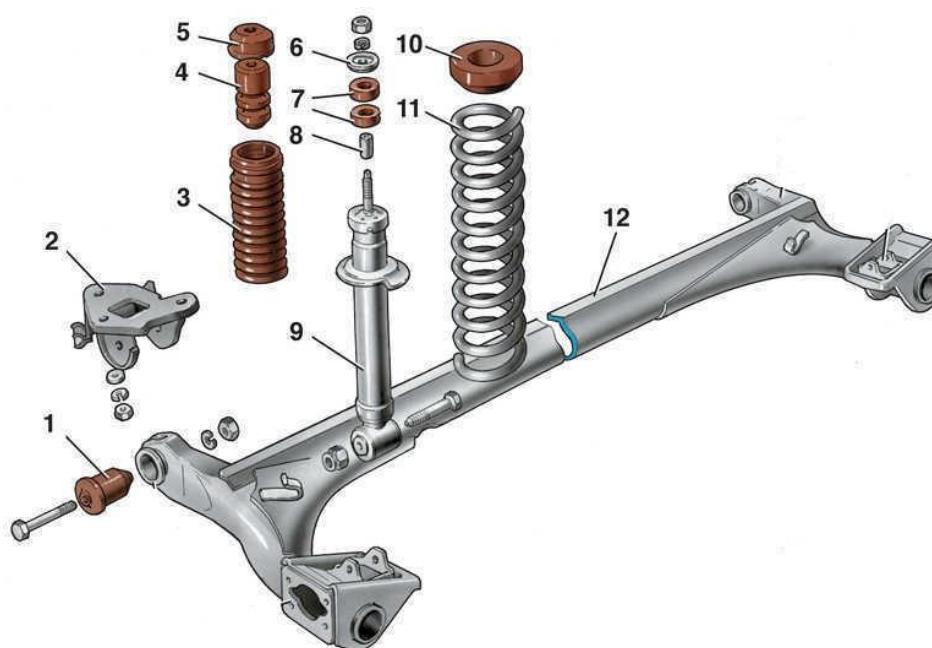


Рисунок 11 – Схема задней подвески автомобиля LADA GRANTA

«Задняя подвеска автомобиля ЛАДА ГРАНТА включает в себя рычаги задней подвески 12, которые крепятся через шарниры 1 с помощью кронштейнов 2 к кузову. Амортизатор задней подвески 9 нижним своим концом крепится к рычагам подвески, а верхним крепится на кузове с помощью подушек 7 расположенным по разные стороны горизонтальной поверхности стакана кузова и установленным соосно втулке 8. Нижняя подушка упирается в крышку кожуха амортизатора 5, а верхняя прижимается шайбой 6. Буфер хода сжатия 4 устанавливается на штоке амортизатора и верхней своей частью упирается крышку кожуха. Кожух 3 устанавливается на корпусе амортизатора и фиксируется на крышке. Пружина задней

подвески 11 устанавливается на амортизатор, нижней своей частью опирается на чашку амортизатора, а верхней через прокладку 10 опирается на кузов» [5].

«Данная схема задней полузависимой подвески получила название TWIST BEAM. Конструкция, применяемая в автомобиле ЛАДА ГРАНТА имеет некоторые отличия от наиболее популярного среди автопроизводителей в настоящее время ее исполнения. В первую очередь это пружины, установленные непосредственно на демпферах. Обычно пружины и амортизаторы устанавливают отдельно. Это позволяет разместить данные элементы ниже и получить больший объем багажника. Конструкторское решение, применяемое в автомобиле ГРАНТА, направлено на уменьшение количества деталей подвески и кузова и, как следствие, снижения конечной стоимости. Во вторую очередь - как вытекающее из первого, это простая конструкция усилителей рычагов, обусловленная отсутствием необходимости организации на них упора для пружины, что способствует снижению стоимости узла. Развитая конструкция кронштейна крепления амортизатора, который включает в свой состав фланец ступицы. Получаемое минимальное количество элементов входящих в состав рычагов делает заднюю подвеску автомобиля ГРАНТА легкой и недорогой.

Изменение компоновочной схемы приведет к значительному удорожанию данной подвески и может оказаться экономически необоснованным ввиду позиционирования автомобиля как бюджетного.

Также принимая во внимание, что большинстве автомобилей в данном классе имеют полузависимую подвеску, предлагается оставить компоновочную схему автомобиля ЛАДА ГРАНТА без изменений. Однако, вполне возможно улучшить ездовые характеристики автомобиля путем оптимизации настроек элементов подвески» [24].

Таким образом, в настоящем проекте предполагается улучшение управляемости и курсовой устойчивости за счет оптимизации характеристики демпфера.

2 Расчет тягово-динамических характеристик автомобиля

Тягово-динамический расчет – это методология расчета параметров движения транспортного средства, учитывающая влияние тяговых усилий, сил сопротивления и других динамических факторов на его движение. Этот расчет проводится для определения необходимой мощности двигателя, выбора оптимальной передачи, расчета тяговых характеристик и других параметров, которые влияют на эффективность работы транспортного средства.

Тягово-динамический расчет проводится как для разработки новых моделей транспортных средств, так и для оптимизации работы уже существующих. Он позволяет учесть все факторы, влияющие на движение транспортного средства, и провести анализ его эффективности и производительности.

«Исходные данные для расчета:

- привод колес передний;
- количество мест 5;
- количество передач трансмиссии 5;
- КПД трансмиссии 0,9;
- шина 185/65R14;
- максимальная скорость, км/ч 180;
- масса транспортного средства, кг 1088;
- коэффициент аэродинамического сопротивления 0,32;
- коэффициент сопротивления качению 0,012;
- преодолеваемый уклон 0,3;
- обороты ДВС
..... $\omega_e^{\min} = 1000$ об/мин, $\omega_e^{\max} = 6000$ об/мин, $\omega_N = 5600$ об/мин» [1].

«Расчет полной массы и веса автомобиля:

$$m = m_a \cdot 75 \cdot n + 10 \cdot n, \quad (1)$$

где n – число посадочных мест автомобиля» [32].

$$m = 1060 \cdot 75 \cdot 5 + 10 \cdot 5 = 1485 \text{ кг.}$$

«Рассчитаем также вес автомобиля:

$$G_{сер} = m_{сер} \cdot g \quad (2)$$

$$G_{сер} = 1483,5 \cdot 9,81 = 14553 \text{ Н.}$$

«Для переднеприводной компоновки с силовым агрегатом расположенным спереди распределение массы по осям будет происходить в отношении 60% на 40% для передней и задней оси соответственно. Для автомобиля GRANTA в абсолютных величинах развесовка будет составлять 855 кг/570 кг» [29].

«Коэффициент обтекаемости:

$$k = \frac{C_x \cdot \rho}{2}, \quad (3)$$

где ρ – плотность воздуха» [1].

$$k = \frac{0,37 \cdot 1,293}{2} = 0,24.$$

«Радиус качения колеса для шины определяется по формуле:

$$r_k = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H \quad (4)$$

$$r_k = 0,5 \cdot 14 \cdot 25,4 + 0,86 \cdot 185 \cdot 0,65 = 281,2 \text{ мм.}$$

«Лобовая площадь автомобиля:

$$F = 0,8 \cdot B_g \cdot H_g, \quad (5)$$

где B_g и H_g – соответственно габаритная ширина и высота автомобиля» [11]

$$F = 0,8 \cdot 1,7 \cdot 1,5 = 2,04 \text{ м}^2.$$

«Коэффициент дорожного сопротивления:

$$\psi_v = f = f_{k0} \cdot \left(1 + \frac{v_{\max}^2}{2000} \right) \gg [11], \quad (6)$$

$$\psi_v = f = 0,026.$$

«Передаточное отношение главной передачи:

$$U_{zn} = \frac{\omega_{\max} \cdot r_k}{v_{\max} \cdot U_{KП}}, \quad (7)$$

где $U_{KП}$ – передаточное отношение высшей передачи, принимается равным 0,78.» [11]

$$U_{zn} = \frac{586 \cdot 273}{48,6 \cdot 0,78} = 4,2.$$

Внешняя скоростная характеристика силового агрегата.

«Для легковых автомобилей коэффициент суммарного дорожного сопротивления назначают равным коэффициенту качения при максимальной скорости, то есть максимальная скорость развивается только на горизонтальной дороге» [11].

$$N_v = \frac{1}{\eta_{mp}} (G_a \cdot \psi_v \cdot v_{\max} + k \cdot F \cdot v_{\max}^3), \quad (8)$$

$$N_v = \frac{1}{0,9} (14553 \cdot 0,027 \cdot 48,6 + 0,24 \cdot 2,04 \cdot 48,6^3) = 83,6 \text{ кВт.}$$

«Максимальная мощность двигателя:

$$N_e^{\max} = \frac{N_v}{a\lambda + b\lambda^2 - c\lambda^3}, \quad (9)$$

где λ – отношение максимальных оборотов двигателя к оборотам двигателя при максимальной мощности.

$$\lambda = \frac{\omega_{\max}}{\omega_N}, \quad (10)$$

$$\lambda = \frac{6000}{5600} = 1,071;$$

где a, b, c – эмпирические коэффициенты, принимаются равными 1» [11]

$$N_e^{\max} = \frac{83,6}{1,071 + 1,071^2 - 1,071^3} = 84,48 \text{ кВт.}$$

«Внешняя скоростная характеристика силового агрегата с учетом оборотов:

$$N_e = N_{\max} \left[\frac{\omega_e}{\omega_N} + \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right], \quad (11)$$

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \gg [11]. \quad (12)$$

Строим графики (см. Приложение).

«Передаточные числа коробки передач.

«Для обеспечения возможности движения автомобиля тяговая сила на ведущих колесах должна быть больше силы сопротивления дороги. Во избежание буксования ведущих колес тяговая сила на первой передаче должна быть меньше силы сцепления колес с дорогой» [11].

$$G_{сц} \cdot \varphi \geq \frac{M_{e\max} \cdot \eta_{mp} \cdot U_{ГП} \cdot U_1}{r_k} \geq G_a \cdot \psi_{\max} \gg [11]. \quad (13)$$

«Для первой передачи справедливо выражение:

$$\frac{G_{сц} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{e\max} \cdot \eta_{mp} \cdot U_{ГП}} \geq U_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_k}{M_{e\max} \cdot \eta_{mp} \cdot U_{ГП}} \gg [11], \quad (14)$$

$$2,79 \geq U_1 \geq 0,15.$$

Принимаем для первой передачи $U_1 = 2,23$.

«Зная передаточное число первой передачи, находим передаточные числа для остальных передач по формулам:

$$\begin{aligned} U_2 &= \sqrt[3]{U_1^2}, \\ U_3 &= \sqrt[3]{U_1}, \\ U_4 &= 1, \\ U_5 &= 0,6 \dots 0,8. \end{aligned} \quad (15)$$

Чтобы обеспечить надежность и долговечность зубчатого соединения для четвертой передачи вместо 1 примем передаточное отношение равным 0,98» [11].

Подставляя значения в остальные формулы получаем:

$$U_2 = \sqrt[3]{2,23^2} = 1,7,$$

$$U_3 = \sqrt[3]{2,23} = 1,3,$$

$$U_5 = 0,78.$$

Тяговый баланс автомобиля.

Уравнение тягового баланса автомобиля:» [11]

$$P_T = P_D + P_B + P_{II}, \quad (16)$$

где P_T – тяговая сила автомобиля;

P_D – сила дорожного сопротивления;

P_B – сила сопротивления воздуха;

P_{II} – сила сопротивления разгону автомобиля» [11].

«Эти силы рассчитываются по формулам:

$$P_T = \frac{U_k \cdot U_0 \cdot M_e \cdot \eta_{mp}}{r_k}, \quad (17)$$

$$P_D = P_{II} + P_f, \quad (18)$$

$$P_{II} = G_a \cdot \sin \alpha, \quad (19)$$

$$P_f = G_a \cdot \cos \alpha \cdot f, \quad (20)$$

$$P_B = k \cdot F \cdot V^2 \text{ » [11].} \quad (21)$$

«Связываем скорость и силу тяги автомобиля:

$$V_a = \frac{r_k \cdot \omega_e}{U_k \cdot U_0} \Rightarrow P_T = \frac{\omega_e \cdot M_e \cdot \eta_{mp}}{V_a} \gg [11]. \quad (22)$$

При помощи этой связи можно построить графики зависимости силы тяги от скорости автомобиля (см. Приложение).

Динамическая характеристика автомобиля.

«Динамическая фактором автомобиля называют отношение разности силы тяги и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \gg [11]. \quad (23)$$

«Определяем связь динамической характеристики и сопротивления со стороны дороги:

$$D = \psi + \frac{j}{g} \cdot \delta_{ep}, \quad (24)$$

где j – ускорение автомобиля;

δ_{ep} – коэффициент учета вращающихся масс;

ψ – коэффициент сопротивления дороги» [11].

Рассчитав динамический фактор автомобиля на всех передачах можем построить его графики (см. Приложение).

Ускорения автомобиля.

«Ускорение во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге с твердым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и при отсутствия буксования ведущих колес.

$$j = \frac{(D - \psi) \cdot g}{\delta_{ep}}, \quad (25)$$

где δ_{ep} – коэффициент учета вращающихся масс, зависит от вращающихся масс двигателя и колес» [11].

«Коэффициент учета вращающихся масс рассчитывается по формуле:

$$\delta_{ep} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_k^2), \quad (26)$$

где δ_1 – коэффициент учета вращающихся масс колес;

δ_2 – коэффициент учета вращающихся масс двигателя» [11].

«Принимаем коэффициенты в соответствии со справочными значениями: $\delta_1 = \delta_2 = 0,03$, $\delta_{epI} = 3,7$, $\delta_{epII} = 2,58$, $\delta_{epIII} = 1,93$, $\delta_{epIV} = 1,54$, $\delta_{epV} = 1,35$ » [11].

Производим расчет и строим графики ускорения в зависимости от скорости движения автомобиля на различных передачах (см. Приложение).

Расчет времени и пути разгона.

«Для нахождения времени разгона автомобиля необходимо задаться обратными ускорениями $1/j$ автомобиля» [11].

Строим их графики (см. Приложение).

«Проинтегрировав данные графики, мы можем рассчитать время разгона от скорости автомобиля. Точки переключения передач следует взять в местах пересечения графиков.

Расчет ведем по следующим формулам:

$$\Delta t_{ep} = \frac{1}{j_a} \Delta V, \quad (27)$$

$$t = \sum \Delta t_i \text{ » [11].} \quad (28)$$

«Путь разгона считаем аналогичным способом:

$$ds = V_a \cdot dt, \quad (29)$$

$$\Delta s = V_a \cdot \Delta t, \quad (30)$$

$$s = \sum s_i^t \gg [11]. \quad (31)$$

Строим графики (см. Приложение).

Мощностной баланс автомобиля.

«По аналогии с уравнением тягового баланса автомобиля записывается уравнение мощностного баланса автомобиля.

$$N_T = N_e - N_{mp} = N_f + N_{II} + N_B + N_{II}, \quad (32)$$

где N_e – тяговая мощность, мощность подводимая к ведущим колесам;

N_{mp} – мощность, теряемая в агрегатах трансмиссии»;

N_f – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления качения колес;

N_{II} – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления подъему;

N_B – мощность, затраченная на преодоление силы сопротивления воздуха

N_{II} – мощность, затраченная на преодоление силы инерции автомобиля» [11].

«С помощью мощностного баланса мы можем найти сопротивления, которые может преодолеть автомобиль на любой скорости» [11]. Решение уравнения (32) производится графическим способом (см. Приложение)

Топливо-экономическая характеристика автомобиля.

«Путевой расход топлива на 100км пути выражается через удельный эффективный расход топлива.

$$g_{\Pi} = \frac{g_e \cdot N_e}{36 \cdot \rho_T \cdot V}, \quad (33)$$

где ρ_T – плотность топлива, для бензина принимаем 0,72 кг/л;

V – скорость автомобиля» [11].

«Эффективность мощности может быть выражена из мощностного баланса.

$$g_{\Pi} = \frac{g_e}{36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_{mp}} \cdot P_{\text{д}} + P_{\text{в}} + P_{\text{и}} \gg [11]. \quad (34)$$

«Точный расход топлива в определенных условиях может быть рассчитан благодаря исходя из нагрузочной характеристики двигателя, которая может быть определена только благодаря эксперименту» [11].

«Экспериментальных данных нет, поэтому воспользуемся следующей формулой:

$$g_e = k_{\text{СК}} \cdot k_{\text{И}} \cdot g_{e\text{min}} \cdot 1,1, \quad (35)$$

где $k_{\text{СК}}$ и $k_{\text{И}}$ – коэффициенты, учитывающие соответственно изменения величины $g_{e\text{min}}$, в зависимости от ω_e и I двигателя;

$g_{e\text{min}} \rightarrow$ [11].

Примем минимальный удельный расход топлива равным 290 г/кВт*ч

Отсюда, учитывая $P_{\text{И}} = 0$ для равномерного движения, выводим:

$$g_{II} = \frac{k_{CK} \cdot k_{II} \cdot g_{e\min} \cdot 1,1 \cdot (P_D + P_B)}{36000 \cdot \rho_T \cdot \eta_{mp}}. \quad (36)$$

«Так как показателем топливной экономичности автомобиля служит минимальный путевой расход топлива, соответствующий скорости при испытаниях автомобиля с полной нагрузкой на горизонтальной дороге, принимаем значение уклона дороги α равное 0» [11].

Выводы по разделу.

В данном разделе проведен ТДР и построены характеристики двигателя.

Выполнение ТДР автомобиля позволяет получить ценную информацию о его производительности и динамических характеристиках, что важно для определения его конкурентоспособности на рынке и выявления возможных направлений для дальнейшей оптимизации конструкции, а также для определения необходимой мощности двигателя, выбора оптимальной передачи, расчета тяговых характеристик и других параметров, которые влияют на эффективность работы транспортного средства.

3 Конструкторская часть

3.1 Обоснование компоновочной схемы подвески

В данной дипломной работе совершенствуется задняя подвеска легкового автомобиля ЛАДА ГРАНТА производства АО «АВТОВАЗ». Конечная цель модернизации - улучшение управляемости и курсовой устойчивости транспортного средства.

«Изменение компоновочной схемы или другие значительные изменения в конструкции не всегда целесообразны в массовом производстве ввиду возникающей потребности в дополнительных инвестиционных капиталах. Также стоит принимать во внимание тот факт, что задняя подвеска автомобиля ЛАДА ГРАНТА хорошо сбалансирована и, для своего класса, обеспечивает достаточный уровень ездовых характеристик, стоимостью изготовления ее уже невелика, поэтому изменение компоновочной схемы нерационально. Понимая, что ГРАНТА это типичный представитель класса бюджетных автомобилей, следует подходить к модернизации не привлекая больших капитальных затрат» [25].

В данной работе предлагаемая модернизация демпфирующего элемента не потребует крупных инвестиций в подготовку производства и модернизацию оборудования, однако результат ее будет ощутим для конечного потребителя.

3.2 Определение характеристик демпфирования колебаний и неподрессоренных масс автомобиля

«Скоростная характеристика амортизатора подвески, является основной характеристикой демпфирующего элемента. Данная характеристика взята из оригинальной конструкторской документации завода-изготовителя, которую он в свою очередь получает от поставщика

данного изделия (рисунок 12). На основании условий, изображенных на рисунке происходит проверка амортизатора на соответствие его условиям долговечности. Подтверждение осуществляется при скорости перемещения штока 0,105 м/с и 0,314 м/с» [3].

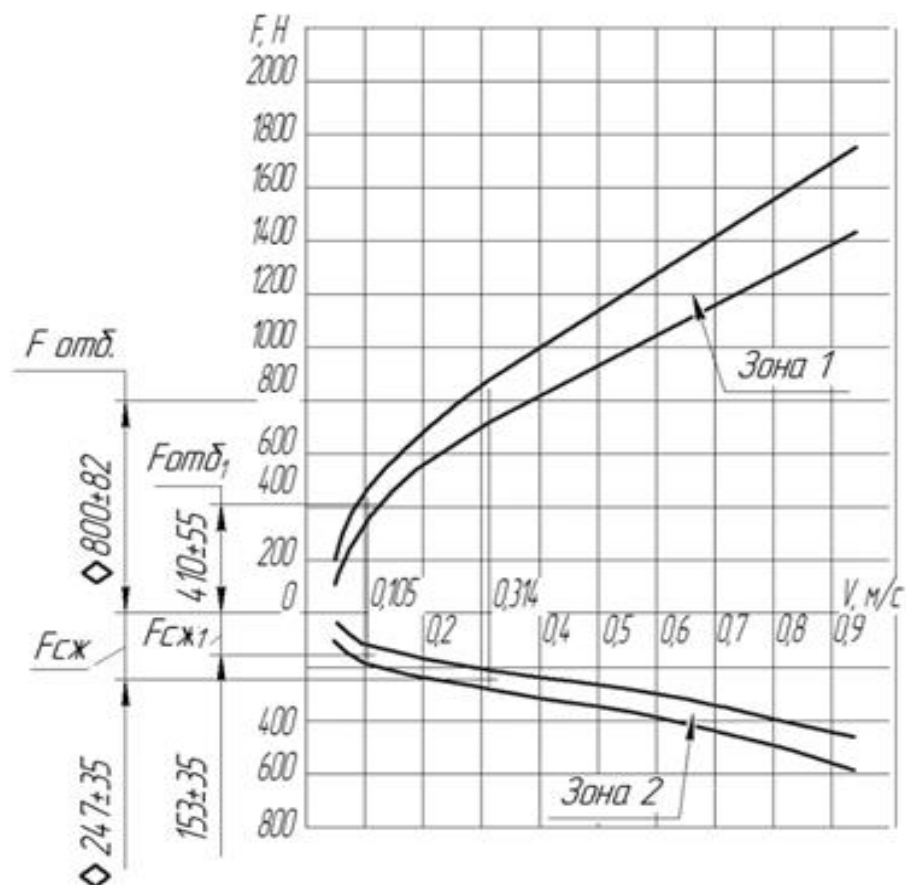


Рисунок 12 – Скоростная характеристика амортизатора задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА

«Средний коэффициент демпфирования:

$$K_A = \frac{F_{сж} + F_{отб}}{2 \cdot v}, \quad (37)$$

где $F_{сж}$ – усилие амортизатора на ходе сжатия;]

$F_{отб}$ – усилие амортизатора на ходе отбоя;

v – скорость движения штока амортизатора» [9].

$$K_{DA} = \frac{153 + 410}{2 \cdot 0,105} = 2681 \text{ Н} \cdot \text{с/м},$$

$$K_{KA} = \frac{247 + 800}{2 \cdot 0,314} = 1667 \text{ Н} \cdot \text{с/м}.$$

«Так как передаточное отношение демпфирующего элемента в настоящем исполнении подвески i_{AM} равно 1, уточнение коэффициентов демпфирования относительно колеса не требуется.

В результате значения коэффициента демпфирования: $K_D = 2681 \text{ Н} \cdot \text{с/м}$ для дроссельного режима, $K_K = 1667 \text{ Н} \cdot \text{с/м}$ для клапанного режима» [26].

«Коэффициент относительного демпфирования подрессоренной и неподрессоренной массы автомобиля с учетом среднего коэффициента демпфирования:

$$\psi_{II} = \frac{K}{2 \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_z}}, \quad (38)$$

где K – коэффициент демпфирования в отношении колеса;

m_{II} – подрессоренная масса, которая приходится на одно колесо;

C_z – вертикальная жесткость задней подвески» [9].

$$\psi_{ID} = \frac{K_D}{2 \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_z}}, \quad (39)$$

$$\psi_{ID} = \frac{2681}{2 \cdot \sqrt{348 \cdot 23536}} = 0,45, \text{ для дроссельного режима}$$

$$\psi_{IK} = \frac{K_K}{2 \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_z}}, \quad (40)$$

$$\psi_{IK} = \frac{1667}{2 \cdot \sqrt{348 \cdot 23536}} = 0,28, \text{ для клапанного режима}.$$

«Оптимальным интервалом для коэффициента относительного демпфирования будут являться значения от 0,25 до 0,3. Плавность хода транспортного средства при этом будет находиться на хорошем уровне. ВКак видно из расчета значение коэффициента для дроссельного режима не укладывается в данные значения. В то же время клапанный режим укладывается» [26].

«Для лучшего отработывания демпфером крупных дорожных нервноностей примем коэффициент для клапанного режима равным 0,3 и определим требуемый средний коэффициент демпфирования:

$$K_K = \psi_{ПК} \cdot (2 \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_z}) \frac{K_K}{2 \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_z}} \gg [9]. \quad (41)$$

«Средний коэффициент демпфирования

$$K_K = \psi_{ПК} \cdot (2 \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_z}) \frac{K_K}{2 \cdot \sqrt{m_{II} \cdot C_z}} \gg [9], \quad (42)$$

$$K_K = 0,3 \cdot (2 \cdot \sqrt{348 \cdot 23536}) = 1789 \text{ Н} \cdot \text{с/м}.$$

«При работе демпфера на отбой усилие в нем может быть значительным, следовательно, лучшим вариантом увеличения значения среднего коэффициента демпфирования является увеличение усилия на сжатие.

Целевое значение усилия на сжатии:

$$K_{КА} = \frac{F_{сж} + 800}{2 \cdot 0,314} \gg [9], \quad (43)$$

$$K_{КА} = \frac{349,24 + 800}{2 \cdot 0,314} = 1830 \text{ Н} \cdot \text{с/м}.$$

«Тогда, значение усилия на сжатие будет определяться по формуле:

$$F_{сж} = (K_{КА} \cdot 2 \cdot \nu) - F_{отб} \text{ [9]}, \quad (44)$$
$$F_{сж} = (1667 \cdot 2 \cdot 0,314) - 800 = 247 \text{ Н.}$$

«Клапан сжатия демпфера содержит в своем составе три упругих диска. Дроссельный режим демпфера обеспечивается путем перетекания рабочей жидкости через специальные отверстия дроссельного диска. Клапанный режим требующий протекания большого объема жидкости происходит за счет деформации всех трех дисков» [9].

«Жесткость дисков клапанов обладает кубической зависимостью от их толщины:

$$C_d = a^3 \cdot y, \quad (45)$$

где a – толщина диска клапана сжатия;

y – коэффициент, зависящий от конструкции диска клапана сжатия» [9].

«Определение вышеуказанного коэффициента потребует значительное количество специфической информации, которая обычно является коммерческой тайной производителя. Поэтому в данной работе расчет жесткости будет производиться только с учетом толщин дисков клапана сжатия.

Жесткость базовой конструкции:

$$C_{СЖ} = C_{d1} + C_{d2} + C_{d3} \text{ [9]}. \quad (46)$$

«Изменяя толщины дисков приводит к изменению пропускающей способности клапана, а следовательно, к увеличению или уменьшению

жесткости демпфера на сжатие. Увеличим толщину одного диска клапана сжатия с 0,1 мм до 0,12мм:

$$C_{СЖП} = 0,1^3 \cdot y + 0,1^3 \cdot y + 0,12^3 \cdot y = 0,037 \cdot y \text{ [9].}$$

«Увеличение жесткости амортизатора в сравнении с базовой конструкцией:

$$C_{СЖП} / C_{СЖБ} = 0,037 \cdot y / 0,03 \cdot y = 1,243 \text{ [9].}$$

«Усилия сжатия модернизируемого амортизатора и базового:

$$F_{сжП} = 1,243 \cdot F_{сжК} \text{ [9],} \tag{47}$$

$$F_{сжП} = 1,243 \cdot 246,9 = 306,9 \text{ Н.}$$

«Средний коэффициент демпфирования и относительного демпфирования колебаний подрессоренной массы» [9] для модернизируемого узла с учетом полученного усилия сжатия:

$$K_{КСТ} = \frac{306,9 + 800}{2 \cdot 0,314} = 1763 \text{ Н} \cdot \text{с/м,}$$

$$\psi_{ПК} = \frac{1763}{2 \cdot \sqrt{306,9 \cdot 23536}} = 0,3.$$

В результате получаем, что значение коэффициента относительного демпфирования колебаний подрессоренной массы, найденное в результате расчета соответствует значению, которое было выбрано ранее.

4 Технологический раздел

В процессе сборки автомобилей и тракторов происходит объединение деталей в определенной последовательности для создания узлов, механизмов или готового транспортного средства в соответствии с установленными техническими требованиями. Этот процесс может осуществляться как на заводе, где производятся детали, так и на специализированном сборочном предприятии. В настоящее время в автотракторостроении преобладает первый способ организации производства.

Сборочные работы требуют больше затрат труда по сравнению с литейными, сварочными и другими видами работ. Однако механизация процесса сборки может существенно снизить трудоемкость и является важным резервом для улучшения производства. В автотракторостроении часто используется массовое и крупносерийное производство, что способствует механизации и автоматизации сборочных процессов.

Несмотря на то, что трудоемкость в других цехах снижается быстрее, чем в сборочных, значение сборочных работ остается значительным, порядка 25% от общей трудоемкости.

4.1 Обоснование выбора технологического процесса

При выборе технологического процесса сборки необходимо учитывать следующие факторы:

- требования к качеству продукции: необходимо выбрать технологию, которая обеспечит высокое качество сборки изделий и минимизирует возможность дефектов;
- сроки производства: выбор технологии должен обеспечить выполнение заказов в заданные сроки и обеспечить эффективность процесса сборки;

- себестоимость производства: необходимо выбрать технологию, которая позволит снизить затраты на производство и повысить прибыльность предприятия;
- объем производства: технология должна быть масштабируемой и способной обеспечить производство большого количества изделий;
- технические возможности оборудования: необходимо учитывать наличие необходимого оборудования и его технические характеристики при выборе технологии сборки.

Исходя из вышеперечисленных факторов, выбор технологического процесса сборки должен быть обоснован и основан на комплексном анализе всех аспектов производства. Таким образом, при выборе технологического процесса необходимо учитывать все вышеперечисленные факторы, чтобы обеспечить оптимальное производство продукции. Кроме того, размеры изделия также оказывают влияние на выбор технологического процесса. Производство крупных изделий может потребовать применения кранов и другой тяжелой техники, в то время как для мелких изделий могут применяться автоматизированные линии сборки.

В случае с модернизацией задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА, вероятно, спрос будет невелик, поэтому рационально организовать сборку по принципу мелкосерийного производства. Работы выполняются бригадами рабочих, специализирующихся в соответствующих областях сборки.

«Рассчитаем такт выпуска по формуле:

$$T_{д} = \frac{F_{д} \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (48)$$

где $F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч.;

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 120 шт» [12].

$$T_{д} = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{120} = 1035 \text{ ч.}$$

После этапа разработки создаем план технологического процесса сборки, который включает в себя графическое изображение последовательности операций, необходимых для конечного продукта.

«План описывает порядок выполнения всех этапов производства, начиная с получения исходных материалов и заканчивая готовым изделием. Важные компоненты этого плана включают получение материалов, подготовительные операции (например, разметка, нарезка, обработка), сборку изделия из деталей, окончательную обработку (включая шлифовку, полировку, окраску), контроль качества (проверку соответствия требованиям) и упаковку и хранение готового продукта» [17].

Перечень сборочных работ узловой и общей сборки задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень сборочных работ узловой и общей сборки задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА

Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов	Время на выполнение операции, мин.
Взять рычаг балки задней подвески	1
Осмотреть рычаг балки задней подвески на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии рычага заданным стандартам	2
Взять кронштейн крепления рычага задней подвески	0,3
Осмотреть кронштейн крепления рычага задней подвески на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии кронштейна заданным стандартам	1
Взять сайлентблок (резинометаллический шарнир)	0,3
Осмотреть сайлентблок на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину	1
Установить сайлентблок в рычаг балки задней подвески	1
Взять болт рычага, шайбу пружинную, гайку М12×1,25	0,3
Установить кронштейн крепления рычага задней подвески на рычаг балки задней подвески при помощи болта рычага, шайбы пружинной, гайки М12×1,25	1,5

Продолжение таблицы 1

Операции, входящие в состав основных и вспомогательных переходов	Время на выполнение операции, мин.
Взять амортизатор ВА3-2190 задний масляный	0,3
Осмотреть амортизатор ВА3-2190 задний масляный на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии амортизатора заданным стандартам	2
Взять болт М12×1,25×80 с заостренным концом, гайку М12×1,25 самоконтрящуюся	0,3
Установить амортизатор ВА3-2190 задний масляный на рычаг балки задней подвески при помощи болта М12×1,25×80 с заостренным концом и гайки М12×1,25	3
Взять буфер хода сжатия амортизатора	0,3
Осмотреть буфер хода сжатия амортизатора на наличие трещин или повреждений	1
Установить буфер хода сжатия амортизатора на амортизатор ВА3-2190 задний масляный	0,5
Взять кожух	0,3
Осмотреть кожух на наличие трещин или повреждений	1
Установить буфер хода сжатия амортизатора на амортизатор ВА3-2190 задний масляный	0,8
Взять крышку кожуха	0,3
Осмотреть крышку кожуха на наличие трещин или повреждений	0,8
Установить крышку кожуха на шток амортизатора ВА3-2190 задний масляный	1
Взять разрезную втулку заднего амортизатора ВА3-2108	0,3
Осмотреть разрезную втулку заднего амортизатора ВА3-2108 на наличие трещин или повреждений	0,2
Установить разрезную втулку заднего амортизатора ВА3-2108 на шток амортизатора ВА3-2190 задний масляный	0,7
Взять подушку амортизатора	0,3
Осмотреть подушку амортизатора на наличие трещин или повреждений	1
Установить подушку амортизатора на амортизатор ВА3-2190 задний масляный	1,5
Взять прокладку верхнюю	0,2
Взять пружину задней подвески	0,2
Осмотреть пружину задней подвески на наличие трещин или повреждений	1
Взять шайбу, гайку М10×1,25 самоконтрящуюся	0,5
Установить пружину задней подвески, прокладку верхнюю, шайбу, гайку М10×1,25 самоконтрящуюся на шток амортизатора ВА3-2190 задний масляный	4
Проверить качество выполненных операций и выполнить регулировку	10
Итого:	39,9

Определим общее оперативное время на все виды работ:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots t_{on_n}, \quad (49)$$

«Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{ит}^{общ} = t_{он}^{общ} + t_{он}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (50)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, принимается равным 3%;

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, принимается равным 5%» [23].

$$t_{ит}^{общ} = 17,5 + 17,5 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 18,9 \text{ мин.}$$

4.2 Разработка технологического процесса сборки

Составим порядок выполнения технологических операций, укажем используемые приспособления и занесем время, требуемое для выполнения каждой операции, в таблицу 2.

Таблица 2 – Технологический процесс сборки задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
005	Сборочная	1	Взять рычаг балки задней подвески	Набор необходимого инструмента для выполнения сборки: набор инструмента универсальный 1/4", 1/2" DR S04H524179S	55,7
		2	Осмотреть рычаг балки задней подвески на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и		

Продолжение таблицы 2

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
			ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии рычага заданным стандартам	Jonnesway, слесарный молоток, оправка, отвертка, инструмент для снятия стопорных колец	
		3	Взять кронштейн крепления рычага задней подвески		
		4	Осмотреть кронштейн крепления рычага задней подвески на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии кронштейна заданным стандартам		
		5	Взять сайлентблок (резинометаллический шарнир)		
		6	Осмотреть сайлентблок на наличие трещин или повреждений, коррозию и ржавчину		
		7	Установить сайлентблок в рычаг балки задней подвески		
		8	Взять болт рычага, шайбу пружинную, гайку M12×1,25		
		9	Установить кронштейн крепления рычага задней подвески на рычаг балки задней подвески при помощи болта рычага, шайбы		

Продолжение таблицы 2

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
			пружинной, гайки М12×1,25		
		10	Взять амортизатор ВА3-2190 задний масляный		
		11	Осмотреть амортизатор ВА3-2190 задний масляный на наличие трещин или повреждений, ровность и целостность сварных швов, коррозию и ржавчину, правильность установки и крепления компонентов, соответствие размеров и геометрии амортизатора заданным стандартам		
		12	Взять болт М12×1,25×80 с заостренным концом, гайку М12×1,25 самоконтрящуюся		
		13	Установить амортизатор ВА3-2190 задний масляный на рычаг балки задней подвески при помощи болта М12×1,25×80 с заостренным концом и гайки М12×1,25		
		14	Взять буфер хода сжатия амортизатора		
		15	Осмотреть буфер хода сжатия амортизатора на наличие трещин или повреждений		
		16	Установить буфер хода сжатия амортизатора на амортизатор ВА3-2190 задний масляный		
		17	Взять кожух		

Продолжение таблицы 2

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
		18	Осмотреть кожух на наличие трещин или повреждений		
		19	Установить буфер хода сжатия амортизатора на амортизатор ВА3-2190 задний масляный		
		20	Взять крышку кожуха		
		21	Осмотреть крышку кожуха на наличие трещин или повреждений		
		22	Установить крышку кожуха на шток амортизатора ВА3-2190 задний масляный		
		23	Взять разрезную втулку заднего амортизатора ВА3-2108		
		24	Осмотреть разрезную втулку заднего амортизатора ВА3-2108 на наличие трещин или повреждений		
		25	Установить разрезную втулку заднего амортизатора на шток амортизатора ВА3-2190 задний масляный		
		26	Взять подушку амортизатора		
		27	Осмотреть подушку амортизатора на наличие трещин или повреждений		
		28	Установить подушку амортизатора на амортизатор ВА3-2190 задний масляный		
		29	Взять прокладку верхнюю		
		30	Взять пружину задней подвески		
		31	Осмотреть пружину задней подвески на		

Продолжение таблицы 2

Номер операции	Операция	Позиция	Подробное описание содержания операции	Оборудование, инструмент, приспособление	Суммарное время операций, мин.
			наличие трещин или повреждений		
		32	Взять шайбу, гайку М10×1,25 самоконтрящуюся		
		33	Установить пружину задней подвески, прокладку верхнюю, шайбу, гайку М10×1,25 самоконтрящуюся на шток амортизатора ВАЗ-2190 задний масляный		
010	Реглировочная	1	Проверить качество выполненных операций и выполнить регулировку	–	10

Выводы по разделу.

Для автомобиля ЛАДА ГРАНТА был выбран технологический процесс задней подвески: сборка амортизаторов и пружин, установка амортизаторов и пружин на поперечные рычаги, установка поперечных рычагов на кузов, установка стабилизатора на поперечные рычаги и колес. Для определения трудоемкости сборки использовались данные о времени выполнения каждого этапа процесса с учетом оптимальной последовательности операций и оптимального распределения рабочего времени.

На основе данных и расчетов была разработана схема технологического процесса задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА, которая была представлена в графической части выпускной квалификационной работы.

Таким образом, выбранный технологический процесс обеспечивает оптимальную сборку задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА с минимальной трудоемкостью и высоким качеством исполнения.

5 Производственная и экологическая безопасность проекта

Производственная и экологическая безопасность играют ключевую роль при разработке и реализации любого дипломного проекта.

Ниже перечислены основные меры, которые могут быть применены для обеспечения безопасности производства и окружающей среды в рамках дипломного проекта:

- использование безопасного оборудования и технологий: необходимо убедиться, что все используемые в проекте материалы, оборудование и технологии соответствуют безопасным стандартам и требованиям;
- обучение персонала: все участники проекта должны быть обучены правилам безопасного труда и экологической ответственности;
- соблюдение законов и нормативов: необходимо следить за тем, чтобы все действия в рамках проекта соответствовали законодательству в области охраны труда и охраны окружающей среды;
- выбор экологически безопасных материалов: при проектировании и изготовлении продукции необходимо отдавать предпочтение материалам, которые меньше вредят окружающей среде;
- ответственная утилизация отходов: необходимо правильно управлять отходами, чтобы минимизировать их воздействие на окружающую среду.

В настоящее время проявляется все больший интерес к человеческим ресурсам, и условия работы на производстве стали более благоприятными и обеспечивают высокие стандарты по охране труда. В перспективе благополучие работников становится источником стабильности, процветания и повышения производительности.

Согласно статистике, затраты на профессиональные риски и несчастные случаи на рабочем месте в различных странах колеблются от 2,6% до 3,8% от валового национального продукта.

Затраты на профессиональные риски и несчастные случаи на рабочем месте могут включать в себя следующие расходы:

- медицинские расходы на лечение работников, пострадавших в результате несчастного случая на рабочем месте;
- компенсации и выплаты пострадавшим работникам, включая возмещение утраты заработка и компенсацию за временную нетрудоспособность;
- затраты на профилактику и обучение работников по предотвращению несчастных случаев и профессиональных рисков.
- юридические расходы на расследование и урегулирование случаев несчастных случаев на рабочем месте;
- расходы на страхование ответственности работодателя за несчастные случаи на рабочем месте.

Эффективное управление профессиональными рисками и безопасностью на рабочем месте может помочь снизить затраты на несчастные случаи и повысить производительность и уровень удовлетворенности работников.

5.1 Описание технологического процесса сборки задней подвески автомобиля с конструктивной и организационно стороны

Для того чтобы тщательно изучить технологический процесс сборки задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА, включая его конструктивные особенности и организационно-технические аспекты, требуется подготовить технологический паспорт (таблица 3).

Технологический паспорт обязателен для многих видов продукции, особенно технически сложных или подлежащих обязательному

сертификационному контролю. Он помогает упростить процесс технического управления и обеспечить безопасное использование и обслуживание продукции.

Таблица 3 – Технологический паспорт технологического процесса сборки задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Должность сотрудника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Сборка задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА	1 Подготовка деталей амортизатора к сборке. 2 Установка амортизаторов/ 3. Установка пружин. 4 Проверка и регулировка. 5 Завершение сборки	Слесарь по ремонту автомобилей пятого разряда	Набор необходимого инструмента для выполнения сборки: набор инструмента универсальный 1/4", 1/2"DR S04H524179S Jonnesway, слесарный молоток, оправка, отвертка, инструмент для снятия стопорных колец, подъемник	Солидол «с», графитная смазка, перчатки

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Важно проводить анализ идентификации профессиональных рисков для обеспечения безопасности и здоровья работников, а также обеспечения нормального функционирования организации.

Для этого необходимо провести следующие шаги:

- идентификация опасностей: определение всех потенциальных и реальных опасностей, которые могут быть причиной профессиональных рисков. Это может включать физические, химические, биологические, психологические и эргономические опасности;

- оценка риска: определение вероятности возникновения негативных событий, связанных с опасностями, и их потенциальных последствий на здоровье и безопасность работников;
- управление рисками: разработка и внедрение мер по уменьшению и контролю рисков, включая обучение сотрудников, использование персональных защитных средств, технические улучшения, проведение аудитов и так далее;
- мониторинг и анализ: регулярное проведение анализа профессиональных рисков, оценка эффективности принятых мер по управлению рисками и корректировка стратегии при необходимости.

Идентификация профессиональных рисков позволит организации эффективно управлять ими, минимизировать потенциальные угрозы для здоровья и безопасности работников и обеспечить бесперебойное функционирование

Таблица 4 содержит результаты идентификации профессиональных рисков сборки задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА.

Таблица 4 – Результаты идентификации профессиональных рисков

Операция	ОиВПФ	Источник возникновения ОиВПФ
1 Подготовка деталей амортизатора к сборке. 2 Установка амортизаторов/ 3. Установка пружин. 4 Проверка и регулировка. 5 Завершение сборки	«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей автомобиля	Элементы конструкции рабочего оборудования
	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта» [7]
	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Электроинструмент

Продолжение таблицы 4

Операция	ОиВПФ	Источник возникновения ОиВПФ
	Возможность поражения электрическим током	«Электроинструмент» [7]
	«Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс» [19].
	«Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции. Операции требующие повышенного внимания и точности» [7].
	«Напряжение зрительных анализаторов	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию» [7].	

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Факторы, противодействующие производственному риску и повышающие безопасность труда:

- совершенная организация охраны труда;
- высокий профессиональный уровень персонала предприятия, соответствие профессиональных качеств выполняемым трудовым обязанностям;
- высокая дисциплинированность, ответственность, соответствие личностных, психофизиологических, идеологических качеств характеру выполняемых работ;
- соответствие условий труда нормативным требованиям;

- соответствие технических средств (машины, механизмы, оборудование, оснастка, инструмент и другое), инженерных сооружений и СИЗ требованиям безопасности.

Для более глубокого понимания рабочих процессов и принятия обоснованных решений необходимо проводить обучение персонала. Правильное планирование рабочих задач способствует снижению рисков и уменьшает вероятность возникновения проблем в рабочей сфере.

Использование защитной экипировки и оборудования, особенно в определенных профессиях, является обязательным для снижения рисков. Например, использование шлемов и защитных очков на строительных площадках.

Регулярные проверки оборудования и проведение технического обслуживания помогают выявить и устранить потенциальные проблемы до их возникновения.

Для решения выявленных проблем следует использовать методы и средства, соответствующие нормативным требованиям, а также принимать меры, направленные на снижение профессиональных рисков, как указано в соответствующей таблице 5.

Таблица 5 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования»	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [20].
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях рабочего оборудования»	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия:	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [20].

Продолжение таблицы 5

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<ul style="list-style-type: none"> – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования; – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015 	
Повышенный уровень шума	<ul style="list-style-type: none"> – проведение аудиометрического исследования сотрудников, работающих в условиях повышенного шума, для раннего выявления проблем со слухом; – обучение сотрудников правильным методам защиты от шума, включая использование наушников или берушей. – регулярная проверка и обслуживание оборудования, чтобы предотвратить его излишний шум; – организация периодических перерывов для отдыха от шумного окружения и возможность работать в тишине; – проведение обучающих программ по управлению стрессом и релаксации для сотрудников, работающих в условиях повышенного шума; – внедрение технологий снижения шума на производстве, таких как звукопоглощающие материалы или звукопоглощающие экраны. 	«Защитные противозумные наушники, беруши противозумные» [20].
Возможность поражения электрическим током	<ul style="list-style-type: none"> – обучение сотрудников правилам безопасности при работе с электричеством. Включает в себя обучение о том, как правильно обращаться с электрическими приборами, как избегать контакта с 	«Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [15].

Продолжение таблицы 5

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<p>обнаженными проводами и как правильно использовать средства защиты;</p> <ul style="list-style-type: none"> – проведение регулярных инструктажей и тренировок по безопасной работе с электричеством. Это поможет сотрудникам освежить знания и навыки, а также позволит им узнать о последних изменениях в правилах безопасности; – установка специального оборудования и средств защиты на рабочих местах. Это могут быть изоляционные материалы, предохранители, заземляющие устройства и другие средства, которые помогут предотвратить поражение электрическим током; – проведение регулярной проверки электрооборудования и проводов на предмет повреждений и износа. Это позволит выявить потенциально опасные ситуации и предотвратить аварии; – организация системы контроля за соблюдением правил безопасности при работе с электричеством. Это может включать в себя проведение аудитов, проверок и инспекций, а также наказание за нарушения правил; – проведение регулярных медицинских осмотров сотрудников, работающих с электричеством. Это позволит выявить возможные заболевания или состояния, которые могут увеличить риск поражения электрическим током; – создание системы экстренной помощи и обучение 	

Продолжение таблицы 5

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	сотрудников оказанию первой помощи при поражении электрическим током. Это поможет быстро и эффективно реагировать на аварийные ситуации и минимизировать возможные последствия.	
«Отсутствие или недостаток естественного света	<ul style="list-style-type: none"> – организация рабочих мест таким образом, чтобы максимально использовать естественное освещение. Размещение рабочих столов и рабочих зон у окон или вблизи них; – установка специальных светопрозрачных перегородок или стен, которые позволяют естественному свету проникать внутрь помещения. 	–
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	<p>Оздоровительно-профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащенности средствами комплексной и малой механизации; – используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе» [7]. 	–
Монотонность труда	<ul style="list-style-type: none"> – обучение и развитие сотрудников: организация тренингов, семинаров, курсов повышения квалификации помогут работникам развивать свои навыки и умения, что сделает их работу более интересной и – 	–

Продолжение таблицы 5

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	<p>разнообразной;</p> <ul style="list-style-type: none"> – ротация рабочих мест: периодическое изменение рабочих обязанностей и рабочих мест поможет работникам избежать монотонности и рутины, а также приобрести новый опыт и знания. – внедрение новых технологий и методов работы: использование современных технологий и инструментов поможет сотрудникам выполнять свою работу более эффективно и интересно; – организация командных проектов и задач: работа в команде над общим проектом или задачей способствует разнообразию и дает возможность общения и взаимодействия с коллегами; – проведение корпоративных мероприятий и мероприятий по «team building»: организация различных мероприятий, таких как выездные тренинги, корпоративные вечеринки, спортивные соревнования и так далее, поможет работникам расслабиться, отдохнуть и наладить отношения с коллегами; – поддержка и стимулирование саморазвития: компания может предоставлять сотрудникам доступ к литературе, курсам и тренингам по саморазвитию и личностному росту, что поможет им расширить свои горизонты и избежать монотонности в работе. 	

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

План пожарной безопасности – документ, в котором излагаются все аспекты процедур предотвращения пожара, процедур эвакуации и политики

реагирования на пожар. Он включает планы действий в чрезвычайных ситуациях и процедуры реагирования на чрезвычайные ситуации, которые необходимо соблюдать в случае пожара.

План пожарной безопасности содержит рекомендации, позволяющие всем на рабочем месте знать, что делать, чтобы свести к минимуму ущерб, причиненный пожаром. Это важный документ, необходимый для любого здания, содержащий важную информацию о том, как бороться с пожаром.

Производим анализ потенциальных источников пожаров и определяем опасные факторы, способные их вызвать (таблица 6).

Таблица 6 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
«Зона ТР	Технологическое оборудование, применяемое в зоне ТО	В	Пламя и искры, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, оборудования, технологических установок» [7].

«В статье 42 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ представлена классификация пожарной техники:

- системы, установки АПС (автоматическая пожарная сигнализация), АУПТ (автоматическая установка пожаротушения), СОУЭ (системы оповещения и управления эвакуацией), пожарной связи, автоматики;
- первичные: мобильные средства пожаротушения (все виды огнетушителей, пожарные краны, пожарный инвентарь);
- пожарное оборудование;
- средства индивидуального/группового самоспасения, защиты органов дыхания;

– ручной, механизированный инструмент» [19].

«Выполним классификацию средств пожаротушения применяемых для данного технического объекта:

- первичные средства пожаротушения – внутренний пожарный кран, щит пожарный с песком и инвентарем (лом, багор пожарный, топор, комплект для резки электропроводов, лопата совковая, полотно асбестовое), универсальный огнетушитель порошковый ОП-10 – 1 шт., воздушно-пенный огнетушитель ОВП-12 – 1 шт.;
- мобильные средства пожаротушения предназначены для тушения пожаров с возможностью перемещения (мотопомпа для тушения возгораний);
- стационарные средства пожаротушения состоят из трубопроводов, в случае с наполнением из воды, пара или пены. Система трубопроводов соединяет автоматические устройства и оборудование. Приборы реагируют на повышенную температуру, сигнал передается на датчики. Затем происходит включение насосов, подающих воду» [16].

Разработка планов действий для соблюдения требований пожарной безопасности является необходимой процедурой, чтобы обеспечить безопасность людей и имущества в случае возникновения пожара. В таких планах должны быть определены конкретные шаги и процедуры, которые необходимо выполнить в случае пожара, а также ответственные лица и их обязанности.

Планы действий должны включать такие меры, как эвакуация людей, использование пожаротушения, вызов пожарной службы, обучение персонала и проведение учебных тренировок. Кроме того, важно регулярно проверять и обновлять планы действий, чтобы они были актуальными и эффективными.

Соблюдение требований пожарной безопасности и разработка соответствующих планов действий помогут предотвратить возникновение

пожаров, а в случае их возникновения минимизировать ущерб и обеспечить безопасность всех присутствующих.

Разрабатываем планы соблюдения требований пожарной безопасности при сборке задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА и заносим мероприятия по пожарной безопасности в таблицу 7.

Таблица 7 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при сборке задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности»	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия» [15]
«Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007»	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись» [20]
«Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования»	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ» [15]
«Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ»	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ» [15].
«Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения»	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
«Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения»	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия» [22]
«Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ»	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
«Размещение информационного стенда по пожарной безопасности»	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [7]

Все работодатели также должны:

- контролировать накопление легковоспламеняющихся и горючих отходов, чтобы они не способствовали возникновению пожарной

- ситуации, и включать санитарные процедуры в план противопожарной защиты;
- информировать сотрудников об опасностях материалов и процессов, которым они подвергаются;
 - пересмотреть с каждым новым сотрудником те части плана противопожарной защиты, которые сотрудник должен знать, чтобы защититься в случае возникновения чрезвычайной ситуации;
 - регулярно и надлежащим образом обслуживать оборудование или системы, установленные на тепловыделяющем оборудовании, чтобы предотвратить случайное возгорание горючих материалов.

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса

Экологическая безопасность, часто используемая как синоним защиты окружающей среды, относится к практике защиты мира природы и ее ресурсов от вреда, деградации или загрязнения. Она охватывает различные аспекты человеческой деятельности, влияющие на окружающую среду, и направлена на смягчение этих последствий для благополучия нынешнего и будущих поколений.

Необходимость экологической безопасности невозможно переоценить, так как она имеет решающее значение для сохранения экосистем, здоровья живых организмов и устойчивости планеты. Более того, она играет ключевую роль в обеспечении доступности природных ресурсов в долгосрочной перспективе.

Внедрение устойчивых практик предполагает сокращение отходов, сохранение ресурсов и минимизацию углеродного следа. Предприятия и частные лица могут применять устойчивые методы, чтобы уменьшить свое воздействие на окружающую среду.

Поддержание чистоты воздуха имеет важное значение для экологической безопасности. Усилия по контролю загрязнения воздуха включают стандарты выбросов, продвижение чистых источников энергии и сокращение промышленных выбросов.

Вода – ограниченный ресурс, и ее сохранение имеет решающее значение для экологической безопасности. Внедрение методов водосбережения дома, в сельском хозяйстве и промышленности может помочь сохранить этот драгоценный ресурс.

Сокращение отходов и переработка материалов являются эффективными способами повышения экологической безопасности. Эти методы уменьшают нагрузку на свалки и уменьшают потребность в сырье.

Биоразнообразие имеет важное значение для сбалансированной экосистемы. Усилия по сохранению включают защиту исчезающих видов, сохранение естественной среды обитания и содействие устойчивому землепользованию.

Повышение энергоэффективности имеет жизненно важное значение для сокращения выбросов парниковых газов. Переход на возобновляемые источники энергии и внедрение энергоэффективных технологий – шаги к экологической безопасности.

Транспорт вносит значительный вклад в загрязнение окружающей среды. Варианты экологически чистого транспорта, такие как электромобили и общественный транспорт, могут снизить воздействие транспорта на окружающую среду.

Многие предприятия сейчас переходят на корпоративную социальную ответственность, осознавая свою ответственность перед окружающей средой, тем самым сокращая выбросы и продвигая устойчивые методы работы.

Частные лица могут внести свой вклад в экологическую безопасность. Простые действия, такие как сокращение потребления воды и энергии, поддержка экологически чистых продуктов и участие в общественных мероприятиях по уборке, – все это способствует более чистой планете.

Будущее экологической безопасности – за инновациями и коллективными усилиями. Достижения в области технологий и растущее осознание экологических проблем обещают сделать мир более зеленым и безопасным.

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при сборке задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА и сведем их в таблицу 8.

Таблица 8 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Сборка задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА»	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей.	Масло	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [28].

Выводы по разделу.

В разделе, посвященном производственной и экологической безопасности проекта были разработаны рекомендации по использованию экологически безопасных материалов и технологий при сборке задней подвески автомобиля ЛАДА ГРАНТА. Для обеспечения производственной безопасности были разработаны инструкции по технике безопасности для работников, задействованных в процессе сборки задней подвески.

Проведены обучающие мероприятия для персонала по правилам пожарной и экологической безопасности, а также по профилактике профессиональных рисков. Все эти меры направлены на обеспечение безопасности рабочих процессов и минимизацию воздействия производства на окружающую среду.

6 Экономическая эффективность проекта

Экономическая эффективность проекта определяется как способность проекта приносить прибыль или экономическую выгоду в сравнении с затратами, вложенными в него. Для оценки экономической эффективности проекта обычно используются различные показатели, такие как инвестиционная привлекательность, внутренняя норма доходности (IRR), чистая приведенная стоимость (NPV) и другие.

Для того чтобы проект был экономически эффективным, необходимо соблюдать баланс между затратами и ожидаемой прибылью, а также учитывать риски и неопределенность, которые могут повлиять на результаты проекта. Также важно проводить регулярный мониторинг и оценку экономической эффективности проекта на протяжении всего его жизненного цикла.

В целом, экономическая эффективность проекта является ключевым критерием успеха и позволяет оценить целесообразность его реализации и вложения ресурсов в него.

6.1 Себестоимость модернизированной подвески

«Исходные данные для проведения анализа получены во время преддипломной практике на территории АО «АВТОВАЗ». Для данной работы годовую программу выпуска модернизированных изделий примем в количестве 150000 единиц в год.

Под себестоимостью понимают сумму всех затрат на производство и сбыт одной единицы продукции. Понятие себестоимости также может быть применимо и к сфере реализации услуг.

Результатом расчетов, представленных в этом пункте, будет являться отпускная цена модернизированного изделия, а также величины влияющих на нее затрат» [27].

«Затраты на покупные изделия:

$$Pi = Ci \cdot ni \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100} \right), \quad (51)$$

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

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

$K_{ТЗ}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов» [18].

Расчет затрат на покупные изделия представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет расход на покупные комплектующие изделия (проект)

Наименование полуфабрикатов	Количество	Средняя цена за 1 шт., руб.	Сумма, руб.
Амортизатор	2	900	1800
Прокладка пружины	2	30	60
Подушка амортизатора	4	25	100
Буфер сжатия	2	110	220
Крепеж	24	2	48
Рычаги в сборе	1	12500	12500
Пружина	2	470	940
ИТОГО:	–	–	15668
«Транспортно-заготовительные расходы» [13]	–	3%	470,04
Всего:	–	–	16138,04

«Основная заработная плата:

$$Zo = Z_m \cdot \left(1 + \frac{K_{ПРЕМ}}{100} \right), \quad (52)$$

где Z_m – тарифная заработная плата рабочего в р.

$$Z_m = Cp_i \cdot T_i, \quad (53)$$

где Cp_i – часовая тарифная ставка, р.;

T_i – трудоемкость выполнения операции, ч.;

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

Расчет основной заработной платы производственного персонала представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет основной заработной платы производственного персонала

Виды операций	Разряд работы	Трудоемкость	Часовая тарифная ставка, руб.	Тарифная зарплата, руб.
Сборочные	4	0,23	90	20,70
Контрольные	5	0,03	110	3,30
ИТОГО:	–	–	–	24
Премияльные доплаты	25%	–	–	6
Основная з/п	–	–	–	30

«Дополнительная заработная плата:

$$Z_{доп} = Z_o \cdot K_{вып}, \quad (54)$$

где $K_{вып}$ – коэффициент доплат и выплат не связанных с выполнением основных производственных работ, %, принимаем равным 20%» [18].

$$Z_{доп} = 30 \cdot 0,2 = 6р.$$

«Отчисления в страховые взносы:

$$C_{с.в} = (Z_o + Z_{доп}) \cdot E_{с.в}, \quad (55)$$

где $E_{с.в}$ – коэффициент отчислений в страховые взносы, %, принимаем равным 30%» [16].

$$C_{C.B} = (30 + 6) \cdot 0,3 = 10,8 \text{ р.}$$

«Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$C_{\text{СОД.ОБОР}} = 3_o \cdot E_{\text{ОБОР}}, \quad (56)$$

где $E_{\text{ОБОР}}$ – коэффициент отчислений в единый социальный фонд, %»,
принимаем равным 165%» [16].

$$C_{\text{СОД.ОБОР}} = 30 \cdot 1,65 = 49,5 \text{ р.}$$

«Цеховые расходы:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 3_o \cdot E_{\text{ЦЕХ}}, \quad (57)$$

где $E_{\text{ЦЕХ}}$ – коэффициент цеховых расходов, %, принимаем равным
175%» [16].

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 30 \cdot 1,75 = 52,5 \text{ р.}$$

«Расходы на инструмент и оснастку:

$$C_{\text{ИНСТР}} = 3_o \cdot E_{\text{ИНСТР}}, \quad (58)$$

где $E_{\text{ИНСТР}}$ – коэффициент затрат на инструмент и оснастку, %,
принимаем равным 3%» [16].

$$C_{\text{ИНСТР}} = 30 \cdot 0,03 = 0,9 \text{ р.}$$

«Цеховая себестоимость модернизированного изделия:

$$C_{\text{ЦЕХ.С/С}} = \Pi_u + 3_o + 3_{\text{ДОП}} + C_{\text{С.В}} + C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ИНСТР}} \gg [16]. \quad (59)$$

«Общезаводские расходы:

$$C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} = 3_o \cdot E_{\text{ОБ.ЗАВОД}}, \quad (60)$$

где $E_{\text{ОБ.ЗАВОД}}$ – коэффициент общезаводских расходов, %, принимаем равным 125%» [14].

$$C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} = 30 \cdot 1,25 = 37,5 \text{ р.}$$

«Общезаводская себестоимость:

$$C_{\text{ОБ.ЗАВОД.С/С}} = C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} + C_{\text{ЦЕХ.С/С}} \gg [14], \quad (61)$$

$$C_{\text{ОБ.ЗАВОД.С/С}} = 16287,74 + 37,5 = 16325,24 \text{ р.}$$

«Коммерческие расходы:

$$C_{\text{КОМ}} = C_{\text{ОБ.ЗАВОД.С/С}} \cdot E_{\text{КОМ}}, \quad (62)$$

где $E_{\text{КОМ}}$ – коэффициент коммерческих расходов, %, принимаем равным 5%» [14].

$$C_{\text{КОМ}} = 16325,24 \cdot 0,05 = 816,25 \text{ р.}$$

«Полная себестоимость модернизируемого изделия:

$$C_{\text{ПОЛ}} = C_{\text{ОБ.ЗАВОД.С/С}} + C_{\text{КОМ}} \gg [14], \quad (63)$$

$$C_{\text{ПОЛ}} = 16325,24 + 816,25 = 17141,5 \text{ р.}$$

«Отпускные цены для базового и проектируемого изделия:

$$C_{ОП} = C_{ПОЛ} \cdot (1 + K_{РЕНТ}), \quad (64)$$

где $K_{РЕНТ}$ – коэффициент рентабельности и плановых накоплений, %, принимаем равным 20%» [14].

$$C_{ОП.Б} = 17141,5 \cdot (1 + 0,2) = 20408,47 \text{ р.},$$

$$C_{ОП.Б} = C_{ОП.П} \cdot$$

6.2 Точка безубыточности производства подвески

«Точкой безубыточности называют объем выпуска и реализации изделия, который обеспечивает покрытие всех затрат связанных с его производством, но при этом не обеспечивает прибыль.

Зная величину точки безубыточности и времени ее достижения, можно сделать определенные выводы о перспективности проекта. Данную величину можно найти аналитически, так и с помощью графического метода» [35].

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

$$V_{КР} = \frac{Z_{ПОСТ.УД} \cdot V_{\max}}{C_{ОП} - Z_{ПЕР.УД}}, \quad (65)$$

где V_{\max} – максимальный объем выпуска изделия, шт.;

$C_{ОП}$ – отпускная цена изделия, р.;

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

«Переменные затраты на изготовление единицы продукции

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД.б}} = \Pi_u + Z_o + Z_{\text{ДОП}} + C_{\text{С.В}} \gg [16], \quad (66)$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД.б}} = 16010 + 30 + 6 + 10,8 = 16056,8 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД.н}} = \Pi_u + Z_o + Z_{\text{ДОП}} + C_{\text{С.В}}, \quad (67)$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.УД.б}} = 16138,04 + 30 + 6 + 10,8 = 16184,84 \text{ р.}$$

«Переменные издержки:

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.н}} = Z_{\text{ПЕРЕМ.УД}} \cdot V_{\text{ГОД}}, \quad (68)$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.н.б}} = 16056,8 \cdot 150000 = 240850000 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{ПЕРЕМ.н.н}} = 16184,84 \cdot 150000 = 2427726000 \text{ р.}$$

«Амортизационные отчисления

$$A_{\text{М.УД}} = (C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ИНСТР}}) \cdot H_A / 100, \quad (69)$$

где H_A – доля амортизационных отчислений, 15%» [16]

$$A_{\text{М.УД}} = (49,5 + 0,9) \cdot 15 / 100 = 7,56 \text{ р.}$$

«Постоянные издержки на производство:

$$Z_{\text{ПОСТ.УД}} = (C_{\text{СОД.ОБОР}} + C_{\text{ИНСТР}}) \cdot (100 - H_A) / 100 + C_{\text{ЦЕХ}} + C_{\text{ОБ.ЗАВОД}} + C_{\text{КОМ}} + A_{\text{М.УД}}, \quad (70)$$

$$Z_{\text{ПОСТ.УД.б}} = (49,5 + 0,85) \cdot (100 - 15) / 100 + 52,5 + 37,5 + 806,86 + 7,56 = 950,26 \text{ р.},$$

$$Z_{\text{ПОСТ.УД.н}} = (49,5 + 0,85) \cdot (100 - 15) / 100 + 52,5 + 37,5 + 816,26 + 7,56 = 956,66 \text{ р.}$$

Постоянные издержки на годовую программу производства:

$$Z_{\text{ПОСТ.б}} = Z_{\text{ПОСТ.УД.б}} \cdot V_{\text{ГОД}} \gg [16], \quad (71)$$

$$Z_{\text{ПОСТ.б}} = 950,26 \cdot 150000 = 142539000 \text{ р.},$$

$$Z_{\text{ПОСТ.н}} = 956,66 \cdot 150000 = 143499300 \text{ р.}$$

«Полная себестоимость годовой программы выпуска:

$$C_{\text{ПОЛ.Г}} = C_{\text{ПОЛ.н}} \cdot V_{\text{ГОД}} \gg [16], \quad (72)$$

$$C_{\text{ПОЛ.Г}} = 17007,06 \cdot 150000 = 2551059000 \text{ р.},$$

$$C_{\text{ПОЛ.Г}} = 17141,5 \cdot 150000 = 2571225300 \text{ р.}$$

«Выручка от реализации изделия:

$$\text{Выручка.н} = Ц_{\text{ОТП.н}} \cdot V_{\text{ГОД}} \gg [16], \quad (73)$$

$$\text{Выручка.н} = 20408,47 \cdot 150000 = 3061270800 \text{ р.}$$

«Маржинальный доход:

$$D_{\text{МАРЖ}} = \text{Выручка} - Z_{\text{перем.н}} \gg [14]. \quad (74)$$

$$D_{\text{МАРЖ}} = 3061270800 - 2408520000 = 652750800 \text{ р.},$$

$$D_{\text{МАРЖ}} = 3061270800 - 2427726000 = 633544800 \text{ р.}$$

«Критический объем продаж:

$$A_{\text{КРИТ}} = \frac{Z_{\text{ПОСТ.н}}}{Ц_{\text{ОТП}}} - Z_{\text{ПЕРЕМ.н}} \gg [16], \quad (75)$$

$$A_{\text{КРИТ}} = \frac{143499300}{20408,47} - 16184,84 = 33975,33 \text{ шт.} \approx 33975 \text{ шт.}$$

Также значение критического объема продаж можно определить графическим методом (рисунок 13).

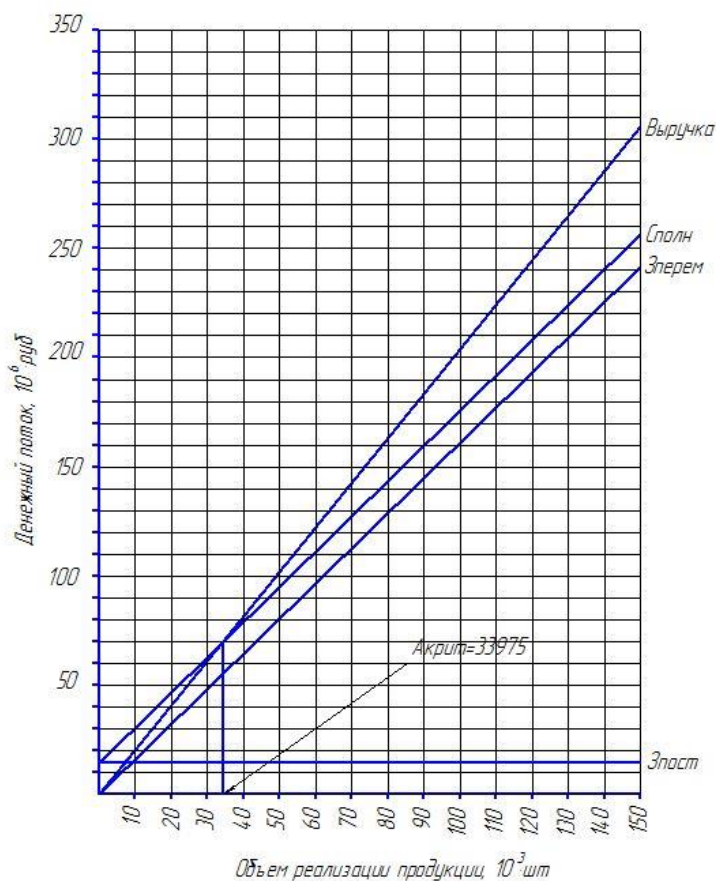


Рисунок 13 – Графический метод нахождения точки безубыточности

6.3 Коммерческая эффективность модернизации подвески

«Наращивание производственной программы в рамках данной работы будем считать равномерным и для определения его величины воспользуемся следующей формулой:

$$\Delta = \frac{V_{\max} - A_{\text{КРИТ}}}{n - 1}, \quad (76)$$

где V_{\max} – максимальный объем производства изделия, шт.;

$A_{\text{КРИТ}}$ – критический объем продаж проектируемой подвески, шт.;

n – количество лет производства, с учетом подготовки» [16].

$$\Delta = \frac{150000 - 33975}{6 - 1} = 23205 \text{ шт.}$$

«Выручка от продаж:

$$B_i = \Pi_{\text{ОТП}} \cdot V_{\text{ПРОД}i}, B_i = \Pi_{\text{ОТП}} \cdot V_{\text{ПРОД}i}, \quad (77)$$

где $V_{\text{ПРОД}i}$ – объем продаж в i -году» [16].

«В первый год производства объем продукции будет рассчитываться следующим образом:

$$V_{\text{ПРОД}i} = V_{\text{КР}} + \Delta \gg [16]. \quad (78)$$

Для второго года и последующих лет заменяется объемом продаж предыдущего года:

$$\begin{aligned} V_{\text{ПРОД}1} &= 33975 + 23205 = 57180 \text{ шт.}, \\ V_{\text{ПРОД}2} &= 57180 + 23205 = 80385 \text{ шт.}, \\ V_{\text{ПРОД}3} &= 80385 + 23205 = 103590 \text{ шт.}, \\ V_{\text{ПРОД}4} &= 103590 + 23205 = 126795 \text{ шт.}, \\ V_{\text{ПРОД}5} &= 126795 + 23205 = 150000 \text{ шт.} \end{aligned}$$

Выручка:

$$\begin{aligned} B_1 &= 20408,47 \cdot 57180 = 1166956428,96 \text{ р.}, \\ B_2 &= 20408,47 \cdot 80385 = 1640535021,72 \text{ р.}, \\ B_3 &= 20408,47 \cdot 103590 = 2114113614,48 \text{ р.}, \\ B_4 &= 20408,47 \cdot 126795 = 2587692207,24 \text{ р.}, \\ B_5 &= 20408,47 \cdot 150000 = 3061270800 \text{ р.} \end{aligned}$$

«Переменные затраты по годам:

$$Z_{\text{ПЕРЕМ}i} = Z_{\text{ПЕРЕМУД}} \cdot V_{\text{ПРОД}i} \gg [16]. \quad (79)$$

$$\begin{aligned}
Z_{\text{ПЕРЕМ.Б1}} &= 16056,8 \cdot 57180 = 918127824 \text{ р.}, \\
Z_{\text{ПЕРЕМ.Б2}} &= 16056,8 \cdot 80385 = 1290725868 \text{ р.}, \\
Z_{\text{ПЕРЕМ.Б3}} &= 16056,8 \cdot 103590 = 1663323912 \text{ р.}, \\
Z_{\text{ПЕРЕМ.Б4}} &= 16056,8 \cdot 126795 = 2035921956 \text{ р.}, \\
Z_{\text{ПЕРЕМ.Б5}} &= 16056,8 \cdot 150000 = 2408520000 \text{ р.}, \\
Z_{\text{ПЕРЕМ.П1}} &= 16184,84 \cdot 57180 = 925449151,2 \text{ р.}, \\
Z_{\text{ПЕРЕМ.П2}} &= 16184,84 \cdot 80385 = 1301018363,4 \text{ р.}, \\
Z_{\text{ПЕРЕМ.П3}} &= 16184,84 \cdot 103590 = 1676587575,6 \text{ р.}, \\
Z_{\text{ПЕРЕМ.П4}} &= 16184,84 \cdot 126795 = 2052156787,8 \text{ р.}, \\
Z_{\text{ПЕРЕМ.П5}} &= 16184,84 \cdot 150000 = 2427726000 \text{ р.}
\end{aligned}$$

«Постоянные затраты по годам:

$$Z_{\text{ПОСТ}} = Z_{\text{ПОСТ.УД}} \cdot V_{\text{max}} \text{ » [16],} \quad (80)$$

$$Z_{\text{ПОСТ.б}} = 950,26 \cdot 150000 = 142539000 \text{ р.},$$

$$Z_{\text{ПОСТ.н}} = 956,66 \cdot 150000 = 143499300 \text{ р.}$$

«Амортизация оборудования:

$$A_M = Z_{\text{М.УД}} \cdot V_{\text{max}} \text{ » [16],} \quad (81)$$

$$A_M = 7,56 \cdot 150000 = 1134000 \text{ р.}$$

«Себестоимость по годам:

$$C_{\text{ПОЛ.и}} = Z_{\text{ПЕРЕМ.и}} + Z_{\text{ПОСТ}} \text{ » [16].} \quad (82)$$

$$\begin{aligned}
C_{\text{ПОЛ.Б1}} &= 918127824 + 142539000 = 1060666824 \text{ р.}, \\
C_{\text{ПОЛ.Б2}} &= 1290725868 + 142539000 = 1433264868 \text{ р.}, \\
C_{\text{ПОЛ.Б3}} &= 1663323912 + 142539000 = 1805862912 \text{ р.}, \\
C_{\text{ПОЛ.Б4}} &= 2035921956 + 142539000 = 2178460956 \text{ р.}, \\
C_{\text{ПОЛ.Б5}} &= 2408520000 + 142539000 = 2551059000 \text{ р.}, \\
C_{\text{ПОЛ.П1}} &= 925449151,2 + 142539000 = 1068648451,2 \text{ р.}, \\
C_{\text{ПОЛ.П2}} &= 1301018363,4 + 142539000 = 1444517663,4 \text{ р.}, \\
C_{\text{ПОЛ.П3}} &= 1676587575,6 + 142539000 = 1820086875,6 \text{ р.}, \\
C_{\text{ПОЛ.П4}} &= 2052156787,8 + 142539000 = 2195656087,8 \text{ р.}, \\
C_{\text{ПОЛ.П5}} &= 2427726000 + 142539000 = 2571225300 \text{ р.}, \\
\sum C_{\text{ПОЛ.П}} &= 9100434378 \text{ р.}
\end{aligned}$$

«Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$Pr_{\text{ОБЛ.}i} = B_i - C_{\text{ПОЛ.}i} \text{ » [16],} \quad (83)$$

$$\begin{aligned}
Pr_{\text{ОБЛ.1}} &= 1166956428,96 - 1060666824 = 106289604,96 \text{ р.}, \\
Pr_{\text{ОБЛ.2}} &= 1640535021,72 - 1433264868 = 207270153,72 \text{ р.}, \\
Pr_{\text{ОБЛ.3}} &= 2114113614,48 - 1805862912 = 308250702,48 \text{ р.}, \\
Pr_{\text{ОБЛ.4}} &= 2587692207,24 - 2178460956 = 409231251,24 \text{ р.}, \\
Pr_{\text{ОБЛ.5}} &= 3061270800 - 2551059000 = 510211800 \text{ р.}, \\
Pr_{\text{ОБЛ.1}} &= 1166956428,96 - 1068948451,2 = 98007977,76 \text{ р.}, \\
Pr_{\text{ОБЛ.2}} &= 1640535021,72 - 1444517663,4 = 196017358,32 \text{ р.}, \\
Pr_{\text{ОБЛ.3}} &= 2114113614,48 - 1820086875,6 = 294026738,88 \text{ р.}, \\
Pr_{\text{ОБЛ.4}} &= 2587692207,24 - 2178460956 = 409231251,24 \text{ р.}, \\
Pr_{\text{ОБЛ.5}} &= 3061270800 - 2551059000 = 510211800 \text{ р.}
\end{aligned}$$

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

$$H_{\text{ПР.}i} = Pr_{\text{ОБЛ.}i} \cdot 0,2 \text{ » [14],} \quad (84)$$

$$\begin{aligned}
H_{\text{IP.1}} &= 106289604,96 \cdot 0,2 = 21257920,99 \text{ p.}, \\
H_{\text{IP.2}} &= 207270153,72 \cdot 0,2 = 41454030,74 \text{ p.}, \\
H_{\text{IP.3}} &= 308250702,48 \cdot 0,2 = 61650140,5 \text{ p.}, \\
H_{\text{IP.4}} &= 409231251,24 \cdot 0,2 = 81846250,25 \text{ p.}, \\
H_{\text{IP.5}} &= 510211800 \cdot 0,2 = 102042360 \text{ p.}, \\
H_{\text{IP.1}} &= 98007977,76 \cdot 0,2 = 19601595,55 \text{ p.}, \\
H_{\text{IP.2}} &= 196017358,32 \cdot 0,2 = 39203471,66 \text{ p.}, \\
H_{\text{IP.3}} &= 294026738,88 \cdot 0,2 = 58805347,78 \text{ p.}, \\
H_{\text{IP.4}} &= 392036119,44 \cdot 0,2 = 78407223,89 \text{ p.}, \\
H_{\text{IP.5}} &= 490045500 \cdot 0,2 = 98009100 \text{ p.}
\end{aligned}$$

«Чистая прибыль по годам:

$$Pr_{q,i} = Pr_{\text{ОБЛ.}i} - H_{\text{IP.}i} \text{ » [14].} \quad (85)$$

$$\begin{aligned}
Pr_{q,1Б} &= 106289604,96 - 21257920,99 = 85031683,97 \text{ p.}, \\
Pr_{q,2Б} &= 207270153,72 - 41454030,74 = 165816122,98 \text{ p.}, \\
Pr_{q,3Б} &= 308250702,48 - 61650140,5 = 246600561,98 \text{ p.}, \\
Pr_{q,4Б} &= 409231251,24 - 81846250,25 = 327385000,99 \text{ p.}, \\
Pr_{q,5Б} &= 510211800 - 102042360 = 408169440 \text{ p.}, \\
Pr_{q,1П} &= 98007977,76 - 19601595,55 = 78406382,21 \text{ p.}, \\
Pr_{q,2П} &= 196017358,32 - 39203471,66 = 156813886,66 \text{ p.}, \\
Pr_{q,3П} &= 294026738,88 - 58805347,78 = 235221391,1 \text{ p.}, \\
Pr_{q,4П} &= 392036119,44 - 78407223,89 = 313628895,55 \text{ p.}, \\
Pr_{q,5П} &= 490045500 - 98009100 = 392036400 \text{ p.}
\end{aligned}$$

6.4 Экономический эффект от повышения надежности и долговечности деталей проектируемой подвески

«Увеличение жесткости амортизатора задней подвески обеспечивает уменьшение количества его пробоев, что в свою очередь положительно сказывается на его долговечности» [34].

«Таким образом, повышенная долговечность изделия сокращает количество обращений клиентов в гарантийный период. Рассчитаем прибыль, получаемую в результате внедрения данного решения:

$$Pr_{OЖ.Д.i} = \left(\frac{C_{OПП} \cdot D_2}{D_1} - C_{OПП} \right) \cdot V_{Г}, \quad (86)$$

где D_1 и D_2 – долговечность (срок службы) базового и проектируемого изделия, принимается равной 900000 и 1100000» [14].

Отпускная цена амортизатора задней подвески принимается равной 1700 р.

$$Pr_{OЖ.Д.1} = \left(\frac{1800 \cdot 1100000}{900000} - 1800 \right) \cdot 57180 = 22872000 \text{ р.},$$

$$Pr_{OЖ.Д.2} = \left(\frac{1800 \cdot 1100000}{900000} - 1800 \right) \cdot 80385 = 32154000 \text{ р.},$$

$$Pr_{OЖ.Д.3} = \left(\frac{1800 \cdot 1100000}{900000} - 1800 \right) \cdot 103590 = 41436000 \text{ р.},$$

$$Pr_{OЖ.Д.4} = \left(\frac{1800 \cdot 1100000}{900000} - 1800 \right) \cdot 126795 = 50718000 \text{ р.},$$

$$Pr_{OЖ.Д.5} = \left(\frac{1800 \cdot 1100000}{900000} - 1800 \right) \cdot 150000 = 60000000 \text{ р.}$$

«Ожидаемая прибыль от повышения надежности узла:

$$Pr_{OЖ.Н} = (H_{Рем.Баз} \cdot Z_{Рем.Баз} - H_{Рем.Пр} \cdot Z_{Рем.Пр}) + (T_{Прост.Баз} - T_{Прост.Пр}) \cdot C_{OПП}, \quad (87)$$

где $H_{Рем.Баз}$ и $H_{Рем.Пр}$ – 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» [16].

$$Pr_{OЖ.H} = (60 \cdot 850 - 40 \cdot 850) + (120 - 80) \cdot 1800 = 89000 \text{ p.}$$

«Общественно значимая экономия:

$$\mathcal{E}_{OБЩ.i} = Pr_{OЖЛ.i} + Pr_{OЖН.i} \text{ » [16],} \quad (88)$$

$$\mathcal{E}_{OБЩ.1} = 22872000 + 89000 = 22961000 \text{ p.,}$$

$$\mathcal{E}_{OБЩ.2} = 32154000 + 89000 = 32243000 \text{ p.,}$$

$$\mathcal{E}_{OБЩ.3} = 414436000 + 89000 = 41525000 \text{ p.,}$$

$$\mathcal{E}_{OБЩ.4} = 50718000 + 89000 = 50807000 \text{ p.,}$$

$$\mathcal{E}_{OБЩ.5} = 6000000 + 89000 = 60089000 \text{ p.}$$

«Текущий чистый доход:

$$ЧД_i = П_{p.ч.i.n} - П_{p.ч.i.б} + A_m + \mathcal{E}_{OБЩ} \text{ » [16],} \quad (89)$$

$$ЧД_1 = 78406382,21 - 85031683,97 + 1134000 + 22961000 = 17469698,24 \text{ p.,}$$

$$ЧД_2 = 156813886,66 - 165816122,98 + 1134000 + 32243000 = 24374763,68 \text{ p.,}$$

$$ЧД_3 = 235221391,1 - 246600561,98 + 1134000 + 41525000 = 31279829,12 \text{ p.,}$$

$$ЧД_4 = 313628895,55 - 327385000,99 + 1134000 + 50807000 = 38184894,56 \text{ p.,}$$

$$ЧД_5 = 392036400 - 408169440 + 1134000 + 60089000 = 45089960 \text{ p.}$$

«Коэффициент дисконтирования α_i :

$$\alpha_i = \frac{1}{(1 + E)^i} \text{ » [16].} \quad (90)$$

$$\alpha_1 = 0,909, \alpha_2 = 0,826, \alpha_3 = 0,753, \alpha_4 = 0,683, \alpha_5 = 0,621.$$

«Текущий чистый дисконтированный доход:

$$ЧДД(i) = ЧД(i) \cdot \alpha_i \text{ » [16],} \quad (91)$$

$$\begin{aligned}
\text{ЧДД}(1) &= 17469698,24 \cdot 0,909 = 15879955,7 \text{ р.}, \\
\text{ЧДД}(2) &= 24374763,68 \cdot 0,826 = 20133554,8 \text{ р.}, \\
\text{ЧДД}(3) &= 31279829,12 \cdot 0,753 = 23553711,33 \text{ р.}, \\
\text{ЧДД}(4) &= 38184894,56 \cdot 0,683 = 26080282,98 \text{ р.}, \\
\text{ЧДД}(5) &= 45089960 \cdot 0,621 = 28000865,16 \text{ р.} \\
\sum \text{ЧДД}(i) &= 113648369,97 \text{ р.}
\end{aligned}$$

«Капиталообразующие инвестиции:

$$J_0 = K_{инв} \cdot \sum C_{пол.i}, \quad (91)$$

где $K_{инв}$ – коэффициент капиталообразующих инвестиций, принимается равным 0,5%» [14].

$$J_0 = 0,005 \cdot \sum C_{пол.i} = 45502171,89 \text{ р.}$$

«Чистый дисконтированный доход:

$$\text{ЧДД} = \sum_{i=0}^T \text{ЧДД}(i) - J_0 \quad [16], \quad (92)$$

$$\text{ЧДД} = 113648369,97 - 45502171,89 = 68146198,08 \text{ р.}$$

«Индекс доходности инвестиций:

$$JD = \frac{\text{ЧДД}}{J_0} \quad [16], \quad (93)$$

$$JD = \frac{68146198,08}{45502171,89} = 1,5.$$

«Срок окупаемости проекта:

$$T_{\text{окуп}} = \frac{J_0}{\text{ЧДД}} \gg [16]. \quad (94)$$

$$T_{\text{окуп}} = \frac{45502171,89}{68146198,08} = 0,67 \text{ года.}$$

На основании полученных данных построим график зависимости прибыли от объема продаж (рисунок 14).

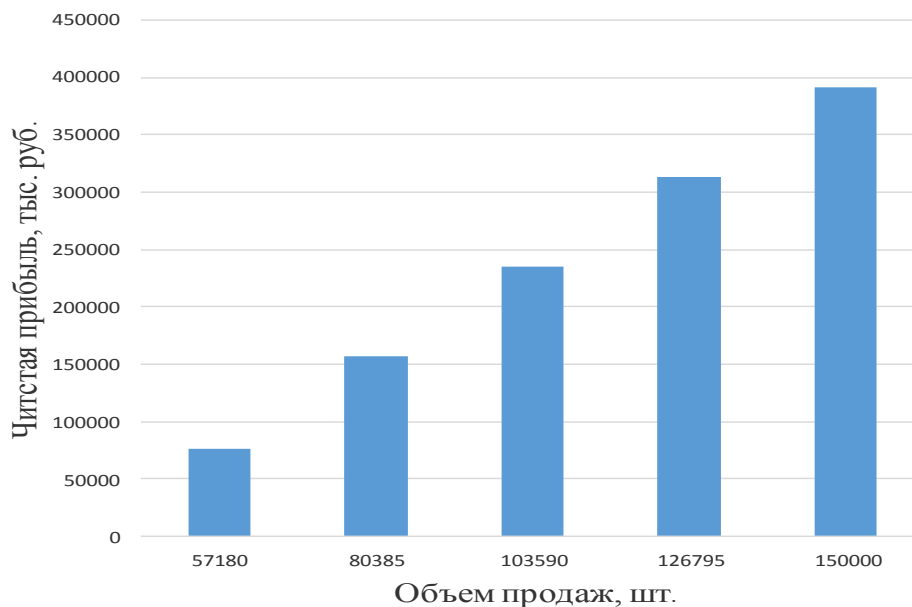


Рисунок 14 – График зависимости прибыли от объема продаж

Выводы по разделу.

На основании проведенного технико-экономического анализа предлагаемого варианта модернизации можно с уверенностью утверждать о коммерческой эффективности разработанной конструкции подвески.

Среди основных показателей, определяющих коммерческую эффективность проекта, стоит выделить объем капиталобразующих инвестиций в размере 45502171,89 р., величину чистого дисконтированного дохода равную 68146198.08 р., индекс доходности 1,5, а также срок окупаемости проекта продолжительностью 0,67 года.

Все эти значения доказывают экономическую целесообразность данной модернизации.

Заключение

В соответствии с утвержденной темой, в работе рассмотрено усовершенствование задней подвески легкового автомобиля ЛАДА ГРАНТА.

ЛАДА ГРАНТА занимает достаточно прочное место на автомобильном рынке России. Это популярная модель среди покупателей, благодаря своей доступной цене, надежности и неплохим техническим характеристикам.

В целом, ЛАДА ГРАНТА имеет свою аудиторию и пользуется спросом на рынке автомобилей в России.

Усовершенствование задней подвески легкового автомобиля ЛАДА ГРАНТА является важным шагом в повышении комфорта и управляемости автомобиля.

Для решения поставленных задач был предложен вариант модернизации амортизатора задней подвески, который подходит для массового производства и соответствует современному уровню технического развития.

В исследовательской части работы был проведен технико-экономический анализ конструкций подвесок транспортных средств с обоснованием и описанием проектируемой конструкции подвески.

Проведенные в конструкторской части квалификационной работы расчеты подтверждают эффективность применения измененной конструкции демпфирующего элемента и необходимое улучшение устойчивости и управляемости.

В работе были разработаны мероприятия по производственной и экологической безопасности.

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

Таким образом, предложенное усовершенствование может быть внедрено в массовое производство.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Аринин И. Н. и др.. Техническое диагностирование автомобилей / И. Н. Аринин. – Ф.: «Кыргызстан», 1978. – 164 с.
2. Башта Т.М., Руднев С.С, Некрасов Б.Б. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы, учебник для вузов, 1982, 280с.
3. Беляев В. М. Автомобили: Испытания: учебное пособие для вузов / В. М. Беляев, М. С. Высоцкий, Л. Х. Гилелес. – Минск: Высшая школа, 1991. – 187 с.
4. Вахламов В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства: Учебник для студентов высших учебных заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2005 – 240 с.
5. Гавриленко Г.А.; Рымаренко Л.И. Гидродинамические передачи - М: Машиностроение, 1998, 346 с.
6. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.
7. Горлатов С.Е. Теория эксплуатационных свойств автомобиля: Методические указания к курсовой работе. – Оренбург: ОГУ, 2002 – 28 с.
8. Гришкевич А. И. Автомобили. Теория. Учебник для вузов / А. И. Гришкевич. – Мн.: Высш. шк., 1986. – 208 с.
9. Детали машин и основы конструирования/Под ред. М.Н. Ерохина. - М.: КолосС, 2004.-462 с: ил.
10. Инженерная экология и экологический менеджмент : учебник / М. В. Буторина [и др.] ; под ред. Н. И. Иванова [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2004. - 518 с.
11. Колосков М.М., Долбенко Ю.В. Марочник сталей и сплавов. - М.: Машиностроение, 2004. - 672 с.

12. Краткий автомобильный справочник./НИИАТ. М. Транспорт, 1988 – 224 с.
13. Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 351 с.
14. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учебник для вузов.-2-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
15. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта (ОНТП-01-91). – М.: Минавтотранс РСФСР, 1991. – 105 с.
16. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта/М-во автомоб. трансп. РСФСР. - М.: Транспорт, 1988. – 78 с.
17. Проектирование и расчёт подъёмно-транспортных машин общего назначения. Под ред. М.Н. Ерохина и А.В. Карпа.- М.: Колос, 1999.- 288с.
18. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Рулевое управление/Пер. с нем. В.Н. Пальянова; Под ред. А. А. Гальбрейха.- М.: Машиностроение, 1987. – 232 с.
19. Сарбаев В.И., Селиванов С.С., Коноплев В.Н., Демин Ю.Н. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. – Ростов., 2004. – 448с.
20. Сметанин, В. И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления : Учеб. пособие / В. И. Сметанин. - Москва : КолосС, 2003. - 230 с.
21. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.-56 с.
22. Справочник автомобилиста. Учебник для студ. учреждений проф. образования. - М.: Издательский центр “Академия”, 2004. - 480с.
23. Теория автомобиля и автомобильного двигателя: М.Д. Артомонов, В.В. Илларионов, М.М. Морин. М., Машиностроение, 1968 – 283 с.

24. Техническая эксплуатация автомобилей /Под ред. Кузнецова Е.С. – М.: Наука, 2004 – 535с.
25. Фалькевич Б.С. Теория автомобиля. М.: Машгиз, 1963 – 263 с.
26. Черемисинов В.И. Расчет деталей машин. - Киров: РИО ВГСХА, 2001.-233 с.
27. Чудаков Е.А. Теория автомобиля. – М.: Машгиз, 1950 – 384 с.
28. Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.
29. Щинов П.Е. Проектирование автотранспортных предприятий: Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. – 4-е изд., переработанное и дополненное. – Киров: Вятская ГСХА, 2011. – 83 с.
30. Экология транспорта : учебник. / Е.И.Павлова. - М. : Высш. шк., 2010. - 366 с.
31. David A. Hensher, Kenneth J. Button / Handbook of transport modeling. - [2. impr.]. - Amsterdam [etc.] : Pergamon, 2002 с. - 165 p.
32. Henzold G. Geometrical dimensioning and tolerancing for design, manufacturing and inspection / A handbook for geometrical product specification using ISO and ASME standards – Burlington, 2016. – 390 p.
33. Lange F. H. Signale und Systeme / F. H. Lange. - Bd. 1,2. - Berlin: VEB Verlag Technik, 1975.
34. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.
35. Rabiner R. Theory and Application of Digital Signal Processing / R. Rabiner, B. Gold. -New York, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1975.

Приложение А
Спецификация

Инд. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Взам. инд. №	Инд. № докум.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
															<i>Документация</i>			
											A4			24.ДП.01.196.6100.000.СБ	Пояснительная записка	1		
											A1			24.ДП.01.196.6100.000.СБ	Сборочный чертеж	2		
															<i>Сборочные единицы</i>			
													1	24.ДП.01.196.6101.000	Балка задней подвески	1		
													2	24.ДП.01.196.6102.000	Амортизатор	2		
															<i>Детали</i>			
													3	24.ДП.01.196.6100.003	Буфер хода сжатия	2		
													4	24.ДП.01.196.6100.004	Крышка кожуха	1		
													5	24.ДП.01.196.6100.005	Подушка амортизатора	2		
													6	24.ДП.01.196.6100.006	Пружина задней подвески	2		
													7	24.ДП.01.196.6100.007	Буфер хода сжатия	2		
													8	24.ДП.01.196.6100.008	Болт крепления рычага	2		
													9	24.ДП.01.196.6100.009	Кронштейн крепления рычага	2		
													10	24.ДП.01.196.6100.010	Болт М10×14	2		
													11	24.ДП.01.196.6100.011	Втулка шарнира амортизатора	2		
													12	24.ДП.01.196.6100.012	Крышка кожуха	2		
													13	24.ДП.01.196.6100.013	Тормозной барабан	2		
													14	24.ДП.01.196.6100.014	Крышка	2		
24.ДП.01.196.6100.000																		
															Установка задней подвески	Лит Д	Лист 1	Листов 2
															ТГУ, АТс-19018			
															Копировал _____ Формат А4			

Рисунок А.1 – Спецификация на установку задней подвески

Продолжение Приложения А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
		15		Шайба 10 65Г ГОСТ 6402-70	2	
		16		Шайба 12 65Г ГОСТ 6402-70	2	
		17		Гайка М10х1,25 ГОСТ 15589-70	2	
		18		Гайка М10х1,25 ГОСТ 15589-70	2	
		19		Шайба 10 ГОСТ 6402-70	2	
		20		Гайка М12х1,25 ГОСТ 15589-70	2	
		21		Гайка М12х1,25 ГОСТ 15589-70	2	
		22		Болт М12х1,25х80 ГОСТ 15589-70	2	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	24.ДП.01.196.61.00.000	Лист
						2

Копировал Формат А4

Рисунок А.2 – Спецификация на установку задней подвески