

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))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Модернизация подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER»

Обучающийся

Е.С. Даниленков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.В. Турбин

(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)

доцент Д.А. Романов

(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)

канд. филол. наук, доцент О.В. Мурдускина

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

Тольятти 2023

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Модернизация подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER».

Цель работы – модернизация подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER».

Пояснительная записка включает в себя введение, шесть разделов, заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 106 страниц с приложениями.

Графическая часть представлена 10 листами формата А1, выполненными в инженерном программном обеспечении КОМПАС-3D.

Дипломный проект полностью соответствует утвержденному заданию на проектирование.

В первом разделе рассмотрено влияние параметров подвески на активную безопасность, а также методы усиления подвесок автомобилей.

Во втором разделе выполнен тягово-динамический расчёт автомобиля «УАЗ HUNTER».

В третьем разделе выполнено обоснование модернизации подвески автомобиля, проведены конструкторские расчёты подвески. Было предложено усилить подвеску полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER» при помощи дополнительного блока рессор и дополнительного газомасляного амортизатора. Данная модернизация проста для реализации, повышает грузоподъёмность автомобиля и улучшает ее технические характеристики.

В четвертом разделе выбрана организационная форма сборки, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки модернизированной подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER».

В пятом разделе рассмотрены вопросы напрямую связанные с обеспечением безопасности и экологичности проекта.

В шестом разделе определена экономическая эффективность проекта.

В заключении сделаны выводы по дипломному проекту.

Abstract

The title of the graduation work is: «The modernizations of a suspension of the all-wheel drive «UAZ HUNTER» vehicle.

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

The key issue of the graduation work is design of the modernized suspension structure of the «UAZ HUNTER» vehicle to prepare it for driving in the difficult conditions, for participation in the competitions and rally raids.

The application of the proposed development will increase the service life of the suspension and the vehicle's carrying capacity by 0.5 tons.

We touch upon the problem of the necessity to improve the operational properties of the «UAZ HUNTER» vehicle suspension, which in turn increases the stability, safety and handling of the car.

The aim of the work is to modernize the suspension of the all-wheel drive «UAZ HUNTER» vehicle.

The graduation work may be divided into several logically connected parts, which are: the analysis of the influence of suspension parameters on the vehicle's active safety; the study of methods of reinforcing the car suspensions; the traction-dynamic calculation of the «UAZ HUNTER» vehicle; the technical justification for the modernization of the vehicle suspension; the suspension design calculations; the selection of the organizational form of the modernized suspension assembly; the determination of the labor intensity and the technological process of assembling the designed suspension; the study of the safety and environmental friendliness of the project; the justification of the economic efficiency of the project.

In the graduation work we propose to strengthen the suspension of the all-wheel drive «UAZ HUNTER» vehicle by the additional block of springs and the additional gas-oil shock absorber. Overall, it can be concluded that this modernization is easy to implement, increases the vehicle's carrying capacity and improves its technical characteristics.

Содержание

Введение.....	5
1 Состояние вопроса	7
1.1 Влияние параметров подвески на активную безопасность	7
1.2 Методы усиления подвесок автомобилей	13
2 Тягово-динамический расчет автомобиля	14
2.1 Техническая характеристика автомобиля УАЗ-31519	14
2.2 Расчет и построение внешней скоростной характеристики	15
2.3 Расчет и построение тяговой части паспорта.....	19
2.4 Прогноз тяговой динамичности и эффективности автомобиля в выбранных условиях.....	24
3 Конструкторская часть	27
3.1 Обоснование модернизации подвески автомобиля.....	27
3.2 Конструкторские расчёты подвески	38
4 Технологический раздел.....	61
4.1 Обоснование выбора технологического процесса.....	62
4.2 Проектирование технологического процесса сборки модернизированной подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER»	66
5 Производственная и экологическая безопасность проекта	71
5.1 Характеристика технологического процесса обслуживания подвески автомобиля УАЗ HUNTER с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны.....	72
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	73
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	75
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	81
5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса обслуживания подвески автомобиля «УАЗ HUNTER».....	84
6 Экономическая эффективность проекта	87
Заключение	96
Список используемой литературы и используемых источников.....	97
Приложение А. Спецификация.....	102

Введение

«Подвеской автомобиля называется совокупность деталей, обеспечивающих упругую связь между кузовом (рамой) и колесами автомобиля, уменьшение динамических нагрузок на кузов и колёса, и затухание их колебаний, а также регулировать положение кузова автомобиля во время движения. Являясь промежуточным звеном между кузовом автомобиля и дорогой, она должна быть лёгкой и обеспечивать максимальную безопасность движения и плавность хода. Надо учитывать, что подвеска передаёт на кузов силы, возникающие при контакте колеса с дорогой, поэтому она должна быть прочной и надежной. Применяемые шарниры должны легко поворачиваться и обеспечивать шумоизоляцию кузова. Упругие элементы (пружина и амортизатор) должны быть простыми и компактными, и допускать достаточный ход подвески» [35].

Подвеска полноприводных автомобилей имеет свои особенности в сравнении с обычными автомобилями. В связи с наличием дополнительной передачи, полноприводные автомобили имеют более жесткую подвеску, чтобы обеспечить устойчивость и управляемость при высоких скоростях. Кроме того, часто полноприводные автомобили используются для езды по бездорожью и в экстремальных условиях, поэтому подвеска должна быть достаточно прочной и гибкой, чтобы справляться с неровностями дороги

Обычно полноприводные автомобили оснащаются независимой подвеской всех колес, которая позволяет каждому колесу свободно двигаться в соответствии с ухабами и неровностями дороги. Кроме того, для повышения проходимости полноприводных автомобилей могут быть установлены блокировки дифференциала, дополнительные амортизаторы и пружины, а также системы управления подвеской, которые позволяют быстро изменять высоту и жесткость подвески в зависимости от условий езды.

«Работа подвески основывается на преобразовании энергии удара при наезде на неровность в сжатие упругого элемента подвески, вследствие чего сила удара, что передается на кузов, уменьшается, и плавность хода возрастает. Подвеска автомобиля обеспечивает упругую связь рамы или кузова с мостами и колесами, плавность хода, устойчивость и проходимость автомобиля» [2].

«Проходимость определяет способность преодолевать различные препятствия. Заметим, что здесь не обходится без компромиссов, поскольку эти требования весьма противоречивы. Например, мягкое поддрессирование иногда ухудшает устойчивость автомобиля, и наоборот – повышение жесткости ухудшает комфортность езды, уменьшает ресурс» [9].

«Подвеска автомобиля, в классическом понимании, состоит из упругого, направляющего и гасящего элементов.

Назначение упругого элемента – смягчать толчки от дороги. Эту функцию могут выполнять рессоры, витые пружины, торсионы, пневматические или гидропневматические элементы. Два последних элемента позволяют изменять клиренс.

Направляющее устройство подвески определяет характер движения колеса относительно дороги и кузова и передаёт толкающие, тормозные и боковые усилия от колес на раму или корпус автомобиля..

С ростом скоростей колебания кузова стали влиять не только на комфорт, но и на безопасность. Так появились амортизаторы, поначалу фрикционные, затем гидравлические рычажные и, наконец, телескопические двухтрубные, успешно применяемые по сей день.

На автомобилях в основном используются жидкостные, масляные амортизаторы. Главное их назначение – борьба с резким распрямлением пружин после проезда через неровности» [1].

Таким образом, подвеска полноприводных автомобилей является важным элементом, обеспечивающим безопасность и комфорт при езде на любых дорогах и в любых условиях.

1 Состояние вопроса

1.1 Влияние параметров подвески на активную безопасность

Активная безопасность автомобиля относится к технологиям и системам, которые помогают предотвратить аварии и обеспечивают безопасную езду, которая включает в себя следующие системы:

- система стабилизации (ESP) - контролирует курсовую стабильность автомобиля, предотвращая скольжение, заносы, переворачивания и другие неожиданные моменты;
- антиблокировочная система торможения (ABS) - позволяет водителю тормозить автомобиль, не теряя контроль над рулем.
- система контроля давления в шинах (TPMS) - предупреждает водителя об уменьшении давления в шинах;
- система помощи при движении задним ходом - помогает водителю при маневрах задним ходом, особенно при парковке;
- система помощи при старте на подъеме - предотвращает скольжение автомобиля при старте на подъеме;
- система контроля усталости водителя - предупреждает водителя о возможной усталости, снижая риск аварии;
- система контроля дистанции - контролирует расстояние между автомобилями и предупреждает водителя о необходимости тормозить;
- система предупреждения о наличии препятствий - обнаруживает препятствия на пути движения автомобиля.

Согласно [6] активной безопасностью называют совокупность конструктивных и эксплуатационных свойств автомобиля, направленных на предотвращение ДТП.

«Имеются также вспомогательные системы активной безопасности (ассистенты), предназначенные для помощи водителю в трудных с точки зрения вождения ситуациях.

К таким системам относятся:

- парктроник,
- адаптивный круиз-контроль,
- система помощи движению по полосе,
- система помощи при перестроении,
- система ночного видения,
- система распознавания дорожных знаков,
- система контроля усталости водителя,
- система помощи при спуске,
- система помощи при подъёме,
- электромеханический стояночный тормоз и другие» [20].

И так как, подвеска автомобиля влияет на управляемость, плавность хода и устойчивость автомобиля, то и рассматривать в первую очередь стоит её конструктивные особенности и возможности повышения характеристик отвечающих на безопасность.

Устойчивость автомобиля является одним из ключевых эксплуатационных свойств автомобиля и определяет его способность сохранять равновесие и контроль при движении, особенно на поворотах, неровностях и при торможении. Это свойство напрямую влияет на безопасность и комфорт вождения, а также на проходимость автомобиля.

Устойчивость автомобиля зависит от ряда факторов, таких как:

- конструкция и геометрия подвески: хорошо спроектированная подвеска обеспечивает оптимальное сцепление колес с дорогой и равномерное распределение нагрузки, что улучшает устойчивость автомобиля;

- распределение массы: равномерное распределение массы между передней и задней осью автомобиля способствует лучшей устойчивости и управляемости;
- центр тяжести: низкий центр тяжести уменьшает вероятность опрокидывания автомобиля при резких маневрах и повышает его устойчивость;
- ширина колеи и колесной базы: автомобили с широкой колеей и длинной колесной базой обычно обладают лучшей устойчивостью, так как их масса распределена на большей площади;
- размер и тип шин: шины с широким профилем и хорошим сцеплением с дорогой улучшают устойчивость автомобиля;
- аэродинамические характеристики: автомобили с хорошим аэродинамическим обтекаемым кузовом имеют меньшее сопротивление воздуху, что способствует улучшению устойчивости при движении на высоких скоростях;
- системы стабилизации и контроля траектории движения: современные автомобили оснащаются системами, такими как ESP (Electronic Stability Program) или ESC (Electronic Stability Control), которые автоматически корректируют траекторию движения автомобиля в случае потери сцепления с дорогой или опасности опрокидывания.

Производители автомобилей постоянно работают над улучшением этого свойства, используя новые технологии и конструктивные решения.

Управляемость автомобиля также является одним из наиболее важных эксплуатационных свойств, которые влияют на безопасность и комфорт вождения. Она определяется способностью автомобиля к маневрированию, управлению и контролю на дороге в различных условиях.

Управляемость автомобиля зависит от многих факторов, включая конструкцию шасси, систему подвески, рулевое управление, тормозную систему, а также качество шин и дорожного покрытия. Все эти факторы

должны работать в совершенстве, чтобы обеспечить хорошую управляемость автомобиля на дороге.

Управляемость автомобиля также зависит от навыков и опыта водителя. Водитель должен уметь правильно управлять автомобилем, адекватно оценивать ситуацию на дороге и принимать решения, чтобы избежать аварийных ситуаций.

Хорошая управляемость автомобиля позволяет водителю быстро и безопасно реагировать на изменения дорожной ситуации, такие как повороты, замедления или препятствия на дороге. Она также обеспечивает более комфортное вождение, что может уменьшить усталость водителя и повысить безопасность на дороге.

«При изучении движения автомобилей наиболее сложными вопросами являются управляемость и устойчивость. Для скоростных автомобилей эти вопросы имеют первостепенное значение, так как они связаны с безопасностью движения, на что с увеличением скорости должно быть обращено особенно большое внимание.

Устойчивость автомобиля определяется его способностью противостоять боковому заносу и опрокидыванию.

Под управляемостью автомобиля понимается его способность сохранять заданное направление движения (что иногда называют держанием дороги), а при движении на повороте – точно следовать повороту управляемых колес.

Оба эти качества связаны между собой, так как плохая управляемость автомобиля приводит к потере устойчивости и заносу автомобиля. Совместное рассмотрение этих вопросов дает возможность выявить влияние основных конструктивных факторов» [8].

«Для того чтобы выявить влияние отдельных факторов на управляемость и устойчивость автомобиля, необходимо рассмотреть отдельно движение автомобиля на прямом участке и движение на повороте.

При движении по прямой должна быть обеспечена хорошая управляемость, заключающаяся в том, что автомобиль должен сохранять заданное направление, не вызывая у водителя необходимости постоянно выправлять его. В тех случаях, когда колебания одного из колес передаются через органы подвески, рулевого управления и даже раму другому колесу, может наступить явление резонанса, что приводит к колебаниям всего передка автомобиля и влиянию передних колес. Такое влияние колес, нарушив управляемость автомобиля, может привести к потере устойчивости.

При движении на повороте наибольшее значение приобретает устойчивость автомобиля против заноса и опрокидывания под действием центробежной силы» [7].

«При переходе автомобиля к прямолинейному движению после завершения поворота большое значение для управляемости имеет способность автомобиля к быстрому выпрямлению, или так называемая стабилизация. Эта способность автомобиля также зависит от ряда конструктивных факторов.

Подвеска автомобиля. Для обеспечения хорошей управляемости автомобиля подвеска должна смягчать толчки и обеспечивать быстрое гашение вызываемых ими колебаний; кроме того, она должна сохранять постоянство ширины колеи, как передних, так и задних колес в моменты подъемов и опускания при наезде на неровности дороги.

Уменьшение веса неподрессоренных частей позволяет уменьшить жесткость упругих элементов подвески (рессор, пружин или стержней) и получить мягкую подвеску, почти полностью поглощающую толчки, передаваемые колесами. При значительном увеличении внутреннего давления в шинах скоростных автомобилей толчки от небольших неровностей дороги не полностью поглощаются шинами, а передаются на подвеску, которая должна обеспечить плавность хода» [5].

«Неправильный выбор упругих элементов подвески часто способствует появлению боковых и продольных колебаний.

Для ослабления действия колебаний рессоры снабжаются амортизаторами, которые уменьшают амплитуду колебаний рессоры, не сокращая периода этих колебаний. Амортизаторы способствуют улучшению управляемости автомобиля, но они могут уменьшить степень свободы и повысить жесткость рессор. Устранение этих отрицательных последствий зависит от конструкции и регулировки амортизаторов, поэтому амортизаторы, подобранные соответственно параметрам свободных колебаний данной подвески, не должны намного увеличивать ее жесткости.

Описанные выше свойства подвески могут влиять главным образом на устойчивость в продольной плоскости, то есть на уменьшение продольных колебаний. При рессорной подвеске каждая рессора подвергается скручиванию от боковых усилий, которые могут вызвать большие изменения в способности автомобиля держать дорогу» [7].

«Использование сцепления колес в продольном направлении связано с использованием сцепления колес в поперечном направлении. Практически коэффициент сцепления колес с дорогой можно считать одинаковым в продольном и поперечном направлении. Таким образом, использование части силы сцепления на перемещение колес в поперечном направлении уменьшает сцепление колес в продольном направлении. Для ведущих колес автомобиля это уменьшение сцепления колес с дорогой в продольном направлении приводит к пробуксовке и скольжению колес, вследствие чего может наступить занос автомобиля. В случае скольжения управляемых (передних) колёс становится невозможным повернуть автомобиль, и он будет скользить в прежнем направлении с повернутыми колесами; управляемость автомобиля при этом, конечно, теряется. Кроме того, при колебаниях подвески может возникать гироскопический момент, действующий в горизонтальной плоскости. Этот момент стремится повернуть колесо, что также ухудшает управляемость.

Оба указанных явления, происходящих при изменении ширины колеи, ухудшают управляемость и устойчивость автомобиля» [7].

1.2 Методы усиления подвесок автомобилей

Существует несколько методов усиления подвесок автомобиля:

- установка спортивных пружин и амортизаторов. Этот метод позволяет увеличить жесткость подвески и улучшить управляемость автомобиля в поворотах;
- установка жестких поперечных стабилизаторов. Они предназначены для уменьшения наклона кузова автомобиля в поворотах;
- установка дополнительных амортизаторов. Они могут быть установлены как на переднюю, так и на заднюю ось автомобиля. Они помогают уменьшить колебания кузова при движении по неровной дороге;
- установка жестких опорных подшипников. Они увеличивают жесткость подвески и уменьшают износ деталей;
- установка усиленных пружин. Они предназначены для увеличения грузоподъемности автомобиля и улучшения устойчивости на дороге.

Важно помнить, что любое усиление подвески должно быть согласовано с особенностями конструкции автомобиля и не привести к ухудшению комфорта и безопасности на дороге.

Выводы по разделу.

В данном разделе были выявлены основные направления по модернизации подвесок автомобилей.

2 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1 Техническая характеристика автомобиля УАЗ-31519

Автомобиль УАЗ-31519 предназначен для перевозки пассажиров и грузов по дорогам общей сети и местности и рассчитаны на эксплуатацию с температурой окружающего воздуха от -45 до +50°C.

Категория АТС – М1, используются для перевозки пассажиров и имеющие не более 8 мест (кроме места водителя).

Расшифровка модели УАЗ-31519:

- 3 – рабочий объем двигателя средний от 1,8 л до 3,5л;
- 1 – легковой автомобиль;
- 51 – порядковый номер модели

Максимальная скорость, км/ч:	110;
Полная масса автомобиля, кг:	1770;
Размер шин:	215 SR 15;
Размер дисков:	6L×15;
Расположение двигателя:	спереди, продольно;
Объем двигателя, см ³ :	2450;
Мощность двигателя, л.с:	90;
Количество оборотов, об/мин:	4000;
Крутящий момент, Н·м/об/мин:	171,6/2200;
Передняя подвеска:	неразъемная балка моста;
Задняя подвеска:	неразъемная балка моста;
Тип кузова:	универсал;
Количество мест:	7;
Длина машины, мм:	4025;
Ширина машины, мм:	1785;
Высота машины, мм:	2050;
Колесная база, мм:	2380;

Колея передняя, мм:.....	1453;
Колея задняя, мм:.....	1453;
Дорожный просвет (клиренс), мм:	300.

2.2 Расчет и построение внешней скоростной характеристики

При найденных значениях максимальной мощности двигателя равной 66 кВт при частоте вращения коленчатого вала равной 4000 мин⁻¹ и максимального крутящего момента равного 0,172 Н·м при частоте вращения коленчатого вала равной 2400 мин⁻¹ определяем:

- мощность при максимальном крутящем моменте:

$$N_{e, M} = 0,105 \cdot M_{emax} \cdot n_M, \quad (1)$$

$$N_{e, M} = 0,105 \cdot 0,172 \cdot 2400 = 3,34 \text{ кВт.}$$

- крутящий момент при максимальной мощности:

$$M_{e, N} = \frac{N_{emax}}{0,105 \cdot n_N}, \quad (2)$$

$$M_{e, N} = \frac{66}{0,105 \cdot 4000} = 0,157 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

- коэффициенты приспособляемости к допустимой кратковременной перегрузке:

$$k_M = \frac{M_{emax}}{M_{eM}}, \quad (3)$$

$$k_M = \frac{0,172}{0,157} = 1,096 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

и уменьшению угловой скорости:

$$k_{\omega} = \frac{n_N}{n_M}, \quad (4)$$

$$k_{\omega} = \frac{4000}{2400} = 1,667.$$

а также коэффициенты:

$$a = \frac{k_M k_{\omega} (2 - k_{\omega}) - 1}{k_{\omega} (2 - k_{\omega}) - 1}, \quad (5)$$

$$a = \frac{1,096 \cdot 1,667 \cdot (2 - 1,667) - 1}{k_{\omega} (2 - 1,667) - 1} = 0,88, \quad (6)$$

$$b = \frac{1 - a}{1 - 0,5 k_{\omega}},$$

$$b = \frac{1 - 0,88}{1 - 0,5 \cdot 1,667} = 0,721, \quad (7)$$

$$c = k_{\omega} \frac{b}{2},$$

$$c = 1,667 \cdot \frac{0,721}{2} = 0,601.$$

Составляем таблицу 1 и заносим в нее найденные, принятые или рассчитанные значения.

Принимаем и записываем в таблицу 1 удобные значения $n > n_M$ и $n < n_N$, отмечаем их на графике и подставляем в формулу:

$$M_{en} = M_{eN} \left[a + b \frac{n}{n_N} - c \left(\frac{n}{n_N} \right)^2 \right] K_p, \quad M_{e,n} = M_{e,N} \left[a + b \frac{n}{n_N} - c \left(\frac{n}{n_N} \right)^2 \right] K_p \quad (8)$$

где K_p – коэффициент коррекции, принимается равным 0,970.

$$M_{en} = 0,157 \cdot \left[0,88 + 0,721 \cdot \frac{1600}{4000} - 0,601 \cdot \left(\frac{1600}{4000} \right)^2 \right] \cdot 0,97 = 0,163 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Таблица 1 – Расчетная внешняя скоростная характеристика двигателя

n мин ⁻¹	$n < n_M$	n_M	$n > n_M$	$n < n_N$	n_N	$n < n_N$	n_{xx}
	1600	2400	3000	3500	4000	4200	4500
N_e , кВт	27,4	43,3	51,9	58,8	66	65,4	0,0
M_e , кН·м	0,163	0,172	0,165	0,160	0,157	0,148	0,000
g_e , г/(кВт·ч)	281	265	262	264	273	278	∞
η_e	0,291	0,309	0,312	0,310	0,300	0,294	0
G_m , кг/ч	7,71	11,49	13,61	15,52	18,02	18,19	7,71
n/n_N	0,40	0,60	0,75	0,88	1,00	1,05	1,13

Значения эффективной мощности:

$$N_e = 0,105 \cdot 2000 \cdot 0,163 = 27,4 \text{ кВт.} \quad (8)$$

Принимаем значение эффективного КПД двигателя равным 0,30.

Определяем расчетом при низшей теплоте сгорания топлива равной 44 МДж/кг значения:

– удельного расхода топлива:

$$g_{eN} = \frac{3600}{n_N \cdot H_U}, \quad (9)$$

$$g_{eN} = \frac{3600}{0,3 \cdot 44} = 273 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч.}$$

– часового расхода топлива

$$G_{TN} = g_{eN} \cdot N_{emax} \cdot 10^{-3}, \quad (10)$$

$$G_{TN} = 273 \cdot 66 \cdot 10^{-3} = 18,02 \text{ кг/ч.}$$

И ряд подобных отношений n/n_N в таблице 1, определяем методом интерполяции значения коэффициента K_n и удельного расхода топлива:

$$g_{en} = K_n \cdot g_{eN}, \quad (11)$$

$$g_{e,n} = 1,03 \cdot 273 = 281 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч},$$

$$G_{mn} = g_{en} \cdot N_{en} \cdot 10^{-3}, \quad (12)$$

$$G_{mn} = 281 \cdot 27,4 \cdot 10^{-3} = 7,7 \text{ кг/ч}.$$

$$\eta_{en} = \frac{3600}{g_{en} \cdot H_U}, \quad (13)$$

$$\eta_{en} = \frac{3600}{281 \cdot 44} = 0,291.$$

«При поверочном динамическом расчете автомобиля реальную сумму параллельных потоков мощности заменяем одним потоком, подобным мощности N_δ , а КПД трансмиссии определяем расчетом по формуле:

$$\eta_{mp} = \frac{N_\delta}{N_e \eta_{вк}} = \eta_{ц}^k \cdot \eta_{к}^l \cdot \eta_{ки}^m - \frac{N_{mpo}}{N_e}, \quad (14)$$

где $\eta_{ц}$ и $\eta_{к}$ – соответственно КПД цилиндрических и конических пар зубчатых колес и подшипников их валов; принимаем КПД равным 0,98 и 0,97;

$\eta_{ки}$ – КПД карданного шарнира; принимаем равным 0,995;

k и l – число соответственно цилиндрических и конических пар зубчатых колес, через которые последовательно передается мощность к ведущим колесам; принимается равным 2 и 1 определяем из кинематической схемы автомобиля;

$m_{ки}$ – число последовательных карданных шарниров, определяем из кинематической схемы автомобиля, принимается равным 4;

$N_{mp,o}$ – мощность, теряемая в трансмиссии на холостом ходу, кВт; принимаем равным 2,2 кВт,

N_e – значения эффективной мощности согласно таблице 1, кВт» [2].

2.3 Расчет и построение тяговой части паспорта

Проверочный расчет и построение тяговой части паспорта проводят в последовательности:

- составляем таблицу 2 исходных и расчетных значений показателей на всех передачах переднего хода:
- вписываем в таблицу графически проверенные значения показателей внешней скоростной характеристики двигателя.
- рассчитываем шесть текущих значений КПД η_{mp} при $N_e > 0$ и вписываем полученные результаты и найденные передаточные числа трансмиссии U_{mp} в таблицу 2.
- определяем по формуле при $\delta=0$ по шесть текущих значений теоретической скорости V_m на каждой передаче.
- чертим на листе формата A1 масштабные сетки и шкалы.
- выбираем удобный масштаб эффективной мощности двигателя и строим на нижнем среднем поле графики $N_e=f(V_m)$ и $\eta_e=f(V_m)$ в масштабе скоростей V_m и V_a 1 м/с в 1 см.
- при выбранном значении коэффициента $k_w=0,63 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^4$ находим постоянное значение фактора обтекаемости в $\text{кН}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$:

$$k_{wF} = 0,8 \cdot B_z \cdot H_z \cdot k_w \cdot 10^{-3}, \quad (15)$$

где B_z – габаритная ширина автомобиля, принимается равной 1,785 м;

H_z – габаритная высота автомобиля, принимается равной 2,081 м.

$$k_{wF} = 0,8 \cdot 1,785 \cdot 2,081 \cdot 0,63 \cdot 10^{-3} = 0,001872 \text{ кН}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2.$$

- определяем расчетом по шесть значений полной окружной силы ведущих колес, силы сопротивления воздуха, и динамического фактора снаряженного автомобиля по двигателю при $M_e > 0$ на всех передачах переднего хода.

$$P_{\kappa o} = \frac{M_e \cdot U_{mp} \cdot \eta_{mp}}{r_{\kappa}}, \quad (16)$$

$$P_w = k_w \cdot F \cdot v_T^2, \quad (17)$$

$$D_0 = \frac{P_{\kappa o} - P_w}{m_0 \cdot g}. \quad (18)$$

Рассмотрим пример расчета на первой передаче при 1600 об/мин» [2].

Теоретическая скорость:

$$V_T = \frac{1600 \cdot 0,36 \cdot 0,105}{18,66} = 3,24 \text{ м/с.}$$

Таблица 2 – исходные и расчетные значения показателей тяговой динамичности автомобиля УАЗ-31519

Передача	u_{mp}	n , мин ⁻¹	V_m , м/с	M_e , кНм	η_{mp}	$P_{\kappa o}$, кН	P_w , кН	D_0	N_e , кВт	η_e
1	18,66	4500	9,12	0,000	0,000	0,000	0,156	-	0,0	0,000
		4000	8,10	0,157	0,880	7,159	0,123	0,435	66,0	0,300
		3500	7,09	0,160	0,876	7,262	0,094	0,443	58,8	0,310
		3000	6,08	0,165	0,871	7,441	0,069	0,456	51,9	0,312
		2400	4,86	0,172	0,862	7,687	0,044	0,473	43,3	0,309
		1600	3,24	0,163	0,833	7,049	0,020	0,435	27,4	0,291
2	11,96	4500	14,22	0,000	0,000	0,000	0,379	-	0,0	0,000
		4000	12,64	0,157	0,880	4,588	0,299	0,265	66,0	0,300
		3500	11,06	0,160	0,876	4,655	0,229	0,274	58,8	0,310
		3000	9,48	0,165	0,871	4,769	0,168	0,285	51,9	0,312
		2400	7,59	0,172	0,862	4,927	0,108	0,298	43,3	0,309
		1600	5,06	0,163	0,833	4,518	0,048	0,276	27,4	0,291
3	7,16	4500	23,76	0,000	0,000	0,000	1,057	-	0,0	0,000
		4000	21,12	0,157	0,880	2,747	0,835	0,118	66,0	0,300
		3500	18,48	0,160	0,876	2,787	0,639	0,133	58,8	0,310
		3000	15,84	0,165	0,871	2,855	0,470	0,148	51,9	0,312
		2400	12,67	0,172	0,862	2,950	0,301	0,164	43,3	0,309
		1600	8,45	0,163	0,833	2,705	0,134	0,159	27,4	0,291
4	4,53	4500	37,55	0,000	0,000	0,000	2,639	-	0,0	0,000
		4000	33,38	0,157	0,918	1,813	2,086	-0,017	66,0	0,300
		3500	29,21	0,160	0,914	1,840	1,597	0,015	58,8	0,310
		3000	25,03	0,165	0,909	1,885	1,173	0,044	51,9	0,312
		2400	20,03	0,172	0,900	1,948	0,751	0,074	43,3	0,309
		1600	13,35	0,163	0,871	1,789	0,334	0,090	27,4	0,291

КПД трансмиссии:

$$\eta_{TP} = 0,913 - \frac{2,2}{27,4} = 0,833. \quad (15)$$

Касательная сила на колесе:

$$P_{KO} = \frac{0,163 \cdot 18,66 \cdot 0,8332,2}{0,36} = 7,049 \text{ кН.}$$

Сила сопротивления воздуха:

$$P_w = 0,001872 \cdot 3,24^2 = 0,020 \text{ кН.}$$

Динамический фактор:

$$D_0 = \frac{7,049 - 0,020}{18,66} = 0,435.$$

Согласно ВСН 25-86, зависимость коэффициента сцепления:

$$\varphi_v = \varphi_{20} - \beta_\varphi \cdot (\nu_i - 20), \quad (19)$$

где φ_{20} – коэффициент сцепления при $V=20$ км/ч, зависит от типа и состояния покрытия,

β_φ – коэффициент линейного уменьшения коэффициента сцепления.

Заносим их в таблицу 3 и строим графики на среднем верхнем поле листа 1.

Таблица 3 – Значения коэффициентов сцепления

v_a ,м/с	0	5	10	15	20	25	30	35	40
$\varphi_{вс}$	0,8	0,8	0,744	0,681	0,618	0,555	0,492	0,429	0,366
$\varphi_{вм}$	0,6	0,6	0,544	0,481	0,418	0,355	0,292	0,229	0,166
$\varphi_{вмз}$	0,45	0,45	0,394	0,331	0,268	0,205	0,142	0,079	0,016
$\varphi_{всн}$	0,3	0,3	0,260	0,215	0,170	0,125	0,080	0,035	–
$\varphi_{взл}$	0,15	0,15	0,118	0,082	0,046	0,010	–	–	–

Строим на левом поле листа 1 графическую зависимость коэффициента буксования δ от отношения $D/\varphi_v\lambda$ (таблица 4).

Таблица 4 – Зависимость коэффициента буксования δ от отношения $D/\varphi_v\lambda$

$D/\varphi_v\lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
δ	0	0,003	0,008	0,018	0,034	0,053	0,083	0,126	0,216	0,414	1,0

«Определяем характерные значения коэффициента нормальной загрузки автомобиля:

$$\Gamma = 1 + \frac{q_a + m_{он} + q_a}{m_o} \leq 5. \quad (20)$$

и соответствующие им значения коэффициента нормальной нагрузки ведущих колес:

– снаряженного автомобиля:

$$\lambda_0 = \frac{m_{o,свд}}{m_o}, \quad (21)$$

$$\lambda_0 = \frac{1650}{1650} = 1.$$

– полностью груженого:

$$\lambda_q = \frac{m_{a, \text{своб}}}{m_o + q_a}, \quad (22)$$

$$\lambda_q = \frac{2050}{2050} = 1.$$

– полностью груженого автомобиля со снаряженным прицепом:

$$\lambda_q = \frac{m_{a, \text{своб}}}{m_o + q_a + m_{on}}, \quad (23)$$

$$\lambda_q = \frac{2050}{1650 + 400 + 300} = 0,87,$$

$$\Gamma_q = 1 + \frac{400 + 300}{1650} = 1,424.$$

– полностью груженого автопоезда:

$$\lambda_q = \frac{m_{a, \text{своб}}}{m_o + q_a + m_{on} + q_n}, \quad (24)$$

$$\lambda_q = \frac{2050}{1650 + 400 + 300 + 500} = 0,72,$$

$$\Gamma_q = 1 + \frac{400 + 300 + 500}{1650} = 1,727.$$

а также промежуточные значения на гиперболической ветви:

$$\lambda_i = \frac{\lambda_q \Gamma_q}{\Gamma_i}, \quad (25)$$

$$\Gamma_i > \Gamma_q = \frac{m_o + q_a}{m_o}. \quad (26)$$

Строим на правом поле в масштабе его левой шкалы зависимость $\lambda=f(\Gamma)$ и лучевую номограмму ψ » [2].

2.4 Прогноз тяговой динамичности и эффективности автомобиля в выбранных условиях

«Под тяговой динамичностью автомобиля понимается его свойство (объективную особенность, способность) преодолевать сопротивления поступательному движению с наибольшей мгновенной скоростью, соответствующей работе двигателя по внешней скоростной характеристике и определяемой по тяговой части паспорта в последовательности:

Задаем весовое состояние автомобиля или автопоезда значением Γ , дорожные условия значением коэффициента дорожных сопротивлений ψ и состоянием дорожного покрытия.

Проектируем заданное выше значение Γ по вертикали до пересечения с кривой $\lambda=f(\Gamma)$, а затем с лучом заданного, выше значения ψ , полученные точки пересечения проектируем на правую шкалу левого поля и отмечаем стрелками два «входа» (λ и $\psi=D_e$) на это поле; по горизонтали ψ возвращаемся от «входа» до пересечения с правой кривой $D_o=f(v_T)$, проектируем точку пересечения вниз (на шкалу v_m в м/с) и вверх до пересечения с выбранной ранее кривой ϕ_{bc} , ϕ_{bm} или ϕ_{bm3} и полученную точку пересечения проектируем по горизонтали до правой шкалы левого поля и стрелкой ϕ_y отмечаем на ней третий «вход» на это поле» [2].

«Графически делим $D_r = \psi$ на ϕ_v , проектируя делимое D_e по горизонтали, а делитель по лучу в точку их пересечения на левом поле; эту точку проектируем по вертикали на верхнюю шкалу и полученный промежуточный результат D_e / ϕ_v , возвращаем по диагонали на правую шкалу для повторного деления - делимого D_e / ϕ_v на делитель λ ; точку пересечения на левом поле горизонтали делимого D_e / ϕ_v с лучом делителя λ проектируем по вертикали до пересечения с кривой буксования и определяем по левой шкале левого поля значение δ и длину верхнего отрезка $1 - \delta$ на этой шкале» [2].

«Графически умножаем вертикаль $(1 - \delta)$, отмеченную на верхней части

левой шкалы левого поля, на луч, проведенный по среднему верхнему полю из ранее найденного значения теоретической (расчетной) скорости v_m в полюс лучевой номограммы среднего верхнего поля - точку с координатами $v_m=0$ и $\delta=1$. Для такого умножения, обусловленного формулой, достаточно провести горизонталь «выхода» δ из левого поля до пересечения на среднем верхнем поле с лучом v_m «входа» на это поле графического умножения. Аргумент точки пересечения горизонтали 5 с лучом v_m определяет значение действительной скорости автомобиля v_m » [2].

Типичные для предприятия условия автоперевозок оцениваем интервалами значений показателей таблицы 5, а графоаналитические результаты оценки, - показателями таблицы 6.

Таблица 5 – Основные показатели условий автоперевозок

Показатели	Летом	Осенью	Зимой	Весной
Γ	1,24	1,24	1,24	1,24
λ	1	1	1	1
f	0,020	0,050	0,045	0,050
$\pm i$	0,12	0,12	0,12	0,12
ψ	0,01	0,01	0,01	0,01
φ	0,80	0,45	0,30	0,45

Таблица 6 – Показатели графоаналитической оценки эффективности автомобиля

Варианты условий перевозок	Γ	λ	ψ	φ_v	v_m , м/с	v_a , м/с	N_e , кВт	η_e	N_a , кВт	η_a	$\frac{C_{TM}}{\rho_T \cdot \eta_a \cdot H_{II}}$ руб/Мдж
1	1	1	0,02	0,498	28,52	28,5	57,6	0,311	57,6	0,311	2,97
2	1	1	0,02	0,330	28,52	28,5	57,6	0,311	57,6	0,311	2,97
3	1	1	0,02	0,180	28,52	28,4	57,6	0,311	57,6	0,311	2,97

Выводы по разделу.

Был проведён расчёт тягово-скоростных свойств и динамического паспорта автомобиля УАЗ-31519 у которого максимальная мощность двигателя УМЗ-4178 66 кВт при частоте вращения коленчатого вала

4000 мин⁻¹ и максимальный крутящий момент 0,172 кН·м при частоте вращения коленчатого вала 2400 мин⁻¹.

«При увеличении частоты вращения коленчатого вала увеличиваются эффективная мощность и часовой расход топлива до частоты вращения 4000 об/мин и достигают своего максимального значения при этой частоте. При увеличении n больше 2400 об/мин крутящий момент уменьшается, при увеличении n от 0 до 2400 об/мин крутящий момент увеличивается. Наибольшее значение эффективного КПД и наименьшее значение удельного расхода при частоте вращения 2900...3100 об/мин» [2].

С переходом на более высокие передачи увеличивается скорость движения, сила сопротивления воздуха но уменьшается касательная сила на колесе и динамический фактор а следовательно и тяговые свойства. Значения M_e , $\eta_{тр}$, G_b , N_e , g_e , η_e не зависят от передачи, на которой движется автомобиль.

«Были рассчитаны значения крутящего момента, эффективной мощности. удельного и часового расходов топлива а также эффективного КПД при заданном коэффициенте коррекции 0,97 и выбранном значении эффективного КПД 0,30 двигателя результаты которых приведены в таблице 1. При выбранных коэффициенте $K_w=0,63$ Н²/м⁴, $N_{mp.o}=2,2$ кВт, а также данных таблицы 1 были рассчитаны значения теоретической скорости, КПД трансмиссии, касательной силы на колесе, силы сопротивления воздуха, динамического фактора. Результатом стало построение графиков первого листа графической части» [2].

3 Конструкторская часть

3.1 Обоснование модернизации подвески автомобиля

Для модернизации подвески выбираем автомобиль УАЗ-31519 (рисунок 1).

«Техническая характеристика автомобиля следующая:

- тип автомобиля – двухосный, повышенной проходимости с колесной формулой 4×4;
- вместимость, включая водителя – 7 человек;
- грузоподъёмность (включая водителя и пассажиров) – 550...750 кг;
- допустимая полная масса – 2500 кг;
- распределение массы по осям – 1000/1500 кг;
- масса снаряжённого автомобиля – 1750 кг;
- максимальная скорость – 120 км/ч;
- двигатель – УМЗ-4218 – 4-х тактный, карбюраторный;
- мощность двигателя – 61,8 кВт (84,0 л.с.);
- коробка передач – механическая 5-ступенчатая;
- раздаточная коробка без межосевого дифференциала, 2-ступенчатая;
- передние тормоза – дисковые вентилируемые, с двумя цилиндрами, с плавающей скобой;
- задние тормоза – барабанного типа, с одним цилиндром, с автоматическим регулированием зазора между накладками и барабаном
- шины – 225/75R16, 245/70R16;
- рулевое управление – передача «винт-шариковая гайка-сектор» с гидроусилителем;
- передняя подвеска – зависимая, пружинно-рессорная со стабилизатором поперечной устойчивости, гидропневматическими

амортизаторами телескопического типа двухстороннего действия, с двумя продольными рычагами и поперечной тягой;

- задняя подвеска – зависимая, на двух продольных полуэллиптических малолистовых рессорах и гидропневматических амортизаторах телескопического типа двухстороннего действия» [11].

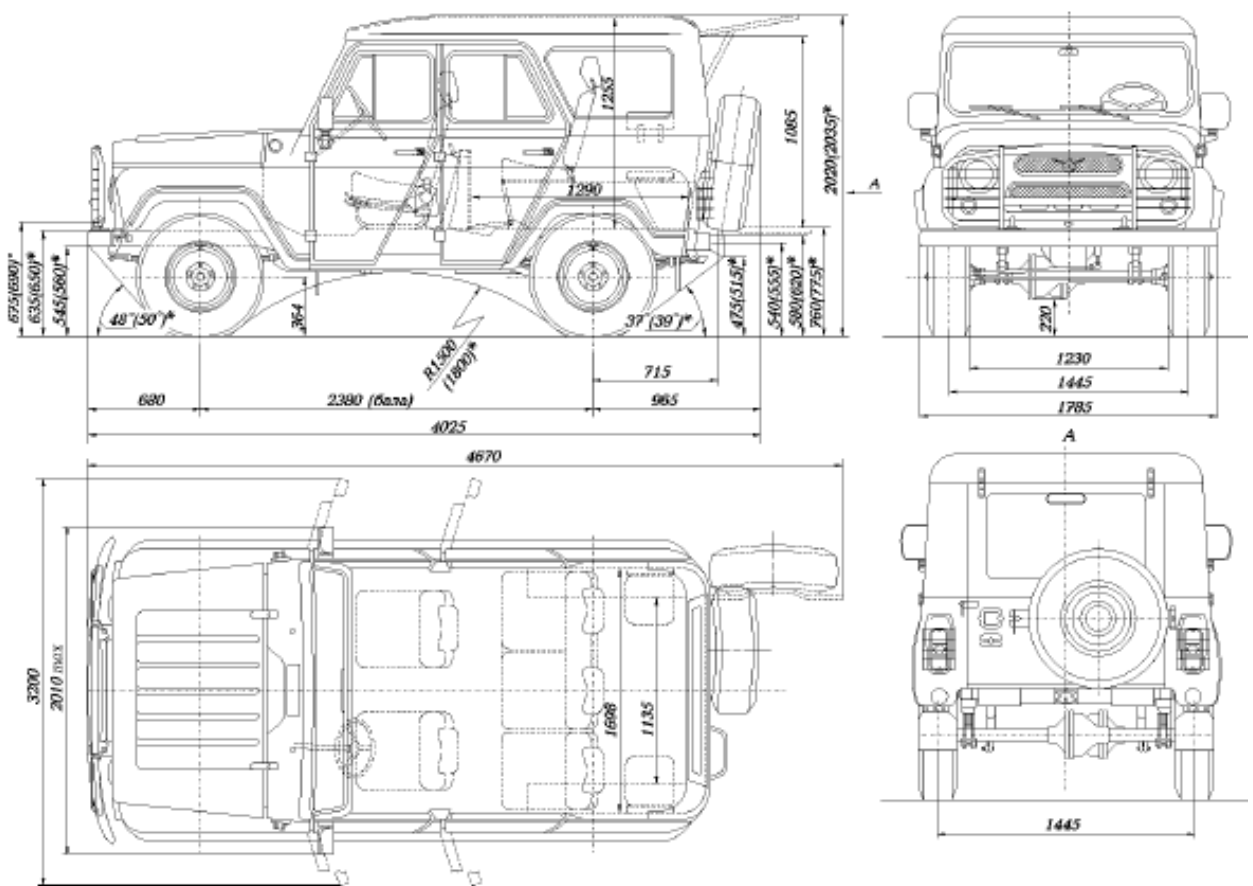
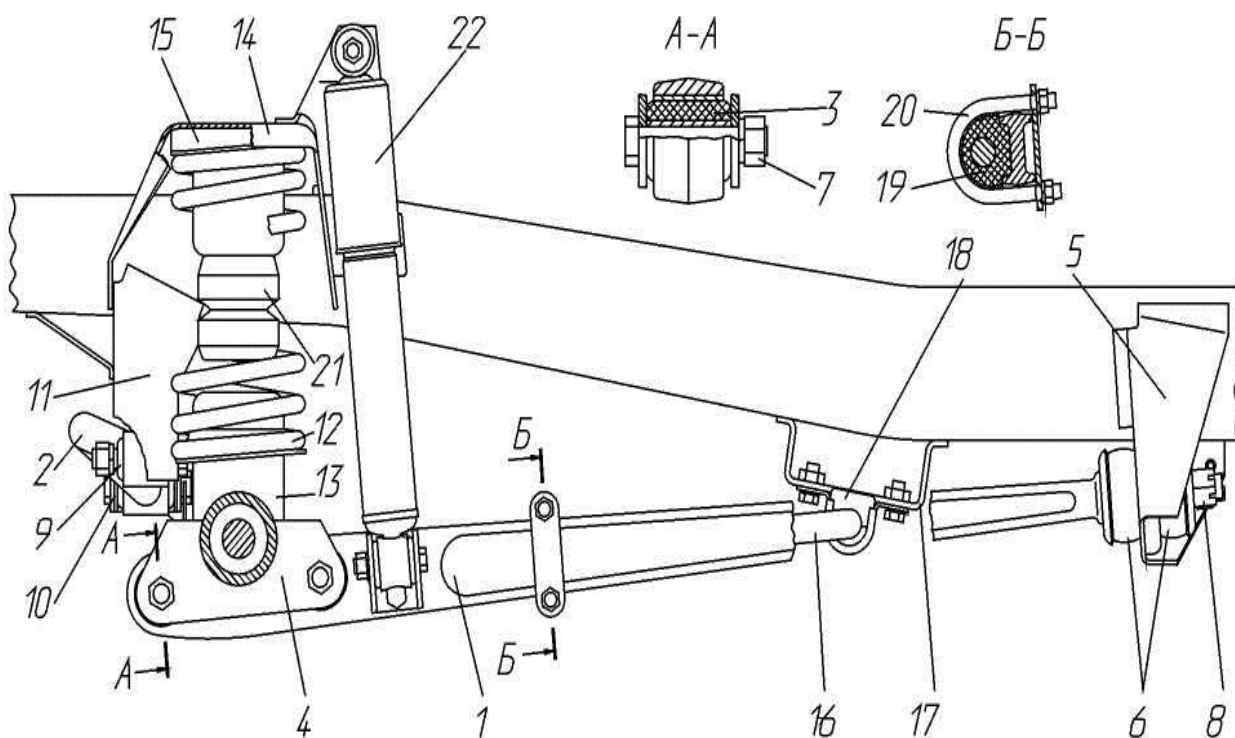


Рисунок 1 – Общий вид автомобиля УАЗ-31519

«На автомобилях УАЗ-31512-10, УАЗ-31514-10 и УАЗ-31519-10 устанавливаются передняя пружинная подвеска со стабилизатором поперечной устойчивости, и задние малолистовые рессоры» [11].

Спецификация на автомобиль в Приложении А (рисунок А.1)

Передняя подвеска (рисунок 2) состоит из направляющего аппарата, упругих и гасящих элементов.



- 1 – рычаг продольный; 2 – тяга поперечная; 3, 9 – шарниры резинометаллические;
 4, 5 – кронштейны продольного рычага; 6 – шарниры резиновые; 7, 8 – гайки;
 10, 11 – кронштейны поперечной тяги; 12 – пружина; 13, 14 – кронштейны пружины;
 15 – прокладка вибропоглощающая; 16 – стабилизатор; 17 – кронштейн стабилизатора;
 18, 19 – втулки резиновые; 20 – стремянка; 21 – буфер; 22 – амортизатор

Рисунок 2 – Передняя подвеска [11]

«Направляющий аппарат подвески обеспечивает правильную установку моста и влияет на управляемость, устойчивость и тормозные качества автомобиля. Состоит из двух продольных рычагов 1 и поперечной тяги 2. Продольные рычаги соединены с передним мостом посредством неразборных резинометаллических шарниров 3 и кронштейнов 4, а с рамой - через резиновые шарниры 6 и кронштейны 5. Крепление осуществляется гайками 7, с моментом затяжки от 14 до 16 кгс·м, и гайками 8 до упора. Торцевая гайка 8 шплинтуется. Поперечная тяга соединяется через резинометаллические шарниры 9 и кронштейн 10 с мостом, а кронштейн 11 – с рамой.

Пружины 12 опираются через нижний кронштейн 13 на мост и верхний кронштейн 14 на раму. Между верхним кронштейном 14 и пружиной 12

установлена вибропоглощающая резиновая прокладка 15.

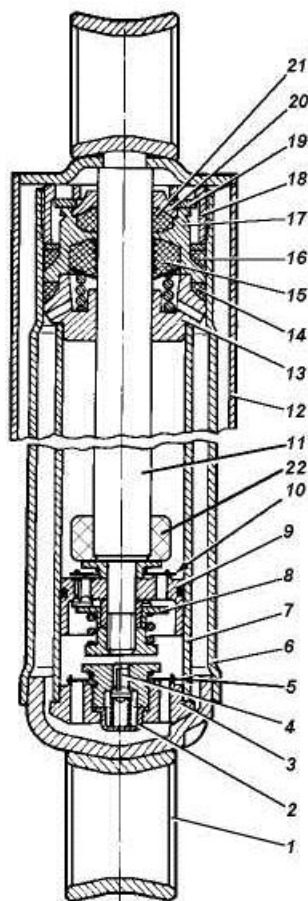
Стабилизатор 16 поперечной устойчивости установлен неподвижно своей центральной частью на кронштейны 17 рамы через резиновые втулки 18. Концы стабилизатора зажаты в резиновых втулках 19 стремянками 20 на продольных рычагах подвески. Осевые перемещения концов стабилизатора относительно рычагов происходят за счет сдвига резины во втулке 19. Скольжение концов во втулке не допускается, и появление его указывает на износ и необходимость замены втулок» [11].

«Предельный ход подвески вверх ограничивается буфером 21. Буфер одновременно выполняет функцию дополнительного упругого элемента (подрессорника). Для гашения вертикальных колебаний в передней подвеске имеются два телескопических амортизатора 22. Кроме того, амортизаторы являются ограничителями хода подвески вниз.

Амортизатор передней пружинной подвески (рисунок 3) состоит из рабочего цилиндра, штока с поршнем в сборе, клапана сжатия и резервуара. На штоке поршня, между поршнем и направляющей, находится буфер отбоя из специального материала.

Амортизатор крепится шарнирно: верхней проушиной, соединенной со штоком, к кронштейну рамы, а нижней, соединенной с резервуаром, - к продольному рычагу подвески. Верхний и нижний шарниры сборные и невзаимозаменяемые.

Эксплуатация автомобиля с неисправным амортизатором или без него не допускается. Передние и задние амортизаторы невзаимозаменяемые. Передние амортизаторы имеют встроенный буфер отбоя и в сжатом состоянии короче задних на 25 мм» [11]



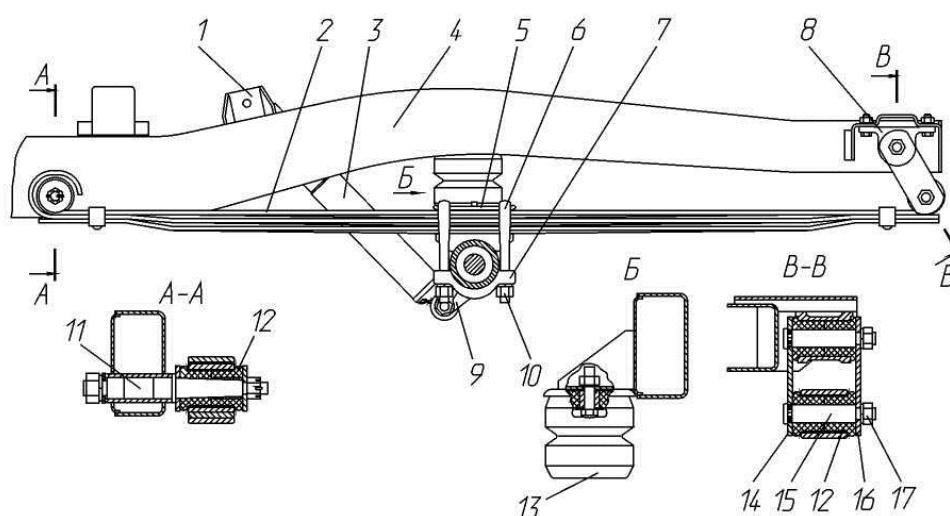
1 – проушина; 2 – ограничитель клапана сжатия; 3 – корпус клапана сжатия;
 4 – клапан сжатия; 5 – впускной клапан; 6 – резервуар; 7 – цилиндр; 8 – клапан отдачи;
 9 – поршень; 10 – перепускной клапан; 11 – шток; 12 – кожух; 13 – направляющая втулка
 штока; 14 – нижнее уплотнительное кольцо; 15 – сальник; 16 – верхнее уплотнительное
 кольцо; 17 – обойма сальников; 18 – гайка резервуара; 19 – шайба; 20 – защитное кольцо;
 21 – сальник штока; 22 – буфер отбоя

Рисунок 3 – Амортизатор передней пружинной подвески [11]

Задняя подвеска (рисунок 4) состоит из двух малолистовых рессор 2, работающих совместно с двумя гидравлическими телескопическими амортизаторами 3.

«Рессора состоит из трех листов, имеющих переменную толщину. Предельный ход моста вверх ограничивается резиновыми буферами 13. К мосту рессора крепится при помощи стремянок 6, накладки 5 и подкладки 7. Момент затяжки гаек стремянок от 100 до 120 Н м (от 10 до 12 кг см) (усилие на конце ключа из комплекта шоферского инструмента от 30 до 36 кгс). Передний конец рессоры при помощи резиновых втулок 12

устанавливается на неподвижной оси 11. Задний конец посредством серьги и резиновых втулок установлен шарнирно. Гайки 17 затягивать до упора наружной щеки серьги 16 в заплечики пальцев 15. Амортизаторы 3 задней подвески крепятся шарнирно через кронштейны 1 к раме и кронштейны 9 к заднему мосту. Шарниры задних амортизаторов унифицированы с верхними шарнирами передних амортизаторов» [11].



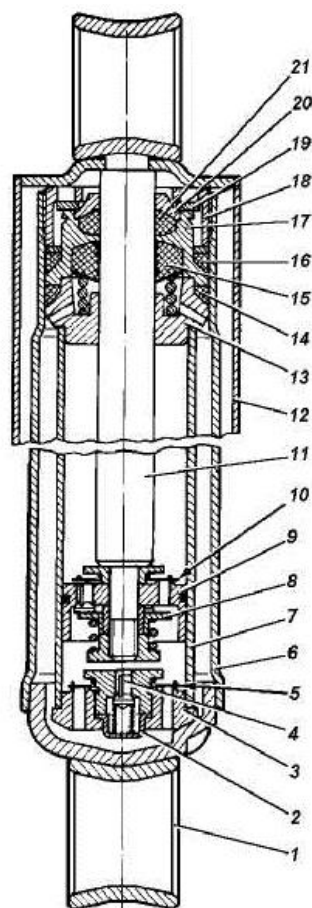
1 – кронштейн амортизатора; 2 – рессора; 3 – амортизатор; 4 – рама; 5 – накладка; 6 – стремянка; 7 – подкладка; 8 – кронштейн серьги; 9 – кронштейн амортизатора; 10 – гайка стремянки; 11 – ось; 12 – втулка резиновая; 13 – буфер; 14 – щека серьги внутренняя; 15 – палец; 16 – щека серьги наружная; 17 – гайка пальца

Рисунок 4 – Задняя подвеска

Конструкция задних амортизаторов представлена на рисунке 5.

При модернизации изменениям в основном подвергается передняя подвеска автомобиля.

«Наиболее кардинальным способом повышения проходимости является лифтовка подвески. В зависимости от конструкции автомобиля существует множество способов лифтовки подвески. Однако лифтовка подвески повышает центр тяжести автомобиля, что уменьшает допустимые крены и делает езду на нем более опасной» [12].



1 – проушина; 2 – ограничитель клапана сжатия; 3 – корпус клапана сжатия;
 4 – клапан сжатия; 5 – впускной клапан; 6 – резервуар; 7 – цилиндр; 8 – клапан отдачи;
 9 – поршень; 10 – перепускной клапан; 11 – шток; 12 – кожух;
 13 – направляющая втулка штока; 14 – нижнее уплотнительное кольцо;
 15 – сальник; 16 – верхнее уплотнительное кольцо; 17 – обойма сальников;
 18 – гайка резервуара; 19 – шайба; 20 – защитное кольцо; 21 – сальник штока

Рисунок 5 – Амортизатор задней рессорной подвески

«Трудно однозначно определить, на какую высоту лучше всего поднимать подвеску. С одной стороны, чем выше рама автомобиля от земли, тем выше его проходимость, с другой стороны увеличивается опасность опрокидывания. Но самое важное это то, что карданные валы имеют предельный угол наклона, при котором они способны работать, и чем ближе угол к предельному, тем быстрее будут изнашиваться валы (обычно наибольший износ происходит в шлицевом соединении валов). Естественно, существует угол, при котором валы вообще откажутся вращаться.

Для борьбы с опрокидыванием применяют способ расширения колеи при помощи колесных проставок, широкой резины, применение колесных дисков с отрицательным вылетом или вообще заменой мостов (например, на «Барс» или «Спайсер»). Установка дисковых тормозов расширяет колею от 4 до 5 см» [12].

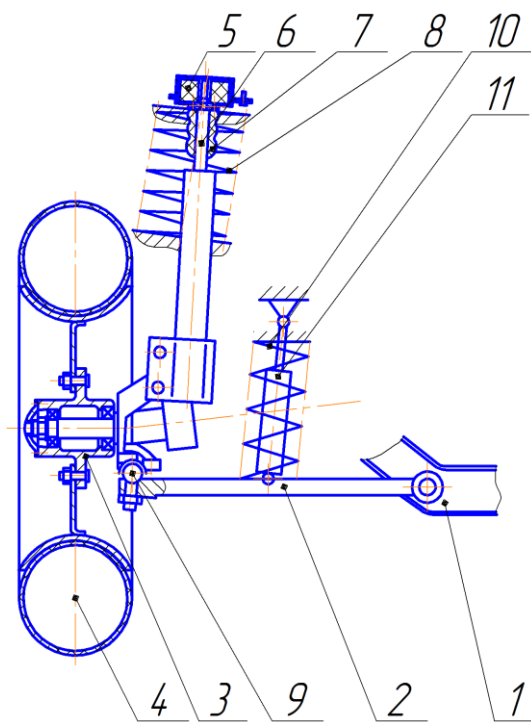
«Для решения проблемы карданов существуют такие методы, как установка удлиненных карданов от других моделей, установка проставок между фланцами моста и кардана, или, в особых случаях, наращивание карданного вала с последующей его балансировкой» [11].

Для того чтобы внести новизну в динамику УАЗ-31519, улучшить преемственность и управляемость автомобиля, получить еще лучшие ходовые качества нужно провести некоторую доработку подвески.

Для этого рассмотрим независимую однорычажную подвеску (рисунок 6), зависимую подвеску и независимую двухрычажную.

«Для независимой однорычажной подвески существуют следующие методы усиления и модернизации:

- применение газомасляных спортивных усиленных амортизаторов;
- установка двух амортизаторов (основного и вспомогательного);
- применение усиленных пружин;
- Установка дополнительных пружин;
- Изготовление нижнего рычага с дополнительным усилением;
- установка кронштейнов отвязки редуктора;
- установка направленных шайб под нижнюю площадку пружины (они создают необходимый угол передней пружины);
- установка пружин с переменным шагом и бочкообразных пружин (подвеска приобретает прогрессивную характеристику)» [12].



1 – поперечная балка; 2 – рычаг; 3 – ступица; 4 – колесо; 5 – опорный подшипник;
6 – телескопическая стойка; 7 – буфер хода сжатия (отбойник); 8 – пружина подвески;
9 – шаровая опора; 10 – дополнительная пружина; 11 – дополнительный газомасляный
амортизатор

Рисунок 6 – Кинематическая схема передней независимой однорычажной подвески автомобиля категории М1

«Усиление зависимой подвески достигается другим путем. На зависимой передней подвеске обычно в качестве упругого элемента устанавливаются либо пружины, либо рессоры. В качестве же гасящего элемента устанавливаются амортизаторы. В данном конкретном случае на передней подвеске стоят пружины и амортизаторы» [12].

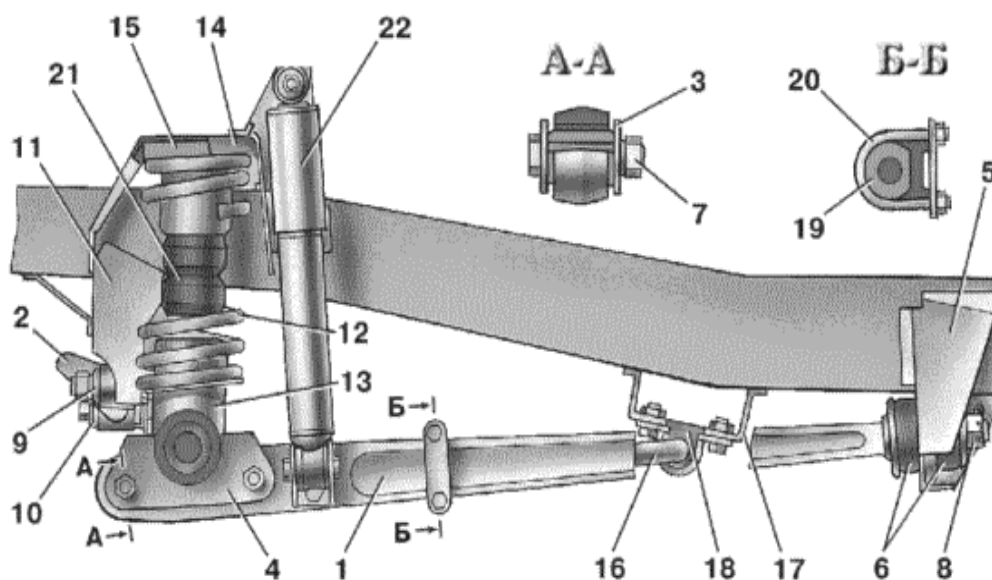
Вид сбоку передней подвески автомобиля УАЗ-31519 представим в виде рисунка 7.

«Конструкция достаточно проста в исполнении обслуживании и ремонте, достаточно крепка, так как автомобиль УАЗ-31519 уже изначально обладает внедорожными качествами, но для ралли-рейдов этого недостаточно.

Именно поэтому способы усиления следующие:

- применение газомасляных спортивных усиленных амортизаторов,

- установка двух амортизаторов (основного и вспомогательного),
- применение усиленных пружин,
- установка дополнительных пружин (листов рессор),
- усиление крепёжных элементов подвески без увеличения веса,
- увеличение хода подвески,
- установка пружин с переменным шагом и бочкообразных пружин (подвеска приобретает прогрессивную характеристику)» [12].



- 1 – продольная штанга; 2 – поперечная тяга; 3, 9 – резинометаллические шарниры; 4, 5 – кронштейны продольной штанги; 6 – резиновые шарниры; 7, 8 – гайки; 10, 11 – кронштейны поперечной тяги; 12 – пружина; 13, 14 – кронштейны пружины; 15 – вибропоглощающая прокладка; 16 – стабилизатор; 17 – кронштейн стабилизатора; 18, 19 – резиновые втулки; 20 – стремянка; 21 –буфер; 22 – амортизатор

Рисунок 7 – Передняя пружинная подвеска автомобиля УАЗ-31519

«Одним из способов модернизации подвески данного автомобиля является установка дополнительных рессорных листов – подвеска получается комбинированной. Это, прежде всего, усиливает подвеску и делает элементы пружины и рессор резервными, например, если в пути сломается пружина, то у экипажа есть возможность доехать до места ТО и ремонта на рессорных листах» [11].

Пример комбинированной подвески представлен на рисунке 8.



а)



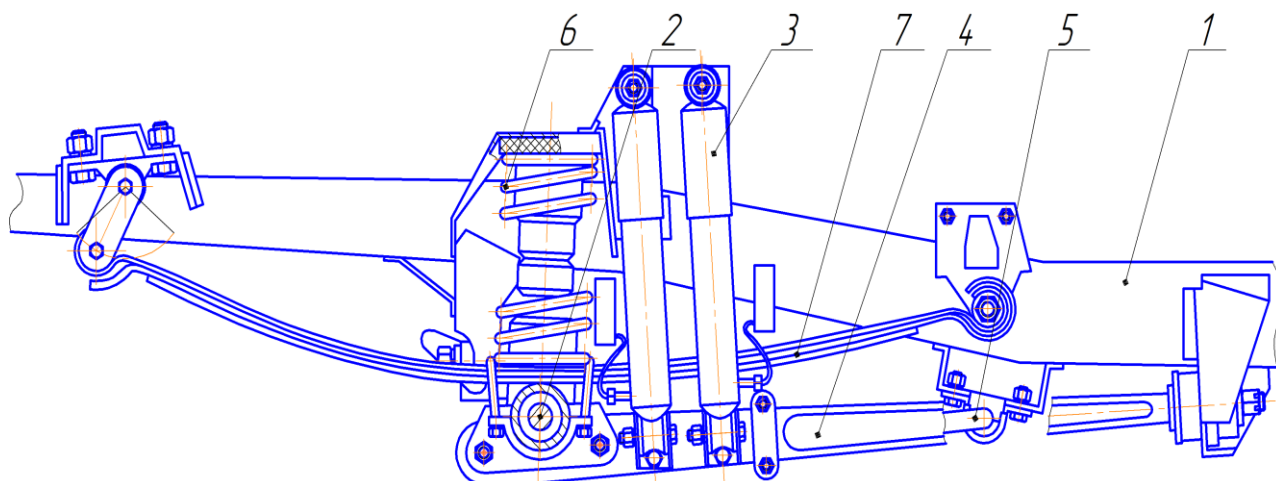
б)

а) вид спереди; б) вид сбоку

Рисунок 8 – Пример комбинированной подвески автомобиля УАЗ-31519

Далее для усиления необходимо поставить вместо одного масляного амортизатора два газомасляных амортизатора.

Схему модернизированной передней подвески автомобиля представим в виде рисунка 9. Это так же усиливает подвеску и делает второй амортизатор резервным. Спецификация на переднюю подвеску автомобиля представлена в Приложении А (рисунки А.4, А.5).



1 – рама; 2 – мост передний; 3 – газомасляный амортизатор; 4 – продольная штанга;
5 – стабилизатор поперечной устойчивости; 6 – пружина; 7 – рессоры

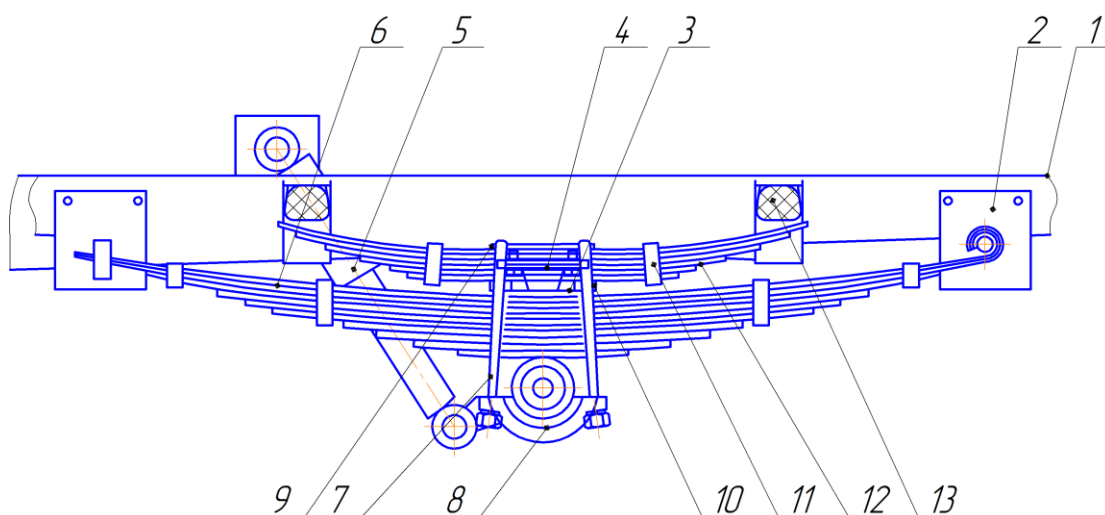
Рисунок 10 – Кинематическая схема конструкции передней усиленной зависимой подвески автомобиля категории М1

Грузоподъёмность автомобиля категории М1 составляет до модернизации 550-750 кг, и предлагается на заднюю подвеску установить с каждой стороны ещё по одному подрессорнику, которые увеличивают грузоподъёмность на сторону на 150 кг, тогда общая грузоподъёмность автомобиля составит: $750+150\cdot 2=1050\text{кг}$.

Тем самым получится увеличить грузоподъёмность автомобиля и тем самым усилить подвеску.

Итак, схематически разрабатываемую конструкцию задней усиленной подвески можно представить в виде рисунка 11.

Спецификация на заднюю подвеску автомобиля представлена в Приложении А (рисунки А.2, А.3).



- 1 – рама автомобиля; 2 – кронштейн; 3 – накладка; 4 – буфер; 5 – амортизатор; 6 – рессора;
 7 – стремянка; 8 – подкладка; 9 – накладка; 10 – проставка; 11 – стремянка малая;
 12 – подрессорные листы; 13 – кронштейн

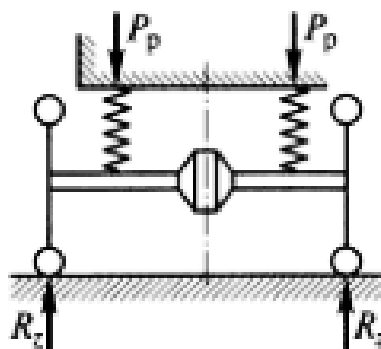
Рисунок 11 – Кинематическая схема модернизированной задней подвески проектируемого автомобиля

3.2 Конструкторские расчёты подвески

Расчёт передней усиленной подвески.

«Расчёт пружины подвески. Подвеска пружинно рессорная, а это значит необходимо сосчитать как рессоры так и пружину.

Полная масса автомобиля УАЗ-3151 составляет 1770 кг. Вес автомобиля – $P^1 = 2 \cdot P_p^1 = 17700,0 \text{ Н} = 17,70 \text{ кН}$ (рисунок 12) [13].



P_p – нагрузка на поддрессоренную часть, Н; R_z – нормальная реакция, Н

Рисунок 12 – Расчётная схема для определения нагрузок на подвеску

Нагрузка на пружинно рессорную часть составляет (на одну сторону моста):

$$P_p = R_z - 0,5 \cdot G_{H.M.}, \quad (27)$$

где R_z – нормальная реакция, Н;

$G_{H.M.}$ – вес неподрессоренных масс, 700 Н» [13].

На одну сторону моста:

$$P_p = \frac{P}{2}. \quad (28)$$

Нормальная реакция зависит от веса автомобиля и распределения его по платформе, а так же от дорожных условий. Для проверочных расчётов примем самый наихудший случай (нагрузка на весь передний мост):

$$R_z^1 = \frac{17700 \cdot 2}{3} = 11800 \text{ Н} = 11,8 \text{ кН}.$$

«Предположим, что спортивный автомобиль работает в наихудших условиях бездорожья, а это значит что вся нагрузка, приходящаяся на передний мост может восприниматься одним колесом при кренах и заваливаниях корпуса автомобиля УАЗ-31519, тогда нагрузка на одну сторону переднего моста:

$$R_z = R_z^1 = 11800 \text{ Н} = 11,8 \text{ кН}.$$

$$P_p = 11800 - 0,5 \cdot 700 = 11450 \text{ Н} = 11,45 \text{ кН}.$$

В данном случае подвеска пружинно-рессорная, именно поэтому:

$$P_p = P_{пп} + P_{ре}, \quad (29)$$

где $P_{пп}$ – нагрузка на пружину, Н;

P_p – нагрузка на рессоры, Н» [14]

Изначально (до модернизации) подвеска была пружинная, именно поэтому при проектировании новой подвески (добавили 3 листа рессор и дополнительный амортизатор) заложили распределение нагрузки на пружину $2/3 \cdot P_p$ и на рессоры $1/3 \cdot P_p$, тогда:

$$P_{пп} = \frac{2 \cdot P_p}{3}, \quad (30)$$

$$P_{пп} = \frac{2 \cdot 11450}{3} = 7633,33 \text{ Н} = 7,63 \text{ кН},$$

$$P_{ре} = \frac{1 \cdot P_p}{3},$$

$$P_{\text{пр}} = \frac{1 \cdot 11450}{3} = 3816,67 \text{ Н} = 3,82 \text{ кН}.$$

«Прогиб пружины (рисунок 13) определяется из равенства:

$$f_{\text{пр}} = \frac{f_{\text{к}} \cdot a}{l} = \frac{8 \cdot i_p \cdot D^3 \cdot P_{\text{пр}}}{d^4 \cdot G}, \quad (31)$$

где i_p – число рабочих витков пружины,

D – наружный диаметр пружины, согласно данным [14] равен 0,13 м;

d – диаметр прутка пружины, $d = 0,015$ м [14];

G – модуль упругости, для стальной проволоки (сталь 65 или 65Г) принимаем равным $(8,0 \dots 8,3) \cdot 10^4$ МПа» [14].

$$f_{\text{пр}} = \frac{8 \cdot 5 \cdot 0,13^3 \cdot 7633,33}{0,015^4 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 10^6} = 0,17 \text{ м}.$$

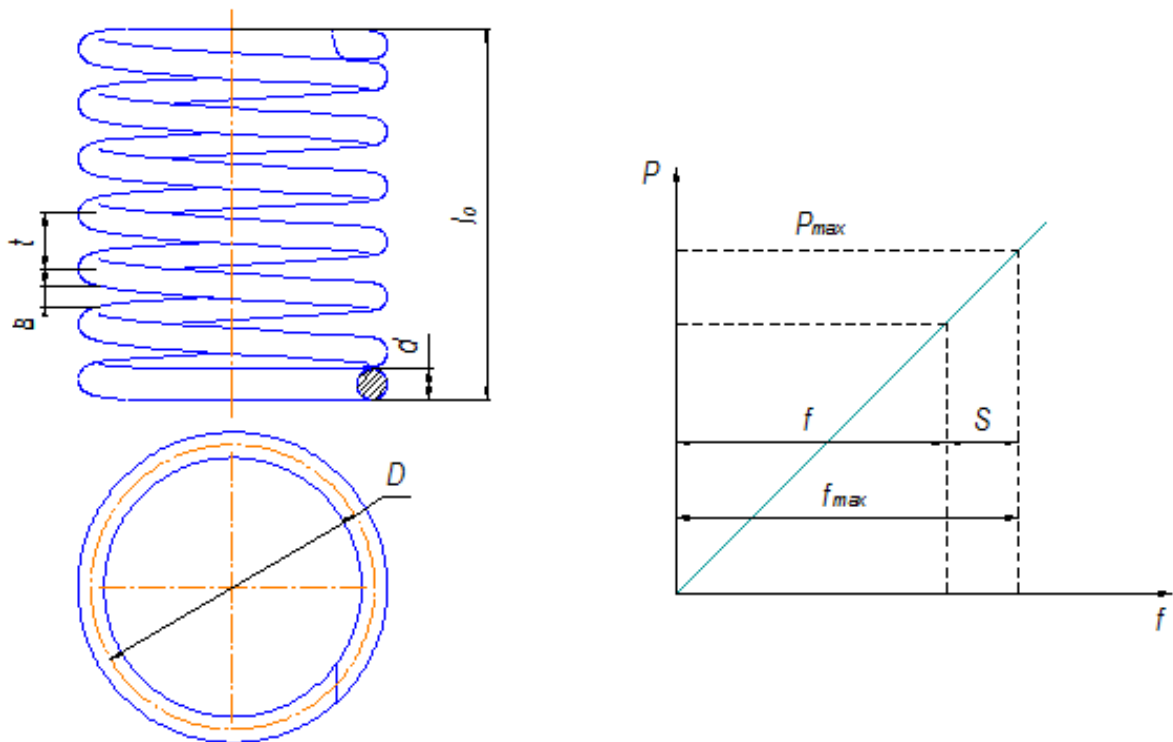


Рисунок 13 – Пружина сжатая и ее характеристика

Напряжение кручения:

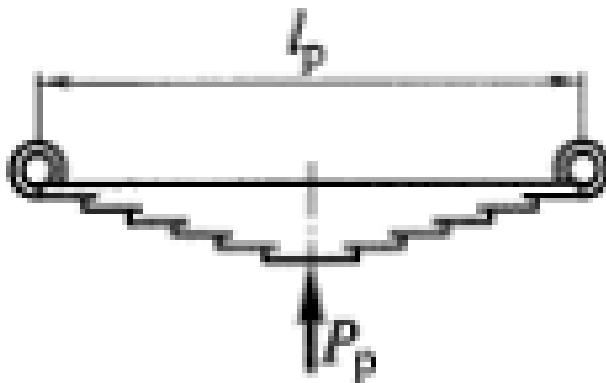
$$t_{KP} = \frac{8 \cdot P_{II} \cdot D}{\pi \cdot d^3}, \quad (32)$$

$$t_{KP} = \frac{8 \cdot 7633,33 \cdot 0,130}{3,14 \cdot 0,015^3} = 749,11 \text{ МПа.}$$

Данное напряжение не превышает пределы от 800 до 1100 МПа, следовательно, пружина подобрана, верно [14].

Расчёт рессоры подвески.

Ранее была подсчитана нагрузка, действующая на одну сторону рессора: $P_{PE} = 3816,67 \text{ Н} = 3,82 \text{ кН}$. Изначально при разработке рессора задались симметричной схемой для упрощения расчёта (рисунок 14).



l_p – длина фиксации рессора, м; P_{PE} – нормальная реакция, Н

Рисунок 14 – Нагрузки симметричной рессоры

«Жёсткость рессоры находится из выражения:

$$c_P = \frac{P_{PE}}{f_P}. \quad (33)$$

где P_{PE} – нормальная реакция, $P_{PE} = 3816,67 \text{ Н} = 3,82 \text{ кН}$;

f_P – прогиб рессоры, м» [3].

«Прогиб рессоры находится из выражения:

$$f_P = \frac{\delta \cdot P_{PE} \cdot l_{PE}}{4 \cdot E \cdot n_{PE} \cdot b \cdot h^3} \quad c_P = \frac{P_{PE}}{f_P}. \quad (34)$$

где δ – коэффициент прогиба рессоры, принимаем равным 1,25 [3];

l_{PE} – длина рессоры, принимаем равной 1,12 м;

E – модуль упругости при растяжении, $2 \cdot 10^{11}$ Па [3];

n_{PE} – число листов рессора, принимаем равным 3 шт.;

b – ширина листа, принимаем равным 0,060 м;

h – толщина листа, принимаем равным 0,006 м» [3].

Тогда:

$$f_P = \frac{1,25 \cdot 3816,67 \cdot 1,12}{4 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 3 \cdot 0,060 \cdot 0,006^3} = \frac{5343,34}{31104,0} = 0,17 \text{ м.}$$

В результате получили: $f_{PP} = 0,17 = f_{PE} = 0,17$ м – что не противоречит условиям компоновки, пружина и рессоры подобраны верно, продолжаем расчёт.

Далее необходимо рассчитать рессоры на прочность. Проверку произведём по напряжению изгиба [3]:

$$\sigma_{изг.} = \frac{1,5 \cdot P_{PE} \cdot l_{PE}}{n_{PE} \cdot b \cdot h^2}, \quad (35)$$

$$\sigma_{изг.} = \frac{1,5 \cdot 3816,67 \cdot 1,12}{3 \cdot 0,060 \cdot 0,006^2} = \frac{6412,01}{0,00000648} = 989,51 \text{ МПа.}$$

Полученное напряжение укладывается в пределы от 800 до 1100 МПа, следовательно, рессора подобрана, верно [14].

«Расчёт амортизатора.

На одну сторону передней подвески действует 11,45 кН. На сторону приходится по два амортизатора, а это значит что в номинальных условиях работы (оба амортизатора исправны) на один амортизатор приходится половина нагрузки 5725,0 Н. У нас же амортизаторы при поломке одного из них могут являться резервными, именно поэтому расчёт произведём для усилия 10,0 кН (снова рассматриваем наихудший случай эксплуатации).

На колебания автомобиля оказывает влияние амортизатор [15]. Определяющим фактором является создаваемая при определенной скорости поршня сила сопротивления, приведенная к колесу и выраженная через коэффициент сопротивления в [кгс·с/м] или (Н·с/м = кг/с):

$$K = \frac{F}{V}. \quad (36)$$

Коэффициент относительного демпфирования колебаний кузова рассчитываем с использованием коэффициента, жесткости пружины и доли массы кузова над одним колесом:

$$D_2 = \frac{k}{2 \cdot \sqrt{c_2 \cdot m_2}}. \quad (37)$$

Демпфирование колеса определяем также с помощью, но с добавлением половины массы оси, жесткости шины и подвески и коэффициента увеличения жесткости шины [15]:

$$D_1 = \frac{k}{\sqrt{(k_F c_1 + c_2) \cdot m_1}}. \quad (38)$$

При определении безразмерных величин демпфирования в качестве единицы длины следует использовать метр» [15].

«Коэффициент k относительного демпфирования приводится к колесу. Сам амортизатор при независимой подвеске колес, как правило, смещен внутрь и поэтому должен при меньших скоростях создавать большую силу. В расчете следует дополнительно учесть соотношение плеч между пятном контакта и местом закрепления амортизатора» [15].

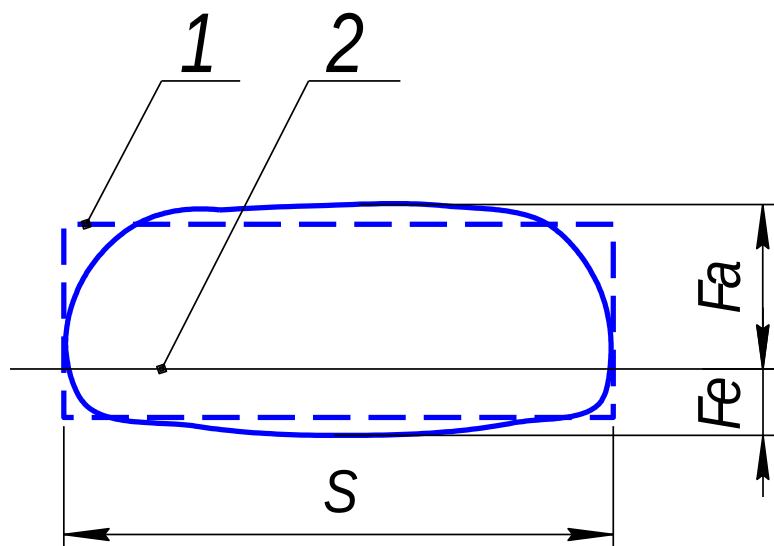
Вводя индекс 2 для колеса D и для амортизатора, получаем следующую зависимость соответственно для силы (в [кгс] или (Н)) и для скорости [в м/с].

$$F_2 = \frac{F_D}{ix}, \quad (39)$$

$$V = V_D \cdot ix. \quad (40)$$

На основе рабочей диаграммы амортизатора (рисунок 15) определяем коэффициент сопротивления, приведенный к колесу:

$$k = \frac{F_2}{V} = \frac{F_D}{(V_D \cdot i^2 x)}. \quad (41)$$



1 – средняя сила демпфирования; 2 – нулевая линия; S – ход

Рисунок 15 – Рабочая диаграмма амортизатора

«Для расчета должна быть известна скорость поршня, которая может быть получена на основе частоты вращения испытательного стенда (в мин^{-1}) и хода s поршня (в м). При этом может идти речь о максимальной $V_{D\max}$ и средней V_{Dcp} скорости. Для упрощения сопоставляем $V_{D\max}$ с легко получаемыми по рабочей диаграмме амортизатора наибольшими значениями сил демпфирования. Входящую в k силу F_D получаем как среднее между силой растяжений F_A , создаваемой амортизатором при ходе отбоя и силой сжатия F_E , возникающей при ходе сжатия.

При определении коэффициента сопротивления амортизатора используются максимальные значения сил сопротивления на ходе отбоя F_a и сжатия F_e . Собственно форма диаграммы не учитывается. Следовало бы осуществить планиметрирование диаграммы и использовать при расчете среднее значение силы сопротивления. В среднем эта величина составляет 80% максимального значения» [15].

«Среднее значение V_{Dcp} достаточно для расчетов. При этом не учитываются ни соотношения сил растяжения и сжатия, ни диаметр поршня и нагрев масла [15] а применяемые при расчетах уравнения будут иметь вид:

$$V_{D\max} = \pi s n, \quad (42)$$

$$V_{D\max} = \frac{\pi s n D}{60}, \quad (43)$$

$$F_D = \frac{(F_A + F_E)}{2}. \quad (44)$$

В качестве расчета рассмотрим коэффициент относительного демпфирования D_1 для переднего ведущего моста легкового автомобиля. В прежней системе единиц принимаем следующие параметры:

- нагрузка на передний мост 1000 (10,0);
- вес, кгс (кН) 100 (1);
- жесткость подвески, кгс/см (Н/мм) 18 (18);

- передаточное число 1,2;
- шины тип 6,5х15;
- давление, кгс/ см² (МПа) 2,0 (0,20);
- скорость движения, км/ч 190» [12].

Параметры амортизатора при S равном 100 мм/ход, n_D равном 100 мин⁻¹ (на стенде): F_A равном 120 кгс (1200 Н); F_E равном 40 кгс (400 Н).

Используя эти данные в соответствии с уравнениями рассмотренными выше, получаем:

$$V_{D_{\max}} = \frac{3,14 \cdot 0,1 \cdot 100}{60} = 0,524 \text{ м/с},$$

$$F_D = \frac{(120 + 40)}{2} = 80 \text{ кгс},$$

$$k = \frac{80}{(0,524 \cdot 1,2^2)} = 106 \text{ кгс/м},$$

$$m = \frac{(G_h - U_h)}{2g}, \quad (45)$$

$$m = \frac{(1000 - 100)}{2 \cdot 9,81} = 35,7 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2 / \text{мм}$$

$$D_2 = \frac{106}{(2 \cdot \sqrt{1800 \cdot 35,7})} = 0,21.$$

«Таким образом, величина относительного демпфирования в подвеске должна быть в пределах от 0,19 до 0,23 м.

Для обеспечения безопасности движения амортизатор должен обеспечить величину относительного демпфирования колебаний D_1 колеса. Объединяя уравнения 14 и 15 можно получить безразмерную величину зависимости между D_1 и величиной относительного демпфирования колебаний D_2 кузова.

$$D_1 = D_2 \sqrt{\frac{c_2}{(k_F c_1 + c_2)}} \cdot \sqrt{\frac{(G_h - U_h)}{U_h}}. \quad (46)$$

Используя приведенные постоянные жесткости шин [15] $c_1 = 174 \text{ кгс/см} = 174 \text{ Н/мм}$, а также $k_F = 1,27$ [15] для радиальных шин при скорости 190 км/ч, получаем:

$$D_1 = 0,21 \sqrt{\frac{18}{(1,27 \cdot 174 + 18)}} \cdot \sqrt{\frac{(1000 - 100)}{100}} = 0,152.$$

Такое демпфирование недостаточно для тяжелого ведущего моста и можно было бы ожидать его отрыва от опорной поверхности при движении по неровной дороге. При более легких неподрессоренных частях независимой подвески ($U_h = 100 \text{ Н}$) значение $D_1 = 0,2$ вполне приемлемо.

Расчет D_2 и D_1 относится только к определенной скорости поршня (100 мин^{-1}) и ходе 100 мм. В зависимости от характеристики амортизатора силы сопротивления перемещению поршня в точках до расчетных или за ними будут больше или меньше. Возможен и обратный случай, когда известна величина относительного демпфирования колебаний (например, $D_2 = 0,3$), по которой определяют параметры амортизатора. В этом случае вначале следует определить отношение сопротивлений на ходах сжатия и отбоя:

$$d = \frac{F_A}{F_E}. \quad (47)$$

Затем, полученное из уравнения $F_A = dF_R$ подставляем в уравнение (19)» [12].

В приведенном примере:

$$d = \frac{1200}{400} = 3.$$

« D_1 и D_2 несколько уменьшают значения величин $n_{\text{шД}}$ и $n_{\text{лД}}$, полученные ранее без учета демпфирования. Эти частоты колебаний соответственно для кузова и колеса будут равны:

$$n_{\text{шД}} = n_{\text{ш}} \cdot \sqrt{1 - D_2^2}, \quad (48)$$

$$n_{\text{лД}} = n_{\text{л}} \cdot \sqrt{1 - D_2^2}. \quad (49)$$

При $D_2 = 0,25$ получаем $n_{\text{шД}} = 0,968 \cdot n_{\text{ш}}$, а при $D_2 = 0,3$, $n_{\text{шД}} = 0,954 \cdot n_{\text{ш}}$.

В большинстве случаев уменьшением частоты примерно на 4% можно пренебречь» [15].

2.4.2 Расчёт задней усиленной подвески

«Построение упругой характеристики рессорной подвески производят с упрощениями:

- пренебрегаем трением в подвеске и действием неподрессоренных масс;
- считают упругую характеристику рессоры прямолинейной;
- исходят из того, что на колесо действует только нормальная реакция дороги ;
- сила, деформирующая рессору, равная реакции дороги, а прогиб рессоры равен ходу колеса.

Определяем статическое значение нормальной реакции для ненагруженного автомобиля Z'_c , задаются желаемой частотой собственных колебаний поддрессоренных масс, определяют статический ход колеса h'_c , обеспечивающий необходимую плавность хода ненагруженного автомобиля. Откладывая полученные значения Z'_c , и h'_c , (рисунок 16), проводят прямую

ОА, представляющую собой ориентировочную упругую характеристику проектируемой подвески.

Определяет нормальную статистическую реакцию на колесо при полной нагрузке на автомобиль Z''_c , и находят по графику соответствующий ей ход h'_c , колеса.

При нагрузке $Z_{\max}$ и линейной характеристики рессоры динамический ход колеса получается приемлемо большим. Для его ограничения устанавливают деформируемый резиновый буфер. Это позволяет задаться величиной динамического хода. Для легковых автомобилей принимают $h_d = 0,5 \cdot h_c$, для автобусов $h_d = 0,75 \cdot h_c$, для грузовых автомобилей $h_d = 1 \cdot h_c$. Откладывая значение $Z_{\max}$ и h_d на графике находят точки D и C характеристики» [16].

Построенная упругая характеристика представлена на рисунке 17.

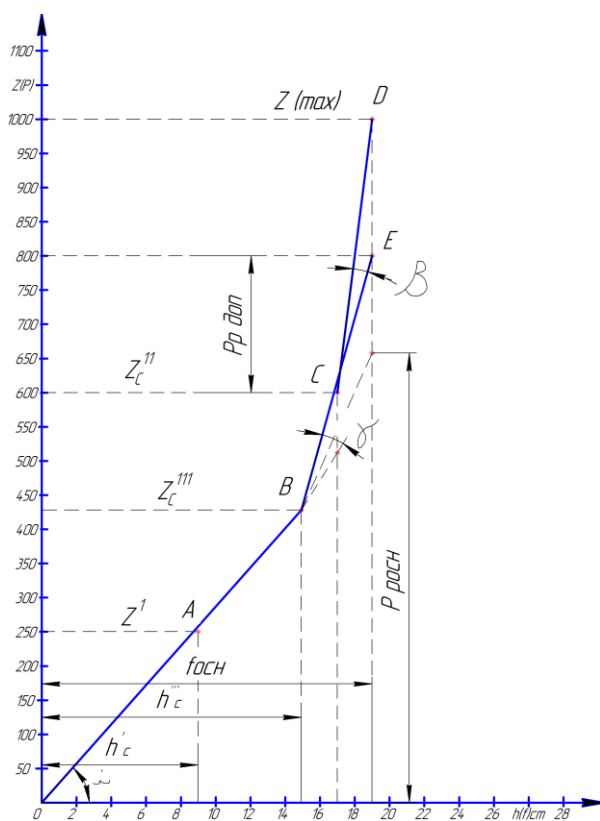


Рисунок 17 – Упругая характеристика зависимой рессорной подвески с дополнительной рессорой

«Высокие динамические возможности подвески реализуются сравнительно редко, поэтому допускается значительное увеличение жесткости в конце хода сжатия» [16].

Учитывая это, задают деформацию буфера в пределах $f_6 = (0,35/0,4)h_d$.

«Нагрузки, действующие на заднюю подвеску нагруженного грузового автомобиля, различаются значительно, вследствие чего для нагруженного автомобиля статический прогиб получается неприемлемо большим. Это и вызывает применение дополнительной рессоры. Принимают, что дополнительная рессора включается в работу при нагрузке

$$z_c''' = z_c'' + (G_2'' + G_2')/4, \quad (50)$$

где G_2'' и G_2' – часть веса соответственно нагруженного и ненагруженного автомобиля, приходящаяся на задний мост» [14].

$$z_c''' = 250 + (1200 + 500)/4 = 425 \text{ кг.}$$

На ориентировочной упругой характеристике (рисунок 17) отмечают точку с ординатой z_c''' , соответствующую началу вступления в действие дополнительной рессоры.

«Установлено, что жесткости дополнительной $c_{дон}$ и основной $c_{осн} = tg\alpha$ рессор должны быть связаны зависимостью исходя из которой строят участок характеристики, на котором обе рессоры должны работать совместно. Для этого через точку В проводят линию ВЕ, пересекающую линию ОБ под углом $\gamma = arctg \cdot c_{дон}$ из построенного графика находят ход h_c'' колеса при полной нагрузке на колесо и проверяют достигается ли необходимая плавность хода.

$$C_{доп} \leq C_{осн} \cdot \Delta h_c / h'_c, \quad (51)$$

где $C_{доп}$ – жесткость дополнительной рессоры;

$C_{осн}$ – жесткость основной рессоры;

h'_c – статический ход колеса.

$$C_{осн} = tg\alpha, \quad (52)$$

$$C_{осн} = tg45 = 1.$$

$$C_{доп} = 1 \cdot 6 / 9 = 0,66.$$

Принимаем 0,38.

$$\gamma = arctg C_{доп}, \quad (53)$$

где γ – угол совместной работы двух рессор,

$$\gamma = arctg 0,38 = 21^\circ.$$

Определяем динамический ход рессоры:

$$fp_{доп} = 0,4 \cdot h_c, \quad (54)$$

$$fp_{доп} = 0,4 \cdot 9 = 3,6 \text{ см.}$$

Последний участок характеристики, когда вступает в действие резиновый буфер» [13].

Найденные и принятые значения из рисунка 17.

$$h'_c = 9 \text{ см}, h''_2 = 15 \text{ см}, h'''_2 = 17,2 \text{ см.}$$

$$Z'_c = 250 \text{ кг}, Z''_2 = 650 \text{ кг}, Z'''_2 = 425 \text{ кг}, Z'_{\max} = 850 \text{ кг.}$$

$$P_p = 525 \text{ кг}, P_{рждо} = 400 \text{ кг}, P = 550 \text{ кг.}$$

«Расчет рессоры производят только на изгиб, проверяя, выполняется ли условие необходимой упругости рессоры и условия прочности рессоры.

$$f = \frac{4 \cdot \delta \cdot P \cdot (l')^4}{(E \cdot l \cdot b \cdot i \cdot s^3)}, \quad (55)$$

$$\sigma_{II} = \frac{6P(l')^2}{(l \cdot b \cdot i \cdot s^3)} \leq 850 \dots 900 \text{ МПа.}$$

где δ – коэффициент деформации, учитывающий отклонение формы рессоры от балки равного сопротивления; $\delta = 1,25/1,45$ (меньшие значения соответствуют рессорам с несколькими листами одинаковой длины);

P и f_p – расчетная нагрузка и деформация, которые определяют по упругой характеристике;

l' – приведенная длина рессоры;

E – модуль упругости первого рода, $2 \cdot 10^5$ МПа;

l – длина рессоры, м;

b и s – ширина и толщина листа, м;

i – число листов» [14].

«Расчет основной рессоры:

$$l' = \sqrt{l_1 \cdot l_2}, \quad (56)$$

где l_1, l_2 – размер листа рессоры» [13].

$$l' = \sqrt{0,6 \cdot 0,6} = 0,6 \text{ м.}$$

$$f = \frac{4 \cdot 1,25 \cdot 5500 \cdot 0,6^4}{2 \cdot 10^5 \cdot 1,2 \cdot 0,045 \cdot 13 \cdot 0,0065^3} = 590 \text{ МПа,}$$

$$\sigma_{II} = \frac{6 \cdot 5500 \cdot 0,6^4}{1,2 \cdot 0,045 \cdot 13 \cdot 0,0065^2} = 400,55 \text{ МПа} \leq 850 \dots 900 \text{ МПа.}$$

Расчет дополнительной рессоры:

$$\sigma_H = \frac{6 \cdot 5500 \cdot 0,6^4}{1,2 \cdot 0,045 \cdot 13 \cdot 0,0065^2} = 400,55 \text{ МПа} \leq 850 \dots 900 \text{ МПа},$$

$$l' = \sqrt{0,375 \cdot 0,375} = 0,375 \text{ м.}$$

Условия прочности выполняются $332,4 \text{ МПа} \leq 850 \dots 900 \text{ МПа}$.

«Основной целью расчета параметров амортизатора является определение параметров амортизатора и выбор его по каталогу. Основные параметры и размеры телескопических амортизаторов стандартизированы (ГОСТ 11728-76)» [12].

«Основные определяемые параметры амортизатора являются:

- коэффициент аperiodичности в подвеске при колебаниях автомобиля;
- максимальные усилия при сжатии и отбое;
- критические движения поршня, при которых открываются клапаны;
- энергоемкость и степень ее уменьшения при нагреве» [19].

«На начальном участке сила сопротивления определяется:

$$P_H = k_H \cdot V_n^m, \quad (57)$$

где V_n – скорость поршня;

m – показатель степени;

k_H – коэффициент сопротивления на начальном участке» [14].

$$P^{отб}_H = 0,15 \cdot 52,5^2 = 409,5 \text{ Н},$$

$$P^{сж}_H = 0,11 \cdot 35^2 = 136 \text{ Н}.$$

«Различают коэффициенты сопротивления при сжатии $k_{H,C}$ и при отбое

$k_{H.O}$. У несимметричных амортизаторов они не равны.

Сопротивление сжатия принимается меньшим ($k_{H.C} = 0,2 \cdot k_{H.O}$), чтобы при наезде колеса на неровность и быстром сжатии амортизатора через него на раму не передавалось большое усилие.

Завышенное сопротивление отбоя может привести к отрыву колеса от дороги при высококачественном резонансе. При больших скоростях это опасно, поэтому на автомобилях малой грузоподъемности сопротивление сжатия и отбоя значительно меньше различаются и их, иногда, делают одинаковыми» [14].

«На клапанном участке сила сопротивления определяется:

$$P_K = P'_H + k_k \cdot (V_n - V'_n)^m, \quad (58)$$

где V'_n – критическая скорость поршня, соответствующая открытию клапана;

P'_H – сопротивления, соответствующие началу открытия клапана;

k_k – коэффициент сопротивления на клапанном участке» [14].

$$P^{омб}_K = 409,5 + 0,15 \cdot (52,5 - 75)^2 = 285 \text{ Н},$$

$$P^{сж}_K = 136,5 + 0,11 \cdot (50 - 35)^2 = 161,25 \text{ Н}.$$

Коэффициент сопротивления определяют тангенсами углов наклона характеристик.

Амортизатор с линейной характеристикой рассеивает мощность ($\tau=1$).

$$N_a = \frac{((P^{сж}_H + P^{омб}_H) \cdot 30)}{2 \cdot 100}, \quad (59)$$

$$N_a = \frac{((136,5 + 409,5) \cdot 30)}{2 \cdot 100} = 81,9 \text{ Н} \cdot \text{м/с}.$$

«При нелинейной характеристике рассеиваемая мощность определяется площадью по кривой характеристике. Приравнявая мощность, рассеиваемую при сжатии N_c , мощности условного амортизатора с линейной характеристикой, можно найти среднее значение сопротивления хода сжатия.

$$k_{cp.c} = 2 \cdot \frac{N_c^2}{V_c^2}, \quad (60)$$

$$k_{cp.c} = 2 \cdot \frac{81,9^2}{35^2} = 4.$$

Аналогично для хода отбоя:

$$k_{cp.o} = 2 \cdot \frac{N_o^2}{V_o^2}, \quad (61)$$

$$k_{cp.o} = 2 \cdot \frac{81,9^2}{75^2} = 1,19.$$

$$k_{cp.o} = (0,15...30) \cdot k_{cp}.$$

Эквивалентный коэффициент сопротивления амортизатора определяется как среднее для хода сжатия и отбоя:

$$k_{\gamma} = 0,5 \cdot (k_{cp.c} + k_{cp.o}), \quad (62)$$

$$k_{\gamma} = 0,5 \cdot (5,4 + 1,19) = 5,9.$$

Характеристика амортизатора, приведена к колесу, зависит от кинематики направляющего устройства и угла наклона амортизатора. Показатель сопротивления, приведенный к колесу, определяется формулой:

$$n_n = k_{\gamma} \cdot i^2 \cdot \cos^2 \gamma, \quad (63)$$

где i – передаточное число установки амортизатора в подвеске;

γ – угол наклона амортизатора, принимаем равным 40° » [14].

$$n_n = 5,9 \cdot 1^2 \cdot \cos^2 40 = 9,17.$$

«По величине периодичности определяется коэффициент апериодичности:

$$\psi_a = \frac{n_n}{M \omega} = \frac{n_n}{\sqrt{M_c}}, \quad (64)$$

где M – масса поддрессоренных частей;

ω – частота колебаний» [14].

$$\psi_a = \frac{9,17}{(500 \cdot 0,15)} = 0,12,$$

$$0,1 \leq \psi_a \leq 0,25.$$

Строим по расчетным значениям характеристику работы амортизатора (рисунок 18).

«Проектируем амортизатор на основе амортизатора 2905006-13, который соответствует данным параметрам. Основные параметры и размеры телескопических амортизаторов стандартизированы (ГОСТ 11728-76).

Выбранный амортизатор имеет:

- запас прочности по напряжениям изгиба 1600 МПа;
- запас прочности по напряжениям кручения 700 МПа.

Рассчитываем на прочность продольную балку рамы, нагруженную нагрузкой с кузова 8000 Н и имеющей длину участка 1,2 м, 0,6 м, 0,6 м» [11].

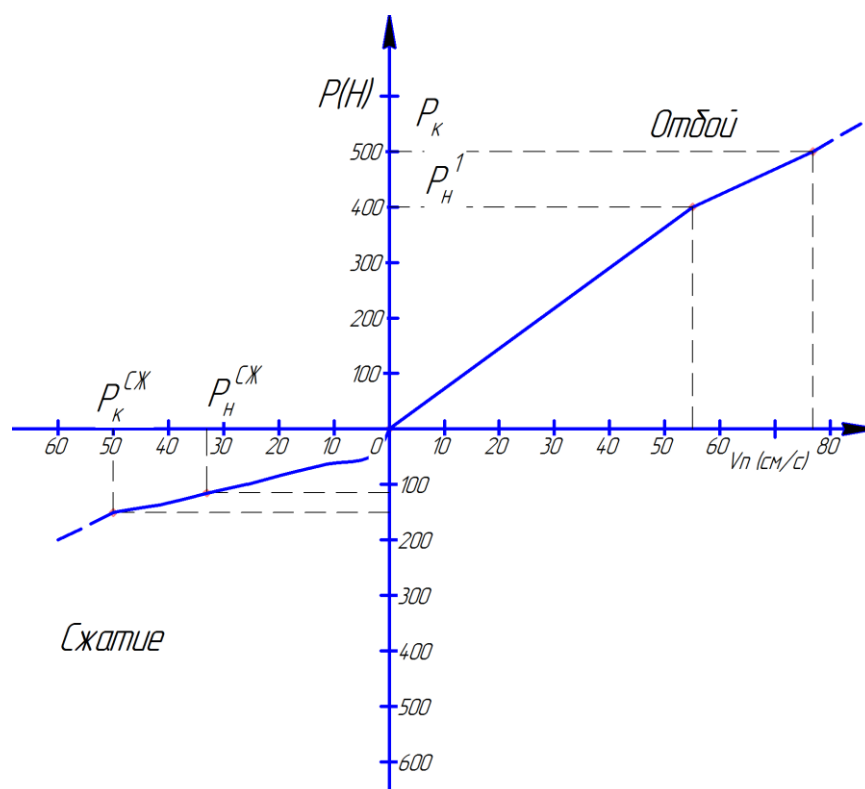


Рисунок 18 – Характеристика работы гидравлического амортизатора

Расчетная схема и эпюры поперечных сил и изгибающих моментов представлены на рисунке 19.

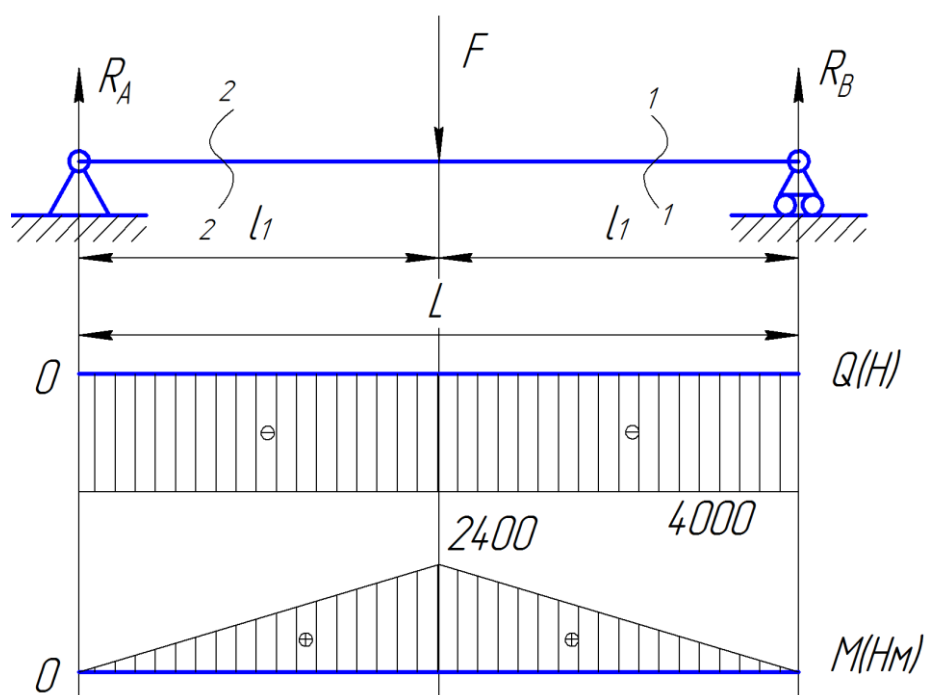


Рисунок 19 – Расчетная схема балки и эпюры поперечных сил и изгибающих моментов

Найдем реакции в эпюрах балки. Для этого составляем уравнение изгибающих моментов относительно эпюр А и В:

$$\Sigma M_A = 0; F \cdot 0,16 - R_B \cdot 1,2 = 0.$$

$$R_B = \frac{(8000 \cdot 0,6)}{1,2} = 4000 \text{ Н.}$$

$$\Sigma M_B = 0; -F \cdot 0,16 + R_B \cdot 1,2 = 0.$$

$$R_A = \frac{(8000 \cdot 0,6)}{1,2} = 4000 \text{ Н.}$$

Выполним проверку правильности выражений. Для этого составим уравнение проекций всех сил на ось Y:

$$\Sigma R_Y = 0; R_A + R_B - F = 0,$$

$$4000 + 4000 - 8000 = 0.$$

Равенство выполняется, значит, вычисления выполнены правильно.

Строим эпюры поперечных сил Q_y и изгибающих моментов M_x . Для этого рассмотрим сечение балки 1 – 1 и 2 – 2.

$$\text{Сечение 1 – 1: } 0 \leq Z_1 \leq 0,6,$$

$$Q_1 = -R_B = -4000 \text{ Н;}$$

$$z_1 = 0; M_1 = 0;$$

$$z_1 = 0,6; M_1 = R_B \cdot Z_1 = 4000 \cdot 0,6 = 2400 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

$$\text{Сечение 2 – 2: } 0 \leq Z_2 \leq 0,6,$$

$$Q_2 = -R_A = -4000 \text{ Н;}$$

$$\text{при } z_2 = 0; M_2 = 0;$$

$$\text{при } z_2 = 0,6; M_2 = R_A \cdot Z_2 = 4000 \cdot 0,6 = 2400 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Расчет заклепочного соединения ведут по срезу и смятию.

«Условия прочности среза:

$$\tau = \frac{F}{(\pi/4) \cdot d^2 \cdot i}, \quad (65)$$

где d – диаметр заклепки, мм;

i – число плоскостей среза.

Согласно [15] принимаем предельную прочность 140 МПа»

$$\tau = \frac{4000}{(3,14/4) \cdot 0,012^2 \cdot 1} = 35,38 \text{ МПа} \leq 140 \text{ МПа}. \quad (66)$$

Условие прочности на срез выполняется.

«Условия прочности на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{F}{(d \cdot \delta_2)} \leq [\sigma_{см}] \quad (67)$$

где δ_2 – толщина листа» [15].

$$\sigma_{см} = \frac{4000}{(0,012 \cdot 0,015)} = 22 \text{ МПа} \leq 320 \text{ МПа}.$$

Условие прочности на смятие выполняется.

Выводы по разделу.

В разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки модернизированной подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER».

4 Технологический раздел

Сборочный процесс в автомобиле- и тракторостроении представляет собой совокупность операций по соединению деталей в определенной последовательности для получения узлов, механизмов или законченного автомобиля (трактора), полностью отвечающих установленным техническим требованиям.

При производстве автомобилей и тракторов их собирают либо на том же заводе, где изготавливаются детали этого изделия, либо на специализированном сборочном предприятии. Первый вид организации производства в настоящее время преобладает в отечественном автотракторостроении.

Трудоемкость сборочных работ больше трудоемкости литейных, сварочных, кузнечно-прессовых и ряда других работ. Реальная возможность снижения трудоемкости сборки прежде всего путем ее механизации – это один из важных резервов производства.

В автотракторостроении преобладает массовое и крупносерийное производство. По сравнению с другими отраслями машиностроения здесь имеются более благоприятные условия для механизации и автоматизации процессов сборки и сокращения на этой основе ручного труда. Между тем, трудоемкость работ в заготовительных и обрабатывающих цехах большинства автомобильных и тракторных заводов снижается более быстрыми темпами, чем в сборочных. В связи с этим относительное значение трудоемкости сборки очень часто не сокращается, а растет.

Удельный вес сборочных работ в общей трудоемкости изготовления автомобилей и тракторов составляет в настоящее время 25-30%.

Исходными данными для проектирования технологического процесса сборки являются:

- сборочные чертежи (изделия, узла или машины);
- технические условия на сборку;

- рабочие чертежи деталей, входящих в изделие;
- заданная годовая программа или общая программа выпуска.

Также при проектировании технологического процесса сборки необходимо пользоваться вспомогательными материалами, такими как: каталоги, паспорта, характеристики сборочного оборудования и механизированного сборочного инструмента; ГОСТ и нормы на немеханизированный сборочный инструмент, технологические процессы сборки типовых узлов.

4.1 Обоснование выбора технологического процесса

Выбор технологического процесса сборки зависит от различных факторов, таких как тип изделия, его размеры, количество производимой продукции, требования к качеству и степени автоматизации процесса.

Одним из основных факторов является тип изделия. Например, для изделий, требующих высокой точности и мелких деталей, лучше использовать автоматизированный технологический процесс, чтобы уменьшить ошибки человеческого фактора и обеспечить повышенную точность.

Кроме того, размеры изделия могут определять, какой технологический процесс выбрать. Для производства больших изделий может потребоваться использование кранов и других тяжелых механизмов, а для мелких изделий могут использоваться автоматические линии сборки.

Ввиду того, что модернизация подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER» не будет иметь большого спроса сборку можно осуществлять методом мелкосерийной сборки.

«В мелкосерийном производстве используют форму стационарной непоточной сборки с дифференциацией процесса на узловую и общую сборку. Процесс сборки осуществляется бригадами рабочих, имеющих профильную специальность по каждому виду сборочных работ» [13].

«Рассчитаем такт выпуска по формуле:

$$T_d = \frac{F_d \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (68)$$

где F_d – действительный годовой фонд рабочего времени сборочного оборудования в одну смену, принимается равным 2070 ч. для стационарной сборки на необорудованном оборудовании;

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 120 шт» [11].

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

Далее составляем технологическую схему сборки.

Технологическая схема сборки – это графическое представление последовательности операций, необходимых для производства конечного продукта. Она описывает порядок выполнения всех этапов производства, начиная с получения исходных материалов и заканчивая готовым изделием.

Основные элементы технологической схемы сборки:

- получение исходных материалов;
- подготовительные операции – разметка материалов, нарезка, обработка и так далее;
- сборочные операции – сборка изделия из отдельных деталей;
- окончательная обработка – шлифовка, полировка, окраска и так далее;
- контроль качества – проверка соответствия готового изделия заданным требованиям;
- упаковка и хранение готового изделия.

Перечень сборочных работ узловой и общей сборки представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень сборочных работ

Содержание основного и вспомогательного перехода	Время на выполнение операции, мин.
Осмотреть раму автомобиля УАЗ HUNTER позиция Сб.1 на наличие повреждений и дефектов	5
Взять кронштейн передней рессоры позиция Сб.2	0,2
Осмотреть кронштейн передней рессоры на наличие повреждений и дефектов	1
Взять болт М10×1,5-Н7/г6 (4 шт.)	0,2
Установить кронштейн передней рессоры на раму автомобиля при помощи болтов М10×1,5-Н7/г6	2
Взять кронштейн задней рессоры позиция Сб.4	0,2
Осмотреть кронштейн задней рессоры 1 на наличие повреждений и дефектов	1
Взять болт М10×1,5-Н7/г6 (4 шт.)	0,2
Установить кронштейн задней рессоры на раму автомобиля при помощи болтов М10×1,5-Н7/г6	2
Взять газомасляный амортизатор позиция Сб.5	0,2
Осмотреть газомасляный амортизатор на наличие повреждений и дефектов	1
Взять болт М14×1,5-Н7/г6 и болт М10×1,5-Н7/г6	0,2
Установить газомасляный амортизатор в предназначенном для крепления месте на мосту и раме при помощи болтов М14×1,5-Н7/г6 и М10×1,5-Н7/г6	6
Взять кронштейн передний позиция Сб.6	0,2
Осмотреть кронштейн передний на наличие повреждений и дефектов	1
Приварить кронштейн передний к раме автомобиля	3
Взять кронштейн задний позиция Сб.7	0,2
Осмотреть кронштейн задний на наличие повреждений и дефектов	1
Приварить кронштейн задний к раме автомобиля	3
Взять комплект рессор позиция Сб.3	0,6
Осмотреть комплект рессор на наличие повреждений и дефектов	2
Установить комплект рессор в кронштейны передней и задней рессоры	5
Взять проставку позиция 15	0,2
Осмотреть проставку на наличие повреждений и дефектов	1
Установить проставку на комплект рессор	1
Взять лист №6 позиция 13	0,2
Осмотреть лист №6 на наличие повреждений и дефектов	1
Установить лист №6 на проставку	0,8
Взять лист №5 позиция 12	0,2
Осмотреть лист №5 на наличие повреждений и дефектов	1
Установить лист №5 на лист №6	0,8
Взять лист №4 позиция 11	0,2
Осмотреть лист №4 на наличие повреждений и дефектов	1
Установить лист №4 на лист №5	0,8
Взять лист №3 позиция 10	0,2

Продолжение таблицы №7

Содержание основного и вспомогательного перехода	Время на выполнение операции, мин.
Осмотреть лист №3 на наличие повреждений и дефектов	1
Установить лист №3 на лист №4	0,8
Взять лист №2 позиция 9	0,2
Осмотреть лист №2 на наличие повреждений и дефектов	1
Установить лист №2 на лист №3	0,8
Взять лист №1 позиция 8	0,2
Осмотреть лист №1 на наличие повреждений и дефектов	1
Установить лист №1 на лист №2	0,8
Взять болт М16×1,25-35 (2 шт.) и гайку М12 (2 шт.)	0,2
Соединить пакет листов при помощи болтов М16×1,25-35 и закрутить гайку М12	6
Взять накладку позиция 14	0,2
Осмотреть накладку на наличие повреждений и дефектов	1
Установить накладку на пакет листов	0,6
Взять стремянку позиция 16	0,2
Осмотреть стремянку на наличие повреждений и дефектов	1
Установить стремянку соединив при этом 2 пакета рессор	4
Взять крышку позиция 17	0,1
Осмотреть крышку на наличие повреждений и дефектов	1
Взять шайбу 16.65Г (4 шт.) и гайку М16×1,25	0,2
Установить крышку на стремянку и зафиксировать при помощи шайб 16.65Г и гаек М16×1,25	4
Проверить качество выполненных операций и выполнить регулировку	15
Итого:	82,9

«Рассчитаем общее оперативное время на все виды работ по формуле:

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + ... t_{on_n}, \quad (69)$$

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + ... t_{on_n}$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{ит}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (70)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, принимаем равным 3%;
 β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, принимаем равным 5%» [10].

$$t_{\text{ит}}^{\text{оби}} = 82,9 + 82,9 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 89,53 \text{ мин.}$$

4.2 Проектирование технологического процесса сборки модернизированной подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER»

Составим последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 8.

Таблица 8 – Технологический процесс сборки модернизированной подвески полноприводного автомобиля УАЗ HUNTER

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
005	Сборочная	1	Осмотреть раму автомобиля УАЗ HUNTER позиция Сб.1 на наличие повреждений и дефектов	Приспособление грузоподъемное, набор головок, рожковые ключи, отвертка, молоток, плоскогубцы, вороток, динамометрический ключ	67,9
		2	Взять кронштейн передней рессоры позиция Сб.2		
		3	Осмотреть кронштейн передней рессоры на наличие повреждений и дефектов		
		4	Взять болт М10×1,5-Н7/г6 (4 шт.)		
		5	Установить кронштейн передней рессоры на раму автомобиля при помощи болтов М10×1,5-Н7/г6		
		6	Взять кронштейн		

Продолжение таблицы 8

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
		7	задней рессоры позиция Сб.4		
		8	Осмотреть кронштейн задней рессоры 1 на наличие повреждений и дефектов		
		9	Взять болт М10×1,5- Н7/г6 (4 шт.)		
		10	Установить кронштейн задней рессоры на раму автомобиля при помощи болтов М10×1,5-Н7/г6		
		11	Взять газомасляный амортизатор позиция Сб.5		
		12	Осмотреть газомасляный амортизатор на наличие повреждений и дефектов		
		13	Взять болт М14×1,5- Н7/г6 и болт М10×1,5- Н7/г6		
		14	Установить газомасляный амортизатор в предназначенном для крепления месте на мосту и раме при помощи болтов М14×1,5-Н7/г6 и М10×1,5-Н7/г6		
		15	Взять кронштейн передний позиция Сб.6		
		16	Осмотреть кронштейн передний на наличие повреждений и дефектов		
		17	Приварить кронштейн передний к раме автомобиля		
		18	Взять кронштейн задний позиция Сб.7		
		19	Осмотреть кронштейн задний на наличие		

Продолжение таблицы 8

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
			повреждений и дефектов		
		20	Приварить кронштейн задний к раме автомобиля		
		21	Взять комплект рессор позиция Сб.3		
		22	Осмотреть комплект рессор на наличие повреждений и дефектов		
		23	Установить комплект рессор в кронштейны передней и задней рессоры		
		24	Взять проставку позиция 15		
		25	Осмотреть проставку на наличие повреждений и дефектов		
		26	Установить проставку на комплект рессор		
		27	Взять лист №6 позиция 13		
		28	Осмотреть лист №6 на наличие повреждений и дефектов		
		29	Установить лист №6 на проставку		
		30	Взять лист №5 позиция 12		
		31	Осмотреть лист №5 на наличие повреждений и дефектов		
		32	Установить лист №5 на лист №6		
		33	Взять лист №4 позиция 11		
		34	Осмотреть лист №4 на наличие повреждений и дефектов		
		35	Установить лист №4 на лист №5		
		36	Взять лист №3		

Продолжение таблицы 8

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
			позиция 10		
		37	Осмотреть лист №3 на наличие повреждений и дефектов		
		38	Установить лист №3 на лист №4		
		39	Взять лист №2 позиция 9		
		40	Осмотреть лист №2 на наличие повреждений и дефектов		
		41	Установить лист №2 на лист №3		
		42	Взять лист №1 позиция 8		
		43	Осмотреть лист №1 на наличие повреждений и дефектов		
		44	Установить лист №1 на лист №2		
		45	Взять болт M16×1,25-35 (2 шт.) и гайку M12 (2 шт.)		
		46	Соединить пакет листов при помощи болтов M16×1,25-35 и закрутить гайку M12		
		47	Взять накладку позиция 14		
		48	Осмотреть накладку на наличие повреждений и дефектов		
		49	Установить накладку на пакет листов		
		50	Взять стремянку позиция 16		
		51	Осмотреть стремянку на наличие повреждений и дефектов		
		52	Установить стремянку соединив при этом 2 пакета рессор		
		53	Взять крышку позиция 17		
		54	Осмотреть крышку на		

Продолжение таблицы 8

Номер операции	Наименование операции	Номер позиции	Содержание операции, перехода	Оборудование, инструмент, приспособление	Затрачиваемое время, мин.
			наличие повреждений и дефектов		
		55	Взять шайбу 16.65Г (4 шт.) и гайку М16×1,25		
		56	Установить крышку на стремянку и зафиксировать при помощи шайб 16.65Г и гаек М16×1,25		
010	Регулировочная	1	Проверить качество выполненных операций и выполнить регулировку	Набор головок, рожковые ключи, отвертка, динамометрический ключ	15

Технологическая схема сборки модернизированной подвески полноприводного автомобиля УАЗ HUNTER представлена в графической части ВКР.

Выводы по разделу.

В разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, спроектирован технологический процесс сборки модернизированной подвески полноприводного автомобиля УАЗ HUNTER и представлен в графической части ВКР.

5 Производственная и экологическая безопасность проекта

В настоящее время возрос интерес к человеческим ресурсам, улучшились условия и качественные меры по охране труда на рабочем месте. В долгосрочной перспективе благополучие человеческих ресурсов является источником стабильности, процветания и производительности.

Стоимость несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в странах колеблется от 2,6% до 3,8% валового национального продукта.

Работники должны активно участвовать в процессе управления охраной труда и рисками для здоровья, так как это позволяет повысить эффективность мер по защите от опасностей на рабочем месте.

Участие работников в процессе управления охраной труда подразумевает:

- информирование сотрудников о возможных опасностях, связанных с работой и оказании первой помощи в случае необходимости;
- оценка рисков и выработка предложений по принятию мер по уменьшению их воздействия на работников;
- проведение обучения и тренингов по охране труда, продуктивному использованию рабочего времени и управлению стрессом;
- участие в разработке и контроле соблюдения инструкций по безопасности, а также в работе комиссии по охране труда.

Риск для здоровья работников может возникнуть в случае невнимательного отношения к охране труда, а также при недостаточной осведомленности о возможных опасностях и оказанию первой помощи в случае необходимости. Поэтому, активное участие работников в процессе управления охраной труда и рисками для здоровья является необходимым условием для создания безопасной и здоровой рабочей среды.

Работники должны иметь возможность выражать свое мнение и предлагать свои идеи по улучшению охраны труда в организации. Это

позволит улучшить культуру безопасности и создать атмосферу ответственности и заботы о здоровье друг друга.

5.1 Характеристика технологического процесса обслуживания подвески автомобиля УАЗ HUNTER с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны

В целях наиболее полного рассмотрения характеристики технологического процесса обслуживания подвески автомобиля УАЗ HUNTER с конструктивно-технологической и организационно-технической стороны необходимо составить технологический паспорт (таблица 9).

Таблица 9 – Технологический паспорт технологического процесса обслуживания подвески автомобиля УАЗ HUNTER

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Обслуживание подвески автомобиля УАЗ HUNTER	1 Поставить автомобиль на пост. 2 Проверить состояние рулевых тяг и защитных колпачков, гофр, отбойников. рычагов 3 Проверить затяжку стремянок рессор. 4 Подтянуть верхние крепления амортизаторов. 5 Подтянуть опоры	Слесарь по ремонту автомобилей пятого разряда	Подъемник, рожковые ключи, приспособление 02.7834-9505, индикатор типа И2-10, головки сменные с шарниром, динамометрический ключ, специальный ключ, набор щупов, плоскогубцы, манометр	Перчатки

Продолжение таблицы 9

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
	амортизаторов. 6 Отрегулировать давление воздуха в шинах, удалить посторонние предметы, застрявшие в протекторах и установить колпачки. 7 Отрегулировать развал и угол схождения передних колес. 8 Убрать автомобиль с поста			

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Важным аспектом является необходимость идентификации риска в организации, чтобы поддерживать или улучшать правильное и всестороннее определение эффективности охраны труда.

Оценка профессионального риска представляет собой подробное изучение всех возможных происшествий, потенциально вредных действий, которые допустимы или недопустимы в организации. Одним из наиболее важных аспектов является то, что каждая организация должна определить и выбрать риски, которые находятся на пределе мер предосторожности, которые должны быть проанализированы и пересмотрены. Тяжесть последствий отражает серьезность результата, который может быть вызван нежелательным и неожиданным событием. Вероятность возникновения

события следует оценивать с учетом наличия или отсутствия систем управления.

Деятельность по идентификации рисков включает:

- выявление опасностей, присутствующих на рабочем месте и в рабочей среде;
- выявление опасностей, обнаруженных в ходе предыдущего управления рисками;
- выявление потенциальных последствий признанных опасностей – рисков, то есть потенциальных причин травматизма работников, несчастного случая на производстве, профессионального заболевания или профессионального заболевания.

Работодатель также должен заменять опасные элементы на менее опасные или совсем неопасные, а также организовывать работу и условия труда таким образом, чтобы создать безопасную атмосферу на рабочем месте.

Еще один важный аспект – это адаптация работы к личности работника. Каждый человек уникален и его индивидуальные потребности и возможности должны учитываться при создании рабочего места и установки задач.

Таблица 10 содержит результаты идентификации профессиональных рисков в процессе обслуживания подвески автомобиля UAZ HUNTER.

Таблица 10 – Результаты идентификации профессиональных рисков

Операция	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
1 Поставить автомобиль на пост. 2 Проверить состояние рулевых тяг и защитных колпачков, гофр, отбойников, рычагов 3 Проверить затяжку стремянок	«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей автомобиля	Элементы конструкции автомобиля

Продолжение таблицы 10

Операция	ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»	Источник возникновения ОиВПФ
рессоров.	Запыленность и загазованность воздуха	Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта» [7].
4 Подтянуть верхние крепления амортизаторов.	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Электроинструмент
5 Подтянуть опоры амортизаторов.	Возможность поражения электрическим током	Электроинструмент» [3].
6 Отрегулировать давление воздуха в шинах, удалить посторонние предметы, застрявшие в протекторах и установить колпачки.	«Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс» [7].
7 Отрегулировать развал и угол схождения передних колес.	«Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой	Однообразно повторяющиеся технологические операции. Операции требующие повышенного внимания и точности» [7].
8 Убрать автомобиль с поста	Напряжение зрительных анализаторов	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Основой снижения профессиональных рисков является подготовка и обучение сотрудников. Это поможет им понимать процессы своей работы и принимать правильные решения.

Правильное планирование задач поможет снизить риски и уменьшить вероятность возникновения проблем в работе.

Использование защитной экипировки и оборудования – в некоторых профессиях защитная экипировка необходима для снижения рисков. Например, обязательное использование шлемов и защитных очков в строительстве.

Регулярные проверки оборудования и обслуживание позволят выявлять и устранять возможные проблемы до их возникновения.

Правильное распределение нагрузки – риск травм и ранений может быть снижен.

«В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ). Работодатель должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг)» [7].

Специальная оценка условий труда (далее – СОУТ) – это процесс анализа рабочей среды и рабочих операций с целью определения возможных рисков и определения мер по их устранению или снижению.

СОУТ проводится специалистами по охране труда и имеет законодательную базу во многих странах. Она является обязательной для всех организаций, где работники подвергаются воздействию вредных факторов, таких как шум, вибрация, химические вещества, пыль, излучения и другое.

Оценка проводится на основе измерений и анализа данных, полученных на рабочих местах. После проведения оценки, специалисты определяют уровень риска и рекомендуют меры по его снижению.

«Основные мероприятия:

- а) проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и

ВПФ и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:

- 1) информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
 - 2) разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - 3) установить компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [7].
- б) «обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
- в) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- г) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами;
- д) устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;
- е) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация,

дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ;

- ж) приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда;
- з) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- и) оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи;
- к) и других мероприятий в рамках действующего законодательства (нормативно-правовых актов) РФ» [7].

Для решения выявленных проблем, используем методы и средства, соответствующие действующим нормативным документам. Также предлагаем меры, указанные в таблице 11, для уменьшения профессиональных рисков.

Таблица 11 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда,

Продолжение таблицы 11

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
оборудования	устройств в надлежащем состоянии	средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [7].
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические мероприятия: – обеспечение работника СИЗ, смывающими и обеззараживающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования. – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; – обеспечение дистанционного управления оборудованием	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [12].
«Повышенный уровень шума	Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных медосмотров	Защитные противошумные наушники, беруши противошумные» [20].
«Возможность поражения электрическим током	Оформление допуска по электробезопасности, проведение инструктажа по работе с электрическими установками, применение заземляющего устройства	Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [12].
«Отсутствие или недостаток естественного света	Устройство дополнительных световых проемов в стенах, фонарей на крыше здания» [7]	–
«Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение	–

Продолжение таблицы 11

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	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	– объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: 1. длительность объединенных операций не должна превышать 10-12 мин, иначе это повлечет снижение производственных показателей; чрезмерное укрупнение операций может не соответствовать уровню квалификации работника. При совмещении профессий следует учитывать перенос (положительное) и интерференцию (отрицательное) взаимодействие навыков новой и совмещаемой профессии Должны загружаться различные психофизиологические функции работника» [7]. – «внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха для предотвращения возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний (психологического пресыщения, скуки, сонливости, апатии);	–

Продолжение таблицы 11

Профессиональный риск	Мероприятия для уменьшения профессиональных рисков	Средства индивидуальной защиты
	– применение методов эстетического воздействия во время работы, что способствует улучшению психологических условий труда и включает озеленение, цветовой интерьер, оптимальную освещенность рабочего места, снижение шума, вибрации, запыленности и загазованности; – отбор работников на основе учета их индивидуальных психофизиологических особенностей; разработку и регулярное применение систем морального и материального стимулирования; – усложнение обязанностей в процессе дежурства, а именно выполнение дополнительных задач по изучению техники, ведение записей в журнале; – выбор компромиссной продолжительности периодического дежурства исходя из назначения системы человек-машина» [20]; – «установление оптимальной длительности ежесуточного пассивного отдыха (сна без перерывов) не менее 7 час (при отсутствии экстренной необходимости его прерывания); – чередование пассивного отдыха с активным» [15].	

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Анализируем вероятные источники возможного возникновения пожаров и выявляем опасные факторы, которые могут вызвать их появление (таблица 12).

Таблица 12 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Зона ТО	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» [6].

«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 – 1шт.;

- 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» [6].

Разработка мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности является одним из главных этапов обеспечения безопасности в зданиях и сооружениях. Такие мероприятия должны быть разработаны в соответствии с законодательными и нормативными актами и утверждены руководством организации.

Первый шаг при разработке мероприятий – это проведение анализа рисков возможного возникновения пожара в здании или сооружении.

Для этого необходимо провести осмотр помещений, выявить наличие возможных источников возгорания, оценить состояние систем пожарной безопасности.

Выполним разработку мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности при обслуживании подвески автомобиля «УАЗ HUNTER» (таблица 13), в целях обеспечения пожарной безопасности, определяющих порядок поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий.

Таблица 13 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при обслуживании подвески автомобиля «УАЗ HUNTER»

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат

Продолжение таблицы 13

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности
безопасности	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» [22]
«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» [6]
«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» [6]
«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» [15]

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса обслуживания подвески автомобиля «УАЗ HUNTER»

Для обеспечения экологической безопасности технологического процесса необходимо принимать следующие меры:

- использование экологически чистых материалов и ресурсов. Например, замена опасных химических реагентов на более безопасные аналоги;
- минимизация выбросов и отходов. Необходимо использовать

- эффективные системы очистки выбросов и переработки отходов;
- соблюдение норм и требований экологического законодательства. Технологический процесс должен соответствовать требованиям всех нормативных документов и лицензий;
- обучение и мотивация персонала. Сотрудники должны понимать важность экологической безопасности и использовать соответствующие методы;
- проведение экологической оценки технологического процесса

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при технологическом процессе обслуживания подвески автомобиля «УАЗ HUNTER» и сведем их в таблицу 14.

Таблица 14 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

Технологический процесс	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
«Обслуживание подвески автомобиля УАЗ HUNTER»	Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей.	Масло трансмиссионное	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [11].

Выполним разработку мероприятий, направленных на снижение негативного антропогенного воздействия при обслуживании подвески автомобиля «УАЗ HUNTER»:

- атмосферу – использование технологий снижения выбросов и загрязнений: установка фильтров на промышленные предприятия, ограничение использования транспорта с высокими выбросами, утилизация отходов, популяризация и переход на использование возобновляемых источников энергии (установка солнечных

панелей, ветрогенераторов, гидроэлектростанций и так далее) ;

- «гидросферу – контроль за процессами утилизации и захоронения выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды» [6];
- литосферу – внедрение программ по сбору и переработке отходов. Это включает создание системы раздельного сбора мусора, развитие рынка вторсырья.

Выводы по разделу.

В разделе:

- разработан паспорт процесса обслуживания подвески автомобиля;
- выявлены профессиональные риски при обслуживании подвески автомобиля и определены методы и средства их снижения;
- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при обслуживании подвески автомобиля;
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при обслуживании подвески автомобиля и разработаны мероприятия по их снижению.

6 Экономическая эффективность проекта

Для определения финансовых затрат на модернизацию подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER» необходимо учесть следующие факторы:

- стоимость материалов: необходимо определить, какие материалы будут использоваться для создания конструкции, и рассчитать их стоимость;
- трудозатраты: необходимо определить количество человеко-часов, которые будут потрачены на модернизацию подвески, и рассчитать стоимость труда в соответствии с тарифами на работу;
- оборудование: необходимо определить, какое оборудование будет необходимо для создания конструкции (например, инструменты, станки и так далее) и рассчитать их стоимость;
- дополнительные расходы: необходимо учесть все дополнительные расходы, такие как аренда помещения, расходы на транспортировку материалов и оборудования, расходы на электроэнергию и так далее.

После того как все факторы были учтены, можно рассчитать общую сумму финансовых затрат на модернизацию подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER».

«Затраты на изготовление модернизированной подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER» определяем по формуле:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{сб.н}} + C_{\text{о.н}}, \quad (71)$$

где $C_{\text{к.д}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, р.;

$C_{\text{о.д}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, р.;

$C_{\text{п.д}}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов, р.;

$C_{\text{сб.н}}$ – полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{o.n}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р» [7].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{к.д} = Q_k \cdot C_k, \quad (72)$$

где Q_k – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг. В данной конструкции корпусной деталью является балка массой 20 кг;

C_k – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, принимается равной 135,0 р./кг» [7].

$$C_{к.д} = 20,0 \cdot 135,0 = 2700,0 \text{ р.}$$

Общая стоимость корпусных деталей составляет 2700,0 р.

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{o.д} = C_{прн} + C_m, \quad (73)$$

где $C_{прн}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, р.;

C_m – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р» [7].

«Заработную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{пр} = t \cdot C_u \cdot \kappa_t, \quad (74)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление оригинальных деталей (буфер отбоя – 6 шт.; чашка – 2 шт.; буфер сжатия – 4 шт.; рессора – 44 шт.; направляющая шайба – 12 шт.; пружина – 2 шт.; нижняя ось – 4 шт.; верхняя ось – 4 шт.; втулка – 4 шт.; уплотнитель – 2 шт.), буфер отбоя 0,35 чел.·ч.; чашка 0,4 чел.·ч.; буфер сжатия 0,4 чел.·ч., рессора 0,25 чел.·ч.; направляющая шайба 0,2 чел.·ч.; пружина 0,5 чел.·ч.; нижняя ось 0,45 чел.·ч.; верхняя ось 0,25 чел.·ч.; втулка 0,25 чел.·ч.; уплотнитель 0,2 чел.·ч.;

C_q – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду, р./ч;

κ_t – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимается равным 1,03» [7].

«Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области с 1 января 2023 года МРОТ составляет 16242 р.

Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда: $16242/(7 \cdot 21) = 110,48$ р./ч. Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80» [7].

Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду: $110,48 \cdot 1,42 = 156,88$ р./ч.

$$C_{np} = 23,1 \cdot 156,88 \cdot 1,03 = 3732,64 \text{ р.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_o = (5...12) \cdot C_{np} / 100, \quad (75)$$

$$C_o = 10 \cdot 3732,64 / 100 = 373,26 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{\text{соц}} = 30 \cdot (C_{\text{нр}} + C_{\text{о}}) / 100, \quad (76)$$

$$C_{\text{соц}} = 30 \cdot (3732,64 + 373,26) / 100 = 1231,77 \text{ р.},$$

$$C_{\Sigma \text{нр}} = 3732,64 + 373,26 + 1231,77 = 5337,67 \text{ р.}$$

Таким образом, заработная плата на изготовление оригинальных деталей составляет 5337,67 р.

«Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_M = Ц \cdot Q_3, \quad (77)$$

где $Ц$ – цена 1 кг материала заготовок, р./кг;

Q_3 – масса заготовки, кг» [6].

Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

Наименование детали	Марка металла	Количество, шт.	Общая масса материала, кг.	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Буфер отбоя	Резина ГОСТ 7338-90	6	1,50	90	135
Чашка	Ст5сп1 ГОСТ 535-2005	2	2,0	132	264
Буфер сжатия	Резина ГОСТ 7338-90	4,0	1,0	90	90
Рессора	Сталь 65Г ГОСТ 1050-88	44	50,0	186	9300
Направляющая шайба	Ст5сп1 ГОСТ 535-2005	12	0,75	132	99
Пружина	Сталь 65 ГОСТ 1050-88	2	6,0	186	1116
Нижняя ось	Сталь 45 ГОСТ 1055-88	4	1,0	186	186
Верхняя ось	Сталь 45 ГОСТ 1055-88	4	1,0	186	186
Втулка	Ст5сп1	4	0,75	132	99

Продолжение таблицы 15

Наименование детали	Марка металла	Количество, шт.	Общая масса материала, кг.	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
	ГОСТ 535-2005				
Уплотнитель	Резина ГОСТ 7338-90	2	0,50	90	45
Итого:	-	-	-	-	11520,0

$$C_{.м} = 90 \cdot 1,5 + 132 \cdot 2 + 90 \cdot 1 + 186 \cdot 50 + 132 \cdot 0,75 + 186 \cdot 6 + 186 \cdot 1 + 132 \cdot 0,75 + 90 \cdot 0,5 = 11520 \text{ р.}$$

$$C_{o.o} = 3732,64 + 11520 = 15252,64 \text{ р.}$$

Таким образом, затраты на изготовление оригинальных деталей составляют 15252,64 р.

«Полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определяется по формуле:

$$C_{сб.п} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб}, \quad (78)$$

где $C_{сб}$ – основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{д.сб}$ – дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{соц.сб}$ – страховые взносы в фонды, р» [6].

«Основная заработная плата рабочих, занятых на сборке рассчитывается по формуле:

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{д.сб} \cdot k_t, \quad (79)$$

где $T_{сб}$ – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-ч.

$$T_{сб} = k_c \cdot \Sigma t_{сб}, \quad (80)$$

где $t_{сб}$ – трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч ;

k_c – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [12].

По справочным данным принимаем $t_{сб}$ равную 18,0 чел.-ч.

$$T_{сб} = 1,25 \cdot 18,0 = 22,5 \text{ чел.-ч.}$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{сб} = 22,5 \cdot 156,88 \cdot 1,03 = 3635,69 \text{ р.},$$

$$C_{д.сб} = 0,1 \cdot 3635,69 = 363,56 \text{ р.},$$

$$C_{соц.сб} = 0,3 \cdot (3635,69 + 363,56) = 1199,77 \text{ р.}$$

$$C_{сб.п} = 3635,69 + 363,56 + 1199,77 = 5199,02 \text{ р.}$$

Таким образом, полная заработная плата производственных рабочих занятых на сборке составит 288,82 р.

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{он} = \frac{(C_{np}' \cdot R_{он})}{100}, \quad (81)$$

где C_{np}' – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

$R_{он}$ – процент общепроизводственных накладных расходов, %» [12].

$$C_{np}' = (C_{np} + C_{сб}), \quad (82)$$

$$C_{np}' = 3732,64 + 3635,69 = 7368,33 \text{ р.}$$

$$C_{он} = \frac{(7368,33 \cdot 15)}{100} = 1105,25 \text{ р.}$$

Стоимость покупных деталей, изделий, агрегатов представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

Значение	Числовое значение, руб.
Ступица колеса (4 шт.)	3348
Элемент заднего моста (2 шт.)	1401
Элемент переднего моста (2 шт.)	1897
Амортизатор в сборе (6 шт.)	7440
Опора (4 шт.)	1240
Рычаг в сборе (2 шт.)	1135
Болты в ассортименте (13 шт.)	323
Гайки в ассортименте (22 шт.)	273
Шайбы в ассортименте (14 шт.)	87
Итого:	17144

$$C_{но} = 3348 + 1401 + 1897 + 7440 + 1240 + 1135 + 323 + 273 + 87 = 17144 \text{ р.}$$

Далее рассчитаем годовую экономию, годовой экономический эффект и срок окупаемости нашей разработки.

Затраты на изготовление конструкции:

$$C_{кон} = 2700 + 15252,64 + 17144 + 5199,02 + 1105,25 = 41400,91 \text{ р.}$$

Затраты на модернизацию подвески сведем в таблицу 17.

Таблица 17 – Затраты на изготовление конструкторской разработки модернизированной подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER»

Обозначение	Числовое значение, руб.
Стоимость изготовления корпусных деталей	2700
Стоимость изготовления оригинальных деталей	15252,64
Общая заработная плата на сборку	5199,02

Продолжение таблицы 17

Обозначение	Числовое значение, руб.
Общепроизводственные накладные расходы	1105,25
Стоимость покупных изделий	17144
Итого:	41400,91

Общие затраты на изготовление модернизированной подвески конструкции равны 41400,91 р. Стоимость комплекта с установкой на автомобиль составит (1,125 – коэффициент, учитывающий монтаж):
 $41400,9 \cdot 1,125 = 46576,01$ р.

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{\text{пр}} - C_{\text{кон}}, \quad (83)$$

где $C_{\text{пр}}$ – стоимость прототипа, р» [6].

$$\mathcal{E}_Г = 60000 - 46576,01 = 13423,99 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{кон}}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (84)$$

$$O_{\text{ок}} = \frac{46576,01}{13423,99} = 3,47 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{\text{кон}}, \quad (85)$$

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = 13423,99 - 0,15 \cdot 46576,01 = 6437,59 \text{ р.}$$

В таблице 18 представлены основные показатели проекта.

Таблица 18 – Основные показатели проекта

Показатели	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Стоимость изготовления конструкции	р.	60000	46576,01
Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции	р.	–	13423,99
Экономический эффект	р.	–	6437,59
Срок окупаемости	год	–	3,47

Выводы по разделу.

В разделе определена эффективность модернизации подвески автомобиля «УАЗ HUNTER» с экономической стороны.

Стоимость модернизации подвески автомобиля «УАЗ HUNTER» с учетом установки составляет 46576,01 р., срок окупаемости равен 3,47 года, что является допустимым для данной конструкции.

Заключение

В соответствии с утвержденной темой дипломного проекта была проведена модернизация подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER».

Ключевым вопросом дипломной работы является проектирование конструкции модернизированной подвески автомобиля «УАЗ HUNTER» для его подготовки к работе в тяжёлых условиях. Применение предложенной конструкторской разработки позволит увеличить срок службы подвески, а также грузоподъёмность автомобиля на 0,5 тонны.

В работе затрагивается проблема необходимости повышения эксплуатационных характеристик подвески автомобиля «УАЗ HUNTER», что в свою очередь повышает устойчивость, безопасность движения автомобиля и его управляемость.

В ходе выполнения дипломного проекта было сделано следующее:

- рассмотрено влияние параметров подвески на активную безопасность, а также методы усиления подвесок автомобилей;
- выполнен тягово-динамический расчёт автомобиля «УАЗ HUNTER»;
- выполнено обоснование модернизации подвески автомобиля, проведены конструкторские расчёты подвески. Было предложено усилить подвеску полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER» при помощи дополнительного блока рессор и дополнительного газомасляного амортизатора;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки модернизированной подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER»;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта;
- определена целесообразность разработки модернизированной подвески полноприводного автомобиля «УАЗ HUNTER» с экономической стороны.

Список используемой литературы и используемых источников

- 1 Автомобили УАЗ-315119-095, УАЗ-31519-195 : РЭ 05808600.089-2003 (доп. к руководству по эксплуатации РЭ 05808600.072-2000) / УАЗ. - Ульяновск : Ульян. автомоб. з-д, 2003. - 19 с.
- 2 Беляев В. П. Конструкция автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие для самостоятельной работы студентов : для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобиле- и тракторостроение" / В. П. Беляев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Автомобили". - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2010. - 74, [1] с
- 3 Вахламов В. А. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (Автомобильный транспорт)" направления подготовки "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования" / В. К. Вахламов. - 2-е изд., стер. - Москва : Академия, 2009. - 556, [1] с.
- 4 Войнаш А. С. Конструкция, теория и расчет малогабаритных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. С. Войнаш, С. А. Войнаш, Т. А. Жарикова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова", Рубцовский индустриальный институт. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. - 132 с.
- 5 Гаврилов М. С. Программы расчета элементов деталей машин (в помощь конструктору) [Текст] / М. С. Гаврилов. - Москва : Спутник+, 2015. - 118 с.

6 Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие (2-е изд. Доп.). - Тольятти: изд-во ТГУ, 2021. - 22 с.

7 Демура Н. А. Экономика предприятия [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направления подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование / Н. А. Демура, Л. И. Ярмоленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2018. - 124 с.

8 Дубинин Н. Н. Эксплуатация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие для студентов специальности 190109 - Наземные транспортно-технологические средства специализации "Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях / Н. Н. Дубинин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ, 2014. - 258 с.

9 Зак Г. Г. Справочник конструктора (машиностроителя) [Текст] / Г. Г. Зак, Л. И. Рубинштейн. - Минск : Изд-во Акад. наук БССР, 1963. - 567 с.

10 Зузов В. Н. Механика наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие / В. Н. Зузов ; Московский гос. технический ун-т им. Н. Э. Баумана. - Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. - 185, [1] с

11 Ионес С. В. Советские полноприводные [Текст] : [12+] / С. В. Ионес, Н. С. Марков, Н. А. Рубежной [и др.]. - Тула : Борус-Принт, 2017-. - 31 см. Т. 1: Легковые. Т. 1. - 2017. - 417 с.

12 Кондратьева-Бейер М. В. Automobil und traktor [Текст] = Автомобиль и трактор : Немецкая хрестоматия / М. В. Кондратьева-Бейер, Ю. В. Бейер. - Москва ; Ленинград : Гос. техн.-теоретич. изд-во, 1933 (М. : 17 тип. треста "Полиграфкнига"). - Обл., 179 с.

13 Кротов С. В. Расчеты на прочность и жесткость элементов конструкций и сооружений с применением ANSYS : учебное пособие / С. В. Кротов ; Росжелдор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" (ФГБОУ ВО РГУПС). - Ростов-на-Дону : РГУПС, 2022. - 95 с.

14 Лебедев В. А. Технология машиностроения: проектирование технологии сборки изделий : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. А. Лебедев ; Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования Дон. гос. техн. ун-т, Азов. технол. ин-т. - Ростов-на-Дону : Изд. центр ДГТУ, 2005. - 161 с.

15 Митрохин Н. Н. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств : учебник : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 15.03.01 "Машиностроение" (квалификация (степень) "бакалавр") / Н. Н. Митрохин, А. П. Павлов. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 262, [1] с.

16 Михайлов В. А. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / В. А. Михайлов, Е. В. Сотникова, Н. Ю. Калпина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 213 с.

17 Поливаев О. И. Тракторы и автомобили. Конструкция [Текст] : учебное пособие для вузов / О. И. Поливаев [и др.] ; под общ. ред. О. И. Поливаева. - Москва : КноРус, 2016. - 251 с. Перегудов Н. Е. Основы создания трехмерных моделей деталей и сборочных единиц автотракторной техники : учебное пособие / Н. Е. Перегудов ; Министерство науки и высшего

образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Изд-во ЛГТУ, 2021. - 112 с.

18 Черепанов Л. А. Наземные транспортно-технологические средства. Выполнение дипломного проекта : электронное учебно-методическое пособие / Л. А. Черепанов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения. - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2021. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см.

19 Школьников А. И. Электрооборудование автомобилей и тракторов [Текст] : учебное пособие / А. И. Школьников ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. радиотехнических систем. - Челябинск : ЮУрГУ, 2009. - 63, [3] с.

20 Шубин А. А. Разработка технологического процесса изготовления детали [Текст] : учебное пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине "Технология производства наземных транспортно-технологических средств" / А. А. Шубин ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Калужский филиал. - Калуга : Манускрипт, cop. 2018. - 65 с.

21 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.

22 Heisler H. Advanced vehicle technology / Heinz Heisler. - 2. ed. - Oxford [etc.] : Butterworth - Heinemann, 2002. - IX, 654, [1] p.

23 Pacejka H. B. Tyre and vehicle dynamics / Hans B. Pacejka. - Oxford [etc.] : Butterworth - Heinemann, 2002. - XIII, 627, [1] p.

24 Regan F. J. Re-entry vehicle dynamics / Frank J. Regan. - New York : Amer. inst. of aeronautics a. astronautics, 1984. - X, 414 p.

25 Zanten A., Erhardt R., Pfaff G. An Introduction to Modern Vehicle Design /Edited by Julian Happian-Smith. Reed Educational and Professional Publishing Ltd 2012. - 600 p.

Приложение А
Спецификации

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
A4					23.ДП.01.119.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
A1					23.ДП.01.119.61.00.000.СБ	Сборочный чертёж	1	
						Заимствованные изделия		
			1			Автомобиль УАЗ-3151	1	
						Вновь разработанные изделия		
A1		2			23.ДП.01.119.61.02.000.СБ	Подвеска передняя	2	
A1		3			23.ДП.01.119.61.03.000.СБ	Подвеска задняя	2	
						</		

Продолжение Приложения А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.						
				Документация		
Справ. №			A1	23.ДП.01.119.61.03.000.СБ	Сборочный чертёж	1
				Сборочные единицы		
			1	23.ДП.01.119.61.03.01.000	Рама	1
			2	23.ДП.01.119.61.03.02.000	Кронштейн передней рессоры	1
			3	23.ДП.01.119.61.03.03.000	Комплект рессор	1
			4	23.ДП.01.119.61.03.04.000	Кронштейн задней рессоры	1
			5	23.ДП.01.119.61.03.05.000	Газомасляный амортизатор	1
			6	23.ДП.01.119.61.03.06.000	Кронштейн передний	1
			7	23.ДП.01.119.61.03.07.000	Кронштейн задний	1
				Детали		
Подл. и дата			A3	8 23.ДП.01.119.61.03.008	Лист №1	1
				9 23.ДП.01.119.61.03.009	Лист №2	1
				10 23.ДП.01.119.61.03.010	Лист №3	1
				11 23.ДП.01.119.61.03.011	Лист №4	1
				12 23.ДП.01.119.61.03.012	Лист №5	1
				13 23.ДП.01.119.61.03.013	Лист №6	1
				14 23.ДП.01.119.61.03.014	Накладка	1
				15 23.ДП.01.119.61.03.015	Проставка	1
				16 23.ДП.01.119.61.03.016	Стремянка	2
				17 23.ДП.01.119.61.03.017	Крышка	1
Подл. и дата						
Инф. № подл.			23.ДП.01.119.61.03.000			
			Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата
			Разраб.	Даниленков Е.С.		
			Проб.	Турбин ИВ.		
			Н.контр.	Турбин ИВ.		
Инф. № подл.			Утв.	Бодровский АВ.		
			Подвеска задняя			
			Лит.	Лист	Листов	
			Д	1	2	
			ТГУ, АТс-1801б			

Копировал

Формат А4

Рисунок А.2 – Спецификация на заднюю подвеску

Продолжение Приложения А

[illegible]

Рисунок А.3 – Спецификация на заднюю подвеску

Продолжение Приложения А

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №			Перв. примен.			
									Формат	Зача	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						</									

Рисунок А.4 – Спецификация на переднюю подвеску

Продолжение Приложения А

[illegible]

Рисунок А.5 – Спецификация на заднюю подвеску