

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Модернизация автомобиля Шевроле-Нива с установкой
пневматических стоек

Обучающийся

А.В. Михайлов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент Л.А. Угарова

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

Консультанты

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

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

доцент И.В. Дерябин

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

О.А. Головач

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

Тольятти 2022

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Модернизация автомобиля Шевроле-Нива с установкой пневматических стоек».

Цель дипломного проекта – модернизация автомобиля Шевроле-Нива путем установки пневматических стоек.

Пояснительная записка содержит шесть разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложения, всего 94 страницы с приложениями.

Графическая часть содержит 10 листов формата А1, выполненных в автоматизированной системе разработки и оформления конструкторской и проектной документации КОМПАС-График. Выполненный дипломный проект полностью соответствует утвержденному заданию.

В первом разделе проанализированы автомобили и конструкции зарубежных и отечественных производителей и принято решение об установке на автомобиль Шевроле-Нива пневматических стоек для достижения поставленной цели, при этом отказавшись от установленных на прототип амортизатора и пружины.

Во втором разделе проведен тягово-динамический расчет и построены характеристики.

В третьем разделе проведен расчет основных элементов подвески, для проведения модернизации подвески путем установки пневматических элементов для обеспечения комфортного движения автомобиля в городском режиме.

В четвертом разделе выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива.

В пятом разделе рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта.

В шестом разделе определена эффективность модернизации подвески автомобиля Шевроле-Нива с экономической стороны.

Abstract

The title of the graduation work is: «The modernization of the «Chevrolet Niva» car with the installation of pneumatic struts».

The aim of the graduation work is to modernize the «Chevrolet Niva» car by installing pneumatic struts.

To achieve this aim, the graduation work is divided into six main parts, which allow to gradually study the issue of installing pneumatic struts on the considered vehicle.

In the first part we analyze cars and designs of foreign and domestic manufacturers and make a decision to install pneumatic struts on the «Chevrolet Niva» car to achieve the goal by refusing the shock absorbers and springs installed on the prototype.

Next, we calculate the traction-dynamic properties and construct the characteristics of the project.

Particular attention is paid to the third section, where the main elements of the suspension are calculated as part of its modernization by installing pneumatic elements. The pneumatic struts are installed to ensure comfortable movement of the car in urban mode.

In the next part, we describe the technological process of assembling the modernized suspension of the «Chevrolet Niva» car.

In preparing the graduation work, the safety and environmental friendliness issues of the project are also studied.

In the fifth part of the graduation work we cover safety and ecological issues of the project.

At the end of the study, the effectiveness of the suspension modernization of the «Chevrolet Niva» car from the economic side is substantiated.

In conclusion we'd like to underline that the installation of pneumatic struts on a «Chevrolet Niva» all-wheel drive vehicle led to increase the smoothness and comfort of movement. An all-wheel drive K1 class car with adjustable pneumatic suspension in this price category has no analogues among competitors in this class.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 6 |
| 1 Обоснование выбора конструкции подвески | 7 |
| 1.1 Анализ конструкции и обоснование выбора..... | 7 |
| 1.2 Основные элементы, входящие в конструкцию подвесок..... | 10 |
| 2 Тягово-динамический расчет автомобиля | 18 |
| 2.1 Исходные данные для расчета | 18 |
| 2.2 Внешняя скоростная характеристика..... | 22 |
| 2.3 Определение передаточных чисел коробки передач..... | 25 |
| 2.4 Тяговая характеристика и тяговый баланс автомобиля | 27 |
| 2.5 Динамический фактор | 28 |
| 2.6 Ускорение и обратное ускорение автомобиля | 29 |
| 2.7 Время и пути разгона автомобиля..... | 29 |
| 2.8 Мощностной баланс автомобиля..... | 31 |
| 2.9 Топливная экономичность автомобиля | 32 |
| 3 Конструкторская часть | 35 |
| 4 Технологический раздел..... | 56 |
| 4.1 Обоснование выбора технологического процесса..... | 56 |
| 4.2 Определение трудоемкости сборки..... | 58 |
| 4.3 Составление технологического процесса сборки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива | 59 |
| 5 Безопасность и экологичность технического объекта | 63 |
| 5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива | 63 |
| 5.2 Идентификация профессиональных рисков..... | 64 |
| 5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков | 65 |
| 5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта | 71 |

| | |
|---|----|
| 5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива..... | 73 |
| 6 Экономическая эффективность проекта..... | 76 |
| Заключение | 84 |
| Список используемой литературы и используемых источников..... | 85 |
| Приложение А. Спецификации..... | 91 |

Введение

«Автомобиль Шевроле-Нива обладает качествами и характеристиками внедорожного автомобиля, но для городской езды проигрывает своим зарубежным аналогам в комфорте и плавности хода. В то время как иностранные производители могут похвастаться автомобилями которые можно использовать как внедорожник (авто для активного отдыха), так и для городской езды с комфортом и плавностью хода приближенными к легковым автомобилям» [24].

Для дипломного проекта был выбран автомобиль класса К1, с колесной формулой 4×4, бензиновым двигателем, предназначенный для эксплуатации по пересеченной местности и для городского использования, с целью установки на него пневматических стоек для повышения комфорта, плавности хода, а также создание конкурентно-способного автомобиля в классе К1 для зарубежных аналогов.

Такой способ наименее затратный и очень эффективный для достижения поставленной цели, так же не требующий разработки специального типа подвески, позволяет использовать уже имеющуюся конструкцию.

1 Обоснование выбора конструкции подвески

1.1 Анализ конструкции и обоснование выбора

«Подвеска автомобиля обеспечивает упругое соединение несущей системы (рамы, кузова) с колесами автомобиля. К подвескам автомобиля предъявляют следующие требования:

- обеспечение плавности хода,
- обеспечение движения по дорожному полотну без ударов в ограничитель,
- ограничение поперечного крена автомобиля,
- согласование перемещения управляемых колес,
- обеспечение затухания колебаний кузова и колес,
- постоянство колеи, углов установки колес,
- надежная передача от колес к кузову продольных и поперечных сил» [19].

«К подвеске автомобиля, которая обеспечивает упругое соединение несущей системы с колесами автомобиля, предъявляют следующие требования:

- обеспечение плавности хода,
- обеспечение движения по неровным дорогам без ударов в ограничитель,
- ограничение поперечного крена автомобиля;
- кинематическое согласование перемещений управляемых колес, исключая их колебания относительно шкворней;
- обеспечение затухания колебаний кузова и колес;
- постоянство колеи, углов наклона колес; постоянство углов наклона шкворней;

- надежная передача от колес к кузову продольных и поперечных сил;
- снижение массы неподрессоренных частей» [19].

«Подвески классифицируют:

- по типу характеристики (постоянной жёсткости, переменной жёсткости, прогрессивная);
- по типу направляющих устройств (независимая, зависимые (автономная, балансирная));
- по способу передачи сил и моментов от колёс (рессорная, штанговая, рычажная (одно- и двухрычажные));
- по наличию шкворней (шкворневая и бесшкворневая).

По типу упругого элемента подвески классифицируют:

- металлическая (рессорная, пружинная, торсионная, комбинированная);
- неметаллическая (пневматическая, гидропневматическая, резиновая, комбинированная).

По типу гасящего элемента (амортизатора):

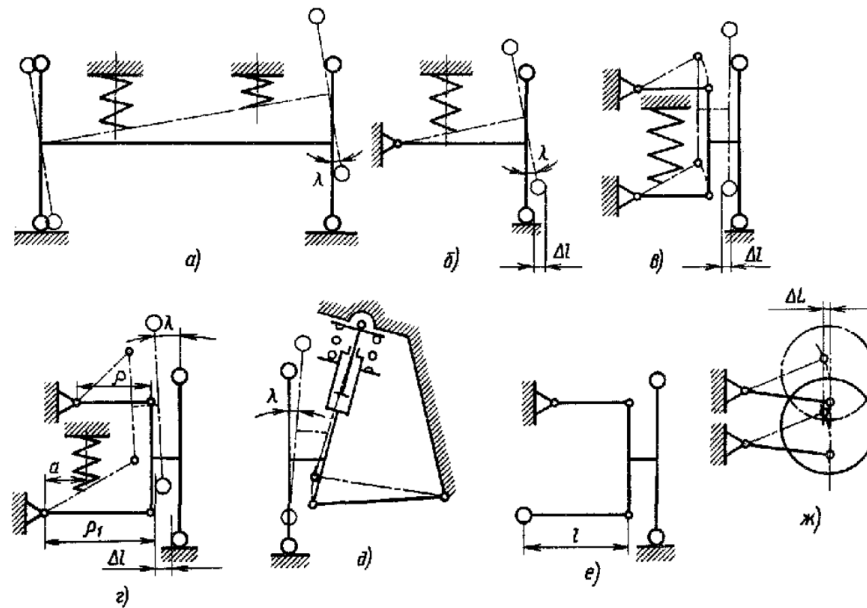
- с рычажным амортизатором (механический, гидравлический);
- с телескопическим амортизатором (одно- и двухтрубным)» [26].

«Независимые подвески применяют для легковых автомобилей и грузовых автомобилей высокой проходимости.

Зависимые автономные для двухосных грузовых автомобилей и автобусов, редко - для легковых автомобилей, а зависимые балансирные - для поддрессорования двух близко расположенных мостов, например, на трехосных автомобилях. Вертикальное перемещение кузова при балансирной подвеске в 2 раза меньше, чем при автономной.

От схемы подвески зависит компоновка автомобиля, параметры плавности хода, устойчивости и управляемости, масса автомобиля другими словами – основные характеристики автомобиля» [27].

«На рисунке 1 представлены характерные схемы подвесок.



а – зависимой; б – однорычажной независимой; в – двухрычажной независимой с рычагами равной длины; г – двухрычажной независимой с рычагами разной длины; д – независимой рычажно-телескопической; е – независимой двухрычажной с торсионом; ж – независимой с продольным качанием.

Рисунок 1 – Кинематические схемы подвесок автомобилей

Зависимая (рисунок 1(а)) и одно-рычажная независимая (рисунок 1(б)) подвески отличаются тем, что вертикальное перемещение колеса сопровождается изменением угла λ , что вызывает гироскопический эффект, возбуждающий колебания колеса относительно шкворня.

В двухрычажной подвеске с рычагами равной длины параллелограммной (рисунок 1(в)) угловое перемещение отсутствует, но значительно поперечное перемещение ΔL колеса, что ведет к быстрому изнашиванию шин и уменьшению боковой устойчивости.

В двухрычажной подвеске с рычагами разной длины (рисунок 1(г)) при λ равном от 5 до 6 и ρ/ρ_1 от 0,55 до 0,65 гироскопический момент гасится моментом сил трения в системе, а поперечное перемещение ΔL равен от 4 до 5 мм компенсируется упругостью шин.

Рычажно-телескопическая подвеска передних колес легковых автомобилей качающаяся свеча (рисунок 1(д)) обеспечивает незначительные

изменения колеи, развала и схождения колес, при этом замедляется изнашивание шин, улучшается устойчивость автомобиля.

Подвеска имеет один поперечный рычаг внизу, ее основной элемент амортизаторная стойка, имеющая верхнее шарнирное крепление под крылом, что обеспечивает большое плечо между опорами стойки.

В верхней опоре имеется подшипник, необходимый для исключения закручивания пружины, что могло бы вызвать стабилизирующий момент и дополнительные изгибающие нагрузки. Малые размеры и масса, большое расстояние по высоте между опорами, большой ход также относятся к преимуществам этой подвески. Конструктивные трудности обусловлены нагруженным крылом в точке крепления верхней опоры» [19].

1.2 Основные элементы, входящие в конструкцию подвесок

Упругие элементы подвесок

«Существуют следующие типы упругих элементов:

- металлические: листовые рессоры, винтовые пружины, торсионы,
- пневматические: баллонные, диафрагменные,
- гидропневматические,
- резиновые» [19].

«До недавнего времени подвеска на рессорах была наиболее распространена на автомобиле, да и в настоящем, в силу имеющихся достоинств, это основная подвеска для грузовых автомобилей.

Листовые рессоры имеют два преимущества. Они могут обеспечивать адекватное крепление каждого конца оси без необходимости в дополнительных звеньях. Поперечная рессора может действовать как элемент независимой подвески. Также трение между листами рессоры, которое возникает при изгибе многолистовой рессоры обеспечивало полезный демпфирующий эффект на большинстве старых автомобилей и не

требовало отдельных амортизаторов. Рессорная подвеска содержит минимальное число структурных звеньев.

Рессора по способу заделки и форме может быть полуэллиптическая, кантилеверная или четвертная.

Полуэллиптическая рессора способна воспринять и передавать на несущую систему автомобиля не только нормальные, но и продольные и боковые реакции дороги, а также реактивные моменты тормоза или главной передачи (при ведущем мосте). Следовательно, в общем случае рессорная подвеска не требует направляющего устройства.

Четвертная и кантилеверная рессоры плохо приспособлены для передачи толкающих усилий и реактивного момента, то есть требуют направляющих устройств. Эти устройства не нашли широкого применения.

Наиболее распространенной формой пружины является цилиндрическая пружина постоянной жесткости, чья степень жесткости остается постоянной при ее сжатии и растяжении под нагрузкой. Любая обыкновенная пружина имеет определенную минимальную длину, определяемую моментом, когда ее витки соприкасаются друг с другом, и она превращается в твердый цилиндр. Чтобы этого не произошло (с серьезным дискомфортом и некоторым риском потери управления), вместе с витками пружинами всегда устанавливаются эластичные (сегодня это обычно полиуретан) ограничители хода подвески при сжатии. Эти ограничители ударов часто делаются достаточно глубокими, чтобы прогрессивно увеличивать жесткость подвески после определенной точки» [20].

«По сравнению с листовыми рессорами витые пружины легче и компактнее по отношению к количеству энергии, которое они могут накопить, и вместе с тем просты в производстве, что сегодня определяет их огромную популярность. Их форма обеспечивает дополнительное преимущество, связанное с тем, что они могут устанавливаться на одной оси с телескопическими амортизаторами, создавая один компактный, легко устанавливаемый и заменяемый узел. Это особенное преимущество при

использовании их в подвеске McPherson. Однако некоторые производители предпочитают распределять вертикальные нагрузки на кузов, устанавливая пружины и амортизаторы отдельно, особенно в задней подвеске, стараясь достигнуть лучших характеристик при поглощении вибраций в точках крепления.

Другой ценной особенностью витых пружин для конструкторов шасси, легкость, с которой может быть подобрана степень жесткости и даже сделана нелинейной, становясь более жесткой по мере сжатия. «Спортивные» подвески могут быть получены простым удалением одного витка на каждой пружине автомобиля, что, с одной стороны, уменьшает высоту автомобиля, а с другой, увеличивает суммарную жесткость подвески, а все это может быть желательным для достижения поставленной задачи» [19].

«Пружина переменной жесткости может быть создана, если расстояние между витками будет сужаться ближе к ее концам, тогда при сжатии такой пружины внешние витки постепенно будут входить в контакт, а оставшаяся часть несжатой пружины будет иметь большую жесткость. Другой способ заключается в изготовлении пружины, у которой расстояние между витками остается постоянным, но пружина изготавливается из прутка, который сужается с каждого конца. Как уже упоминалось, простым способом может быть установка увеличенных ограничителей хода подвески, эластичность которых обеспечивает прогрессивную характеристику жесткости пружин.

Витая пружина может быть также изготовлена в форме конуса или «кокона», а не цилиндрической. Это дает возможность получить пружину переменной жесткости, но с дополнительным преимуществом, заключенном в том, что она занимает гораздо меньше места, когда полностью сжимается. Такие пружины использовались в задних подвесках нескольких небольших переднеприводных автомобилей европейского производства» [27].

«В действительности торсион – это витая пружина, которая развернута, и один ее конец закреплен, а нагрузка прикладывается к другому концу с помощью рычага (другими словами, элементом подвески). Некоторые

автомобили, сконструированные в 30-е и 40-е годы, включая Morris Minor, использовали продольные торсионы в передних подвесках, чьи задние концы фиксировались под полом автомобиля, а к переднему концу присоединялся нижний поперечный рычаг подвески. Эта конструкция до сих пор используется в качестве независимой передней подвески некоторых полноприводных автомобилей. Поперечно расположенные торсионы продолжают использоваться в задних подвесках, особенно в автомобилях Renault. В маленьких переднеприводных автомобилях применение торсионов в задних подвесках имеет преимущество, заключенное в возможности компактного размещения под грузовым отсеком» [19].

«Стабилизатор поперечной устойчивости автомобиля – специальный тип упругого элемента, работающий по принципу торсиона, соединяющего элементы подвески в передней или задней части автомобиля. Стабилизатор изменяет жесткость при крене автомобиля, которая зависит от жесткости упругих элементов подвески и расстояния между ними. Конечно, уменьшение крена на повороте желательно, но высокая жесткость пружин, необходимая для уменьшения крена, может сделать езду на автомобиле не комфортабельной. Стабилизатор поперечной устойчивости дает возможность решить эту проблему» [20].

«Большинство современных легковых автомобилей оборудуются как минимум передним стабилизатором поперечной устойчивости. Как уже упоминалось, стабилизаторы увеличивают перераспределение боковых сил и могут использоваться для «настройки» управляемости автомобиля. Передний стабилизатор увеличивает недостаточную поворачиваемость, в то время как задний уменьшает ее. Некоторые конструкторы шасси сейчас работают над подбором жесткости передних и задних упругих элементов с целью обеспечения наилучшей плавности хода и устанавливают передние и задние стабилизаторы для максимального уменьшения крена кузова, а затем регулируют жесткость переднего и заднего стабилизаторов для оптимизации управляемости автомобиля.

Стабилизаторы поперечной устойчивости неизбежно создают свои собственные проблемы: совсем малотехнических улучшений достаются бесплатно. Эффект перераспределения веса за счет жесткого стабилизатора поперечной устойчивости может привести к отрыву от дороги внутреннего колеса в некоторых чрезвычайных ситуациях и, таким образом, можно потерять сцепление, если колесо ведомое. Также, когда колесо, соединенное со стабилизатором, подсакивает на большой неровности, стабилизатор реагирует на перемещение колеса попыткой крена кузова. На плохих дорогах это можно почувствовать как боковую «раскачку», наиболее заметную на уровне головы» [24].

«Пневматические упругие элементы целесообразно применять на автомобилях, масса поддресоренной части которых меняется значительно (грузовые автомобили), а требования к плавности хода высокие (автобусы). Путём изменения давления воздуха в пневматическом элементе можно регулировать жёсткость подвески и даже добиться того, что при различной нагрузке статический прогиб элемента и соответственно частота собственных колебаний поддресоренной части (массы) оставались бы постоянными. При этом появляется возможность регулировать высоту пола (автобусы), грузовой платформы или прицепного устройства относительно дороги либо величину дорожного просвета (как правило, независимой подвеске).

Все пневматические упругие элементы нуждаются в источниках сжатого воздуха, требуют специальных управляющих устройств, а также наличия направляющего устройства подвески. Поэтому пневмоподвески достаточно сложны и дороги – область их применения ограничена в основном городскими автобусами.

На легковых автомобилях широкое применение находят упругие амортизационные стойки, обеспечивающие хорошие компоновочные возможности. Они включают в себя гидравлический телескопический амортизатор и практически соосный, установленный между наконечником штока и корпусом, упругий элемент» [27].

Когда автомобильное колесо наезжает на неровность, пружина подвески забирает энергию у движущегося вверх колеса и его движение прекращается. После проезда неровности колесо может двигаться вниз, и пружина отдает накопленную энергию. Проблема заключается в том, что, если оставить все как есть, пружина начнет колебаться с собственной частотой до тех пор, пока постепенно, может, после восьми или десяти подсакивания колеса, в случае витой пружины, за счет сопротивления воздуха, внутреннего трения в металле пружины и гашения энергии в шине колебания не прекратятся. Нам нужно устройство, которое будет, по возможности обеспечивать «мягкую посадку» колеса без подсакивания. Это устройство – амортизатор, который создает силу, пропорциональную скорости вертикального перемещения колеса. Когда нет перемещения, нет и гасящей силы, и поэтому амортизатор не влияет на степень жесткости упругого элемента или на его собственную частоту колебаний.

В английском языке амортизаторы часто совершенно неправильно называются «поглотители ударов» (shock absorbers). В действительности поглощает удар пружина, когда подсакивает колесо, наехавшее на неровность. Амортизатор должен прекратить его «неумение себя вести».

Почти все амортизаторы, используемые в современных автомобилях, представляют собой телескопические гидравлические устройства. В старых автомобилях, как уже упоминалось, обходились без специальных амортизаторов, трение между листами многолистных рессор обеспечивало некоторое гашение колебаний. Когда скорости автомобилей возросли, потребовались дополнительные демпфирующие устройства. Ранние устройства, выполнявшие эту задачу, представляли собой многодисковые фрикционные устройства с регулировкой сжимающей диски силы. Однако наилучшее решение обеспечивают гидравлические амортизаторы, начиная с 1920 года.

«Основной принцип любого гидравлического амортизатора заключается в том, что движение подвески приводит в движение поршень,

находящийся внутри цилиндра с жидкостью. Жидкость проталкивается через отверстие, и таким образом создается сила, которая противоположна движению поршня, а следовательно, и подвески. Было разработано несколько разновидностей гидравлических амортизаторов, в основном различавшихся способом передачи движения подвески поршню. Сегодня амортизаторы легковых автомобилей исключительно непосредственного действия, телескопического, гидравлического типа. Различные коэффициенты демпфирования во время сжатия и отбоя амортизатора достигаются с помощью отверстий разного размера, закрытых пружинными клапанами.

Конструкция телескопических амортизаторов стала более сложной, когда инженеры занялись обеспечением более прогрессивных характеристик и преодолением таких проблем, как утечки жидкости и минимальное трение покоя – амортизаторы никогда не начинают движения плавно из статического положения. Также существует проблема перегрева амортизаторов (по своему действию амортизатор превращает энергию вертикального движения колеса в тепло, которое должно быть рассеяно) и вспенивания амортизаторной жидкости. Многие амортизаторы, особенно предназначенные для высокоскоростных автомобилей, заполняются сжатым газом для улучшения сопротивления. Современные амортизаторы могут быть однотрубными или двухтрубными, последние состоят из двух вставленных одна в другую труб, между которыми создается дополнительное пространство и обеспечивается отдельный гидравлический резервуар с клапанами» [19].

«Резиновые упругие элементы.

Резина, особенно работающая на сдвиг, обладает большой энергоёмкостью. Это её свойство можно было бы использовать, применяя резины, как рабочее тело упругих элементов. При этом достигается уменьшение массы конструкции, жёсткая характеристика имеет прогрессивный характер, а значительное внутреннее трение резины облегчает работу амортизаторов и способствует поглощению вибраций.

Однако существует ряд недостатков резины, ограничивающих её применение в основном упругом элементе:

- конструкционные, прочные резины обычно весьма жёстки, а эластичные сорта – непрочны;
- работа сил внутреннего трения при деформации резины значительна и сопровождается выделением тепла. Под действием повышенной температуры резина быстро стареет, то есть теряет свои эластичные свойства;
- проявляет себя остаточная деформация, вследствие чего требуется вводить регулировку высоты подвески;
- жёсткость резины значительно зависит от температуры; при низких температурах жёсткость сильно возрастает и возможно даже появление хрупкости.

В настоящее время в подвески резина применяется для вспомогательных упругих элементов (буферов), шарниров и шумовиброизолирующих прокладок» [27].

Выводы по разделу.

Проанализировав автомобили и конструкции зарубежных и отечественных производителей, было принято решение об установке на автомобиль Шевроле-Нива пневматических стоек для достижения поставленной цели, при этом отказавшись от установленных на прототип амортизатора и пружины. Вся остальная ходовая часть остается с автомобиля прототипа без изменений.

2 Тягово-динамический расчет автомобиля

2.1 Исходные данные для расчета

Полная масса автомобиля находится по формуле:

$$m_a = m_0 + n \cdot (m_q + m_b), \quad (1)$$

где m_0 – снаряженная масса автомобиля, задаемa массой аналога

Шевроле-Нива – 1465 кг [20];

m_q – масса человека, обычно принимается 75 кг;

n – количество пассажиров, вместе с водителем, 5 чел.;

m_b – масса багажа, принимается по 10 кг на одного пассажира.

Следовательно,

$$m_a = 1465 + 5 \cdot (75 + 10) = 1890 \text{ кг}.$$

«Распределение массы по осям проводится с учетом обеспечения равномерного износа шин, недостаточной поворачиваемости и проходимости автомобиля. При проведении расчета ориентируемся на распределение массы автомобиля-прототипа.

Масса, приходящаяся на переднюю ось, определяется по формуле:

$$m_1 = q_1 \cdot m_a, \quad (2)$$

где q_1 – доля полной массы автомобиля, приходящиеся на переднюю ось, принимаем 0,45» [23].

$$m_1 = 0,45 \cdot 1890 = 850 \text{ кг}.$$

«Масса, приходящаяся на заднюю ось (тележку), кг:

$$m_2 = q_2 \cdot m_a, \quad (3)$$

где q_1 – доля полной массы автомобиля, приходящиеся на переднюю ось, принимаем 0,55» [23].

$$m_2 = 0,55 \cdot 1890 = 1040 \text{ кг} .$$

«Подбор шин производим в следующем порядке:

Определяем статическую нагрузку на переднее колесо по формуле:

$$G_{к1} = \frac{m_1 \cdot g}{n_{п.к.}}, \quad (4)$$

где $n_{п.к.}$ – количество передних колес;

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²» [23].

$$G_{к1} = \frac{850 \cdot 9,81}{2} = 4169,3 \text{ Н} .$$

«Определяем статическую нагрузку на заднее колесо по формуле:

$$G_{к2} = \frac{m_2 \cdot g}{n_{з.к.}}, \quad (5)$$

где $n_{з.к.}$ – количество задних колес» [23].

$$G_{к2} = \frac{1040 \cdot 9,81}{2} = 5101,2 \text{ Н} .$$

Учитывая максимальную величину статической нагрузки, руководствуясь данными ГОСТ 5513-97, предварительно выбираем шину 205/70 R15.

«Далее необходимо рассчитать коэффициент, характеризующий степень использования допустимой максимальной скорости шины:

$$\lambda = \frac{V_{a_{\max}}}{V_{u_{\max}}}, \quad (6)$$

где $V_{a_{\max}}$ – максимальная скорость автомобиля, для аналога – 140 км/ч;

$V_{u_{\max}}$ – допустимая максимальная скорость движения, для шины, 205/70 R15 – 180 км/ч» [23].

$$\lambda = \frac{140}{180} = 0,78.$$

Зная размер шин, определяем статистический радиус колеса:

$$r_{cm} = 0,5 \cdot d + \lambda_z \cdot H, \quad (7)$$

где d – посадочный диаметр, для диаметра 15 дюйма равен 0,38 м;

λ_z – коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин, для шин с регулируемым давлением и арочных значение коэффициента принимается в диапазоне от 0,8 до 0,85;

H – высота профиля шины, для шины 205/70 R15 высота профиля составляет 0,14 м [23].

$$r_{cm} = 0,5 \cdot 0,38 + 0,8 \cdot 0,14 = 0,30 \text{ м}.$$

«На дорогах с твердым покрытием используется равенство:

$$r_{cm} \approx r_D \approx r_K, \quad (8)$$

где r_D – динамический радиус колеса;

r_K – радиус качения колеса» [23].

«Для ориентировочной оценки лобовой площади используем зависимость:

$$F = \alpha \cdot B \cdot H_a, \quad (9)$$

где α – коэффициент заполнения площади, по рекомендации [1] для легковых автомобилей коэффициент равен 0,8;

B и H_a – наибольшие ширина и высота автомобиля, соответственно, значения этих величин принимаю, основываясь на данных выбранного прототипа, 1,77 м и 1,65 м соответственно» [23].

$$F = 0,8 \cdot 1,77 \cdot 1,65 = 2,34 \text{ м}^2.$$

По выбранному коэффициенту обтекаемости, находим значение коэффициента сопротивления воздуха по следующей формуле:

$$k_{\sigma} = C_x \cdot \frac{\rho_{\sigma}}{2}, \quad (10)$$

где C_x – коэффициент аэродинамического сопротивления, для легковых автомобилей коэффициент принимает в диапазоне от 0,26 до 0,38. Принимаем равным 0,35.

ρ_{σ} – плотность воздуха, при нормальных условиях (при давлении 760 мм.рт. ст.) – 1,293 кг/м³ [23].

$$k_{\epsilon} = 0,35 \cdot \frac{1,293}{2} = 0,23 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4}.$$

2.2 Внешняя скоростная характеристика

«Расчет мощности двигателя, необходимой для движения автомобиля с заданной максимальной скоростью, производим по формуле:

$$N_{\nu} = \frac{G_a \cdot \psi_{\nu} \cdot V_{a_{\max}} + k_{\epsilon} \cdot F \cdot V_{a_{\max}}^3}{1000 \cdot \eta_{mp}}, \quad (11)$$

где G_a – полный вес автомобиля, Н. Определяется по формуле (12);

ψ_{ν} – суммарный коэффициент сопротивления дороги на режиме максимальной скорости. По рекомендациям коэффициент принимаем равным значению коэффициента сопротивления качения, для асфальтобетонной дороги в удовлетворительном состоянии коэффициент равен 0,025;

V_{\max} – максимальная скорость автомобиля, 38,9 м/с;

k_{ϵ} – коэффициент сопротивления воздуха, Н·с²/м⁴;

η_{mp} – коэффициент полезного действия трансмиссии, который равен произведению коэффициентов полезного действия ее механизмов. Для легковых автомобилей коэффициент полезного действия принимают в диапазоне от 0,92 до 0,95. Принимаем равным 0,92» [23].

$$G_a = m_a \cdot g, \quad (12)$$

$$G_a = 1890 \cdot 9,81 = 18541 \text{ Н}.$$

Отсюда:

$$N_v = \frac{18541 \cdot 0,025 \cdot 38,9 + 0,23 \cdot 2,34 \cdot 38,9^3}{1000 \cdot 0,92} = 54,0 \text{ кВт}.$$

Определяем максимальную мощность двигателя в зависимости от его типа по формуле:

$$N_{\max} = \frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3}, \quad (13)$$

где a , b , c – эмпирические коэффициенты, значения которых принимаются в соответствии с типом двигателя (таблица 1);

λ – коэффициент, учитывающий отношений максимального вращения коленчатого вала к вращению коленчатого вала при максимальных мощности, принимаем равным 1,15 [23].

Таблица 1 – Значения коэффициентов для расчета внешней скоростной характеристики

| Тип двигателя | a | b | c |
|--------------------------|------|------|------|
| Бензиновый | 1 | 1 | 1 |
| Дизельный четырехтактный | 0,53 | 1,56 | 1,09 |

$$N_{\max} = \frac{54,0}{1 \cdot 1,15 + 1 \cdot 1,3225^2 - 1 \cdot 1,5209^3} = 56,8 \text{ кВт}.$$

Так в свободном доступе представлены технические характеристики двигателя ВАЗ-2123, предлагается использовать максимальную мощность – 58,5 кВт.

Определяем частоту вращения коленчатого вала двигателя на режиме максимального числа оборотов:

$$n_{\max} = n_N \cdot \lambda, \quad (14)$$

$$n_{\max} = 5000 \cdot 1,1 = 5750 \text{ об/мин}.$$

Рассчитываем внешнюю скоростную характеристику двигателя по формуле (14) задавшись различными величинами частоты вращения коленчатого вала двигателя.

$$N_e = N_{\max} \cdot \left[a \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + b \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^3 \right]. \quad (15)$$

Для построения графика эффективного момента применяется формула:

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} \cdot 10^3. \quad (16)$$

Для удобства результаты расчетов заносим таблицу 2 и строим график внешней скоростной характеристики (рисунок 2).

Таблица 2 – Данные для построения внешней скоростной характеристики

| | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Скорость вращения коленчатого вала, об/мин | 800 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 | 5000 | 5750 |
| Угловая скорость, рад/с | 83,8 | 157,1 | 209,4 | 261,7 | 314,2 | 366,5 | 418,9 | 471,2 | 523,6 | 602,1 |
| Мощность, кВт | 10,6 | 21,2 | 29,0 | 36,6 | 43,5 | 49,5 | 54,3 | 57,4 | 58,5 | 55,7 |
| Крутящий момент, Н·м | 126,7 | 135,2 | 138,5 | 139,7 | 138,5 | 135,2 | 129,6 | 121,8 | 111,7 | 92,5 |

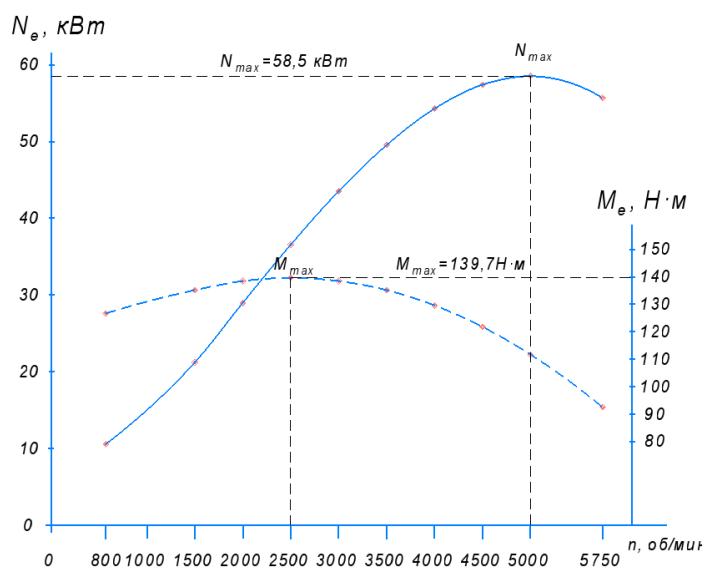


Рисунок 2 – Внешняя скоростная характеристика

«Передаточное число главной передачи рассчитывается из условия обеспечения заданной максимальной скорости автомобиля по выражению:

$$u_o = \frac{\omega_{\max} \cdot r_k}{u_k \cdot V_{\max}}, \quad (17)$$

где ω_{\max} – скорость вращения коленчатого вала двигателя, 5750 об/мин или 602,1 рад/с;

r_k – радиус качения колеса, для колеса 205/70 R15 радиус равен 0,30 м;

u_k – передаточное число коробки передач на высшей передаче, для механической коробки передач, используемой в Шевроле-Нива, передаточное число равно 0,819» [23].

$$u_o = \frac{602,1 \cdot 0,3}{0,819 \cdot 38,9} = 5,67.$$

2.3 Определение передаточных чисел коробки передач

«Передаточное число первой передачи рассчитывается из условия преодоления заданного максимального сопротивления дороги, характеризующегося суммарным коэффициентом сопротивления по формуле:

$$u_I = \frac{G_a \cdot \psi_{\max}^I \cdot r_k}{M_{\max} \cdot u_o \cdot u_d \cdot \eta_{mp}}, \quad (18)$$

где M_{\max} – максимальный крутящий момент двигателя, полученный с внешней скоростной характеристики двигателя, Н·м;

ψ_{\max}^I – коэффициент сопротивления дороги на первой передаче, принимаем равным 0,625» [23].

Подставляем значения в формулу (18) и получаем:

$$u_1 = \frac{18541 \cdot 0,625 \cdot 0,3}{139,7 \cdot 5,67 \cdot 1 \cdot 0,92} = 4,77.$$

Расчет передаточных чисел промежуточных передач.

Передаточные числа промежуточных передач рассчитываются в предположении, что общий ряд передаточных чисел коробки передач должен представлять собой геометрическую прогрессию. Тогда расчет ведется по формуле:

$$u_m = \sqrt[n-1]{u_1^{n-s}}. \quad (19)$$

Однако на автомобиле применяется коробка передач с повышающей (ускоряющей) высшей передачей, следовательно, передаточное число последней выбирается не по закону геометрической прогрессии, а из конструкторских соображений.

По этой причине при расчете формулы (19) количество передач принимается меньше на 1 (то есть для пятиступенчатой коробки передач – 4).

Передаточное число для заднего хода автомобиля определяется во время компоновки коробки передач и обычно определяется по формуле:

$$u_{3.X.} = (1,2 \dots 1,3) \cdot U_1. \quad (20)$$

Результаты вычислений заносим в таблицу 3 и сравниваем с аналогом.

Таблица 3 – Передаточные числа коробки передач

| Значения | Передаточные числа | | | | | | |
|------------|--------------------|------|------|------|---|------|------|
| | Главная | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 3X |
| Расчетные | 5,67 | 4,77 | 2,18 | 1,48 | 1 | 0,68 | 5,72 |
| Справочные | 3,90 | 3,67 | 2,10 | 1,36 | 1 | 0,82 | 3,53 |

В дальнейшем при проведении расчетов предлагается использовать передаточные числа агрегатов автомобиля-аналога.

2.4 Тяговая характеристика и тяговый баланс автомобиля

Тяговая характеристика представляет собой зависимость силы тяги на колесах автомобиля от скорости движения по передачам, которая на разных передачах определяется по формуле:

$$F_T = \frac{M_e \cdot u_0 \cdot u_{kn} \cdot u_d \cdot \eta_{mp}}{r_k}, \quad (21)$$

«Рекомендуется пользоваться выбранными выше значениями угловой скорости (при расчете внешней скоростной характеристики), приводя в соответствие с ними скорости автомобиля на разных передачах по формуле:

$$V_a = \frac{\omega_e \cdot r_k}{u_0 \cdot u_k \cdot u_d}. \quad (22)$$

Тяговый (силовой) баланс автомобиля описывается уравнением:

$$F_T = F_D + F_B + F_u, \quad (23)$$

где F_T – сила тяги на ведущих колесах, Н;

F_D – сила дорожного сопротивления, Н;

F_B – сила сопротивления воздуха, Н;

F_u – сила сопротивления разгону автомобиля» [23].

«В общем случае сопротивление дороги при движении автомобиля на подъеме определяется из выражения:

$$F_D = G_a \cdot \sin \alpha_D + G_a \cdot \cos \alpha_D \cdot f, \quad (24)$$

где f – коэффициент сопротивления качению;

α_D – угол подъема, град.» [23].

При небольших значениях угла наклона дороги (до 10 град.), считают:

$$\sin \alpha_D \approx \operatorname{tg} \alpha_D = i; \quad \cos \alpha_D \approx 1. \quad (25)$$

Тогда:

$$F_D = G_a \cdot (i + f) = G_a \cdot \psi, \quad (26)$$

При движении автомобиль преодолевает силу сопротивления воздуха, которую определяют по формуле:

$$F_B = k_e \cdot F \cdot V^2. \quad (27)$$

2.5 Динамический фактор

Динамическая характеристика представляет собой зависимость динамического фактора автомобиля от скорости на разных передачах. В каждой расчетной точке на каждой передаче динамический фактор рассчитывается, согласно его определению, по формуле:

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a}. \quad (28)$$

В связи с ограничением объема пояснительной записки и быстроты проведения расчетов вычисления проводятся в программной среде Microsoft Excel, после которых осуществляется построение графиков в Компас-3D.

2.6 Ускорение и обратное ускорение автомобиля

«Ускорение автомобиля в каждой расчетной точке определяется по формуле:

$$j = \frac{D - \psi}{\delta_{ep}} \cdot g, \quad (29)$$

где δ_{ep} – коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс.

Определяется по формуле (30).

$$\delta_{ep} = 1 + (\delta_1 + \delta_2 \cdot U_k^2), \quad (30)$$

где δ_1 , δ_2 – коэффициент учета вращающихся масс колес и двигателя соответственно. Значение коэффициента принимают в диапазоне от 0,03 до 0,05» [23].

«Затем требуется построить зависимость обратных ускорений от скорости. Поскольку при скоростях, близких к максимальной, ускорение стремится к нулю, то для расчета обратных ускорений ограничиваются скоростью 0,8-0,9 максимальной скорости» [23].

В связи с ограничением объема пояснительной записки и быстроты проведения расчетов вычисления проводятся в программной среде Microsoft Excel, после которых осуществляется построение графиков в Компас-3D.

2.7 Время и пути разгона автомобиля

«Для теоретического определения времени разгона и пути разгона предложено несколько графоаналитических методов. Будем основываться на методе Н.А. Яковлева.

Расчетный интервал скоростей разбиваем на мелкие участки, для каждого из которых считаем:

$$j = j_{cp} = \frac{j_n + j_k}{2}, \quad (31)$$

где j_{cp} – среднее ускорение на участке ΔV ;

j_n, j_k – соответственно ускорение в начале и конце участка» [23].

«Время разгона на участке, используя график, находим с помощью выражения:

$$\Delta t = \frac{\Delta V}{j_{cp}} = \frac{V_k - V_n}{j_{cp}} \quad (32)$$

Время разгона до конечной скорости получаем сложением времени на отдельных участках:

$$t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_n \quad (33)$$

Путь за время при равноускоренном движении на каждом участке определяется по формуле:

$$\Delta S = \frac{V_n + V_k}{2} \cdot \Delta t = V_{cp} \cdot \Delta t \quad (34)$$

где V_{cp} – средняя скорость, км/ч» [23].

В связи с ограничением объема пояснительной записки и быстроты проведения расчетов вычисления проводятся в программной среде Microsoft Excel, после которых осуществляется построение графиков в Компас-3D.

2.8 Мощностной баланс автомобиля

«Уравнение мощностного баланса автомобиля может быть получено из уравнения тягового баланса с почленным умножением его на скорость автомобиля.

В общем случае уравнение мощностного баланса имеет вид:

$$N_T = N_f + N_n + N_e + N_u, \quad (35)$$

где N_T – мощность, подводимая к колесам;

N_f – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению;

N_n – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления подъема;

N_e – мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздушной среды;

N_u – мощность, затрачиваемая на разгон автомобиля» [23].

«Величина мощности, подводимой к колесам, равна:

$$N_T = N_e \cdot \eta_{mp}, \quad (36)$$

где N_e – текущее значение мощности в расчетной точке внешней скоростной характеристики двигателя» [23].

«Мощность, затрачиваемая на преодоление суммарного сопротивления дороги, рассчитывается по формуле:

$$N_d = G_a \cdot \psi \cdot V_a \cdot 10^{-3}, \quad (37)$$

Зависимость мощности от скорости автомобиля представляет собой луч, выходящий из начала координат» [23].

Мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздушной среды, определяется по выражению:

$$N_{\epsilon} = k_{\epsilon} \cdot F \cdot V_a^3 \cdot 10^{-3}. \quad (38)$$

Мощность, затрачиваемая на разгон автомобиля, может быть рассчитана, как замыкающий член мощностного баланса:

$$N_u = N_T - N_{\partial} - N_{\epsilon}. \quad (39)$$

В связи с ограничением объема пояснительной записки и быстроты проведения расчетов вычисления проводятся в программной среде Microsoft Excel, после которых осуществляется построение графиков в Компас-3D.

2.9 Топливная экономичность автомобиля

«Характеристика топливной экономичности представляет собой зависимость путевого расхода топлива в литрах на 100 км пробега автомобиля от скорости движения в заданных дорожных условиях. Эта характеристика строится только для высшей передачи переднего хода и для трех вариантов дорожных условий, характеризующихся значениями суммарного коэффициента сопротивления дороги.

Путевой расход топлива рассчитывается по формуле:

$$Q_s = \frac{g_{e_{\min}} \cdot k_{\omega} \cdot k_u \cdot (N_{\partial} + N_{\epsilon})}{36 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{mp}}. \quad (40)$$

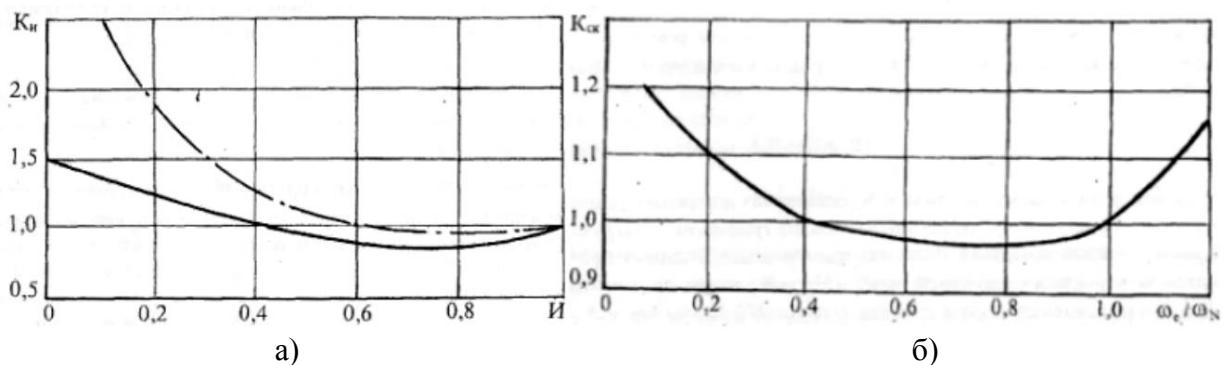
где $g_{e_{\min}}$ – минимальный удельный эффективный расход топлива двигателем, г/(кВт ч);

k_{ω} – коэффициент, учитывающий изменение удельного эффективного расхода топлива от скоростного режима двигателя;
 k_u – коэффициент, учитывающий изменение удельного эффективного расхода топлива от нагрузочного режима двигателя;
 ρ_T – плотность топлива, кг/дм³ (кг/л)» [23].

Относительная нагрузка определяется по формуле:

$$U = \frac{N_{\partial} + N_e}{N_e \cdot \eta_{mp}}. \quad (41)$$

Значения поправочных коэффициентов k_u и k_{ω} могут быть определены в соответствии с графиками (рисунок 3).



а – изменение коэффициента, учитывающего изменение удельного эффективного расхода топлива от нагрузочного режима двигателя; б – изменение коэффициента, учитывающего удельного эффективного расхода топлива от скоростного режима двигателя

Рисунок 3 – Графики зависимости значения коэффициентов для определения топливной экономичности автомобиля

Предельный для данной скорости значения расхода топлива в предположении, что двигатель работает по внешней скоростной характеристике определяется по формуле:

$$Q'_s = \frac{1,11 \cdot g_{e \min} \cdot k_{\omega} \cdot N_e}{36 \cdot V_a \cdot \rho_T}. \quad (42)$$

Для удобства все вычисления производились в программной среде Microsoft Excel, а уже после этого производилось построение графиков тягово-динамических характеристик в Компас-3D.

Выводы по разделу.

В ходе выполнения второго раздела выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- проведен тяговый расчет и построена тяговая характеристика;
- рассчитан динамический фактор и построена динамическая характеристика;
- рассчитано ускорение автомобиля на четырех передачах и построен график ускорений;
- определены время и путь разгона автомобиля, и построены соответствующие графики.

3 Конструкторская часть

Расчет стойки.

Амортизатор с пневматическим регулированием демпфирования. Для того чтобы поддерживать постоянной степень демпфирования и тем самым улучшить ходовые качества при изменении нагрузки от частичной до полной, в пневматической подвеске автомобилей с регулированием дорожного просвета, а также в четырехуровневой пневматической подвеске автомобиля на задней оси устанавливаются амортизаторы с бесступенчатой, изменяющейся в зависимости от нагрузки характеристикой.

«Расчет пневмоэлемента.

Для получения оптимальной характеристики подвески на колёсных машинах устанавливают пневматические и пневмогидравлические упругие элементы (пневморессоры). Расчёт пневморессор связан с определением нагрузочной характеристики – зависимости вертикальной силы от прогиба (хода поршня) – на основании первого закона термодинамики с использованием уравнения состояния идеального газа» [4].

«Как правило, характеристика пневматического и пневмогидравлического упругого элемента является нелинейной и зависит от термодинамических процессов расширения и сжатия газа. Поэтому необходимо рассматривать следующие нагрузочные характеристики, соответствующие, определенным термодинамическим процессам:

- изотермную – при статическом нагружении;
- адиабатную – при динамическом нагружении (переезд единичного препятствия);
- изобарную, используемую для анализа и расчета пневморессор с резинкордными оболочками;
- изохорную, как особый вид динамической характеристики при условии малых ходов подвески» [12].

В качестве упругого элемента задней подвески примем диафрагменный упругий элемент с направляющей.

Снаряжённая масса автомобиля, кг 1465;
– масса на переднюю ось, кг 660;
– масса на заднюю ось, кг 805;
Допустимая полная масса автомобиля, кг 1900;
– масса на переднюю ось, кг 850;
– масса на заднюю ось, кг 1040.

На упругий элемент при статической нагрузке приходится равная нагрузка. Поэтому предлагается использовать более нагруженные колеса:

$$G_{\kappa 2} = \rho_0 \cdot F_{\text{Э}}, \quad (43)$$

где $G_{\kappa 2}$ – нагрузка, приходящаяся на заднее колесо, согласно, ранее проведенным расчетом нагрузка составляет 5101,2 Н

ρ_0 – давление в пневматической камере, принимаем 0,7 мПа;

$F_{\text{Э}}$ – площадь пневматической камеры, м² [17].

Отсюда площадь пневматической камеры:

$$F_{\text{Э}} = \frac{G_{\kappa 2}}{\rho_0}, \quad (44)$$

$$F_{\text{Э}} = \frac{5101,2}{0,7 \cdot 10^6} = 0,0073 \text{ м}^2.$$

Диаметр пневмоэлемента определим из формулы:

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2). \quad (45)$$

Следовательно,

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi} + d^2}, \quad (46)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0073}{3,14} + 0,02^2} = 0,098 \text{ м}^2.$$

Примем внутренний диаметр камеры пневматического элемента 100 мм.

Ориентируясь на полученное значение диаметра и конструктивные решения подобных пневматических элементов получим упругий элемент.

Для построения характеристик упругого элемента вычерчиваем профиль оболочки для различных значений положительных и отрицательных деформаций упругого элемента (рисунок 4). Интервал деформации 10 мм. При этом считается, что ход на сжатие равен ходу на отбой и равен 145 мм.

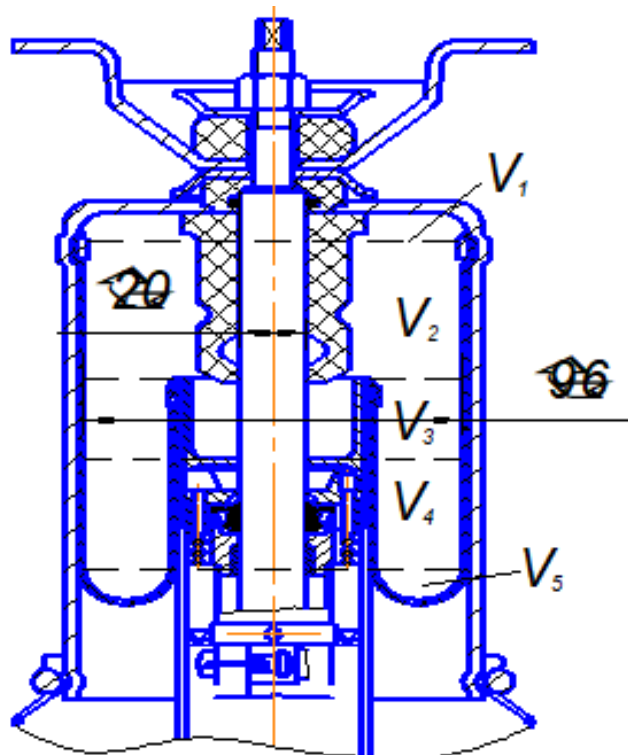


Рисунок 4 – Расчётная схема пневмоэлемента

Далее находим эффективный диаметр для каждого положения и вычитаем эффективную площадь:

$$F_1 = \pi \cdot \frac{D^2}{4} - \pi \cdot \frac{d^2}{4}, \quad (47)$$

$$F_1 = 3,14 \cdot \frac{0,085^2}{4} - 3,14 \cdot \frac{0,018^2}{4} = 0,567 \text{ м}^2.$$

Текущий объём элемента находим из соотношения:

$$V = V_0 - \int_0^{h_3} F_3 dh_3. \quad (48)$$

Определив определим объёмы в зависимости от перемещений, результаты занесем в таблицу 4.

Давление в пневматическом элементе для текущего значения прогиба находим из соотношения:

$$V = P_0 \cdot \frac{V_{n0}}{V_n}, \quad (49)$$

где n_0 – статистическая характеристика, принимается равной 1;

n – динамическая характеристика, принимается равной 1,3 [8].

Произведем расчет в электронном виде и занесем в таблицу 4.

Нагрузочную характеристику пневморессоры получим исходя из зависимости:

$$P = F_3 \cdot \left(\frac{P_0 \cdot V_0^n}{V^n} - P_g \right), \quad (50)$$

где P_g – атмосферное давление воздуха, принимаем равным 0,1 МПа.

Произведем расчет в электронном виде, а результаты вычислений занесем в таблицу 4.

Жёсткость упругого пневмоэлемента найдём из зависимости:

$$C = \frac{P_0 \cdot n \cdot V_0^n \cdot F^2}{V^{n+1}} + \left(\frac{P_0 \cdot V_0^n}{V^n} - P_e \right) \cdot \frac{dF_3}{dh}, \quad (51)$$

«Для построения этой характеристики используем абсолютный прогиб рессоры от положения разгрузочного элемента, то есть прогиб пневморессоры в крайнем нижем положении 40 мм, в статистическом положении 100 мм» [13].

Произведем расчет в электронном виде, а результаты вычислений занесем в таблицу 4.

Таблица 4 – Сводная таблица результатов расчёта

| S, мм | F ₃ , дм ² | Объем, л | P, МПа | | P, кН | | C, кН/м ² | |
|-------|----------------------------------|----------|--------|--------|--------|--------|----------------------|--------|
| | | | Стат. | Динам. | Стат. | Динам. | | |
| 70 | 0,567 | 0,21 | 5,902 | 10,052 | 196,92 | 572,38 | 347,8 | 1695,8 |
| 60 | 0,567 | 0,36 | 3,471 | 5,042 | 67,75 | 143,57 | 204,5 | 940,9 |
| 50 | 0,567 | 0,51 | 2,459 | 3,220 | 33,70 | 58,23 | 144,7 | 658,6 |
| 40 | 0,567 | 0,66 | 1,903 | 2,309 | 19,97 | 29,65 | 112,0 | 513,6 |
| 30 | 0,567 | 0,81 | 1,553 | 1,772 | 13,10 | 17,23 | 91,3 | 425,8 |
| 20 | 0,567 | 0,96 | 1,311 | 1,422 | 9,18 | 10,90 | 77,1 | 367,3 |
| 10 | 0,567 | 1,11 | 1,135 | 1,178 | 6,73 | 7,31 | 66,7 | 325,4 |
| 0 | 0,567 | 1,26 | 1 | 1 | 5,10 | 5,10 | 58,7 | 294,1 |
| -10 | 0,567 | 1,41 | 0,894 | 0,864 | 3,96 | 3,67 | 52,5 | 269,7 |
| -20 | 0,567 | 1,56 | 0,808 | 0,758 | 3,14 | 2,69 | 47,4 | 250,1 |
| -30 | 0,567 | 1,71 | 0,737 | 0,673 | 2,52 | 2,00 | 43,3 | 234,1 |
| -40 | 0,567 | 1,86 | 0,678 | 0,604 | 2,04 | 1,50 | 39,8 | 220,7 |
| -50 | 0,567 | 2,01 | 0,628 | 0,546 | 1,67 | 1,12 | 36,8 | 209,4 |
| -60 | 0,567 | 2,16 | 0,584 | 0,497 | 1,37 | 0,83 | 34,2 | 199,6 |
| -70 | 0,567 | 2,31 | 0,546 | 0,456 | 1,13 | 0,61 | 32,0 | 191,1 |

Расчёты приведены для атмосферного давления 0,1 МПа, полной массы автомобиля. По данным таблицы 4 строим характеристику пневматического упругого элемента (рисунок 5) и жесткости пневмоэлемента (рисунок 6).

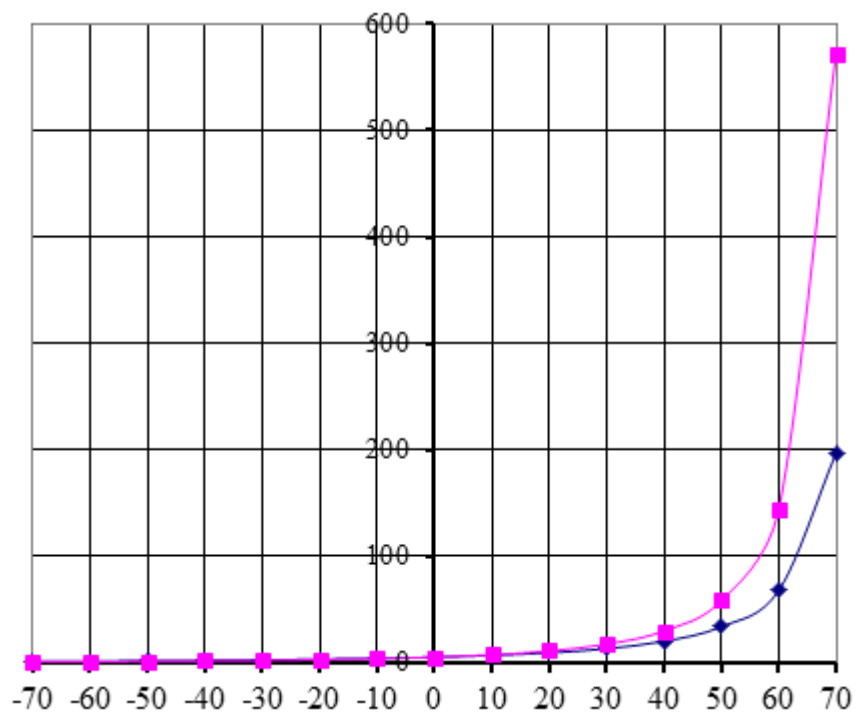


Рисунок 5 – Характеристика пневматического упругого элемента стойки

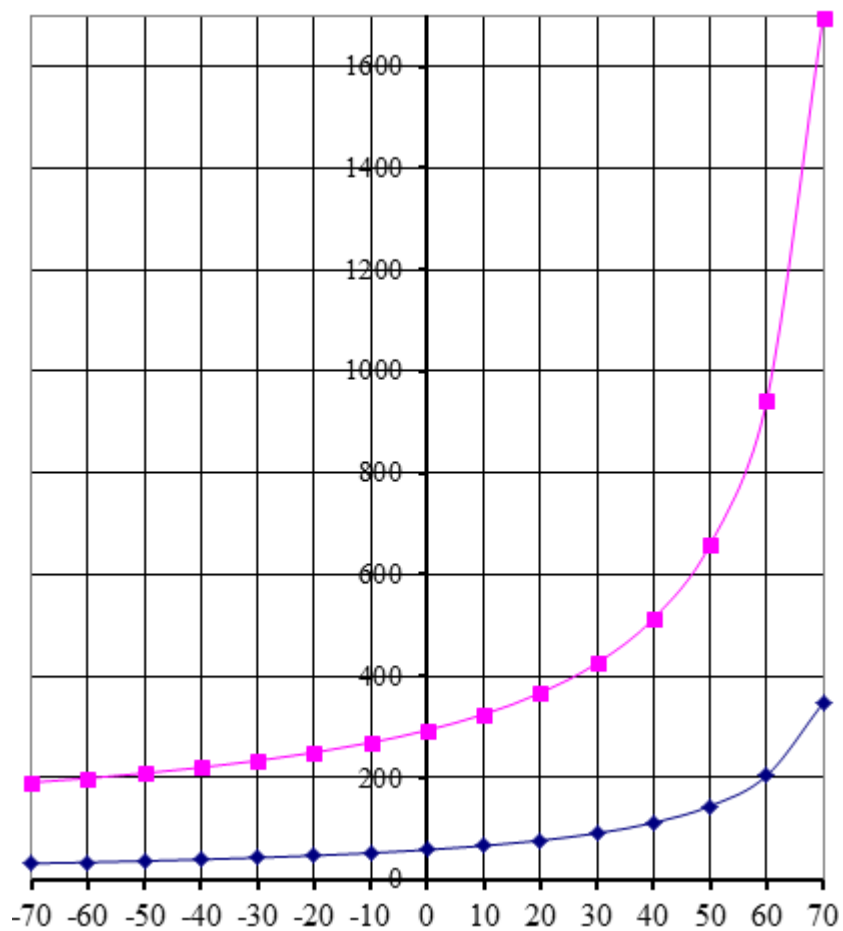


Рисунок 6 – Жесткость пневматического упругого элемента стойки

Расчет амортизаторов.

Расчет амортизатора и определение его основных размеров начинаем с расчета его максимальной силы сопротивления.

Определим коэффициент сопротивления амортизатора:

$$K_n = 2 \cdot \psi \cdot \sqrt{\frac{c_n \cdot T_{cm}}{g}}, \quad (52)$$

где ψ – степень затухания свободного элемента, равняется 0,15.

c_n – жесткость подвески, определяется по формуле (53).

T_{cm} – статическая нагрузка на колесо, 5101,2 Н

$$c_n = \frac{T_{cm}}{h_{cm}}, \quad (53)$$

где h_{cm} – статическое перемещение колеса, равняется 0,15 [2].

$$c_n = \frac{5101,2}{0,15} = 30000 \text{ Н / м},$$

$$K_n = 2 \cdot 0,15 \cdot \sqrt{\frac{30000 \cdot 4500}{9,8}} = 1113.$$

Коэффициент сопротивления амортизатора на прямом ходу.

$$K_{n.c.} = \frac{2K_n}{1 + \alpha}, \quad (54)$$

где α – коэффициент, принимаем 2,1, так как в таком случае обеспечивается хорошая устойчивость и управляемость автомобиля.

$$K_{n.c.} = \frac{2 \cdot 1113}{1 + 2,1} = 718.$$

Коэффициент сопротивления амортизатора при обратном ходе:

$$K_{n.o.} = \alpha \cdot K_{n.c.}, \quad (55)$$

$$K_{n.o.} = 2,1 \cdot 718 = 1508.$$

Построим характеристику амортизатора, которая имеет 4 характерных участка (два при закрытых клапанах и два при открытых) (рисунок 7).

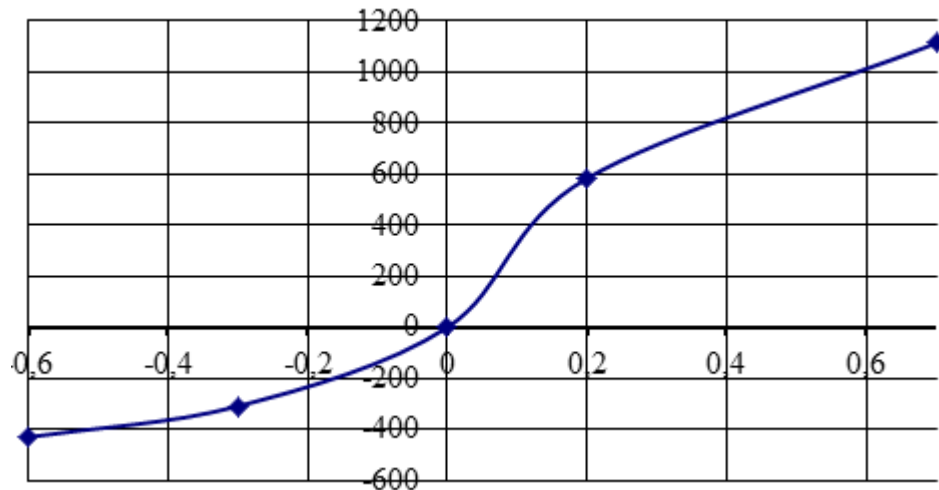


Рисунок 7 – Нагрузочная характеристика амортизатора

Сила сопротивления амортизатора при обратном ходе

$$P_{ac.} = K_{n.o.} \cdot V, \quad (56)$$

Для определения геометрических параметров амортизатора принимаем расчетную скорость поршня 0,5 м/с.

$$P_{ac.} = 1508 \cdot 0,5 = 754 \text{ Н.}$$

Площадь штока определяется по формуле:

$$F = \frac{P_{ac.}}{\rho}. \quad (57)$$

Для расчета площади штока принимаем давление жидкости равным 5 мПа

$$F = \frac{754}{5 \cdot 10^6} = 1,51 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Диаметр штока определяется по формуле:

$$d_u = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}, \quad (58)$$
$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,508 \cdot 10^{-4}}{3,14}} = 0,0139 \text{ м}.$$

Принимаем диаметр штока равным 0,016 м или 16 мм

Диаметр поршня определяется по формуле:

$$d_n = 2,2 \cdot d_u, \quad (59)$$
$$d_n = 2,2 \cdot 16 = 44 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр поршня 44 мм.

Площадь проходного сечения для рабочей жидкости:

$$f_c = \frac{F_u^2}{K_{nc} \cdot \mu_o} \cdot \sqrt{\frac{v \cdot P_c}{2 \cdot g}}, \quad (60)$$

$$f_c = \frac{F_c}{K_{no} \cdot \mu_o} \cdot \sqrt{\frac{\nu \cdot P_o}{2g}}, \quad (61)$$

где μ_o – коэффициент расхода рабочей жидкости, принимаем 0,7;

ν – плотность жидкости, принимаем 8000 Н/м³;

P_c и P_o – давление в полостях амортизатора, определяется по формулам (13, 14)

$$P_c = \frac{K_{nc} \cdot V}{F_u} = \frac{718 \cdot 0,5}{1,058 \cdot 10^{-4}} = 3,39 \cdot 10^6 \text{ Па}, \quad (62)$$

$$P_o = \frac{K_{no} \cdot V}{F_n} = \frac{1508 \cdot 0,5}{1,058 \cdot 10^{-4}} = 7,1 \cdot 10^6 \text{ мПа}, \quad (63)$$

$$F_c = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,038^2}{4} = 1,13 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2, \quad (64)$$

Подставляем значения в формулы (60, 61) и получаем:

$$f_c = \frac{(1,058 \cdot 10^{-4})^2}{718 \cdot 0,7} \cdot \sqrt{\frac{8000 \cdot 3,39 \cdot 10^6}{2 \cdot 9,8}} = 8,2 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2.$$

$$f_c = \frac{(1,13 \cdot 10^{-3})^2}{1508 \cdot 0,7} \cdot \sqrt{\frac{8000 \cdot 7,1 \cdot 10^6}{2 \cdot 9,8}} = 6,51 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2.$$

Из конструктивных соображений примем, что перепускных отверстий в ходе отбоя при сжатии 4:

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \cdot f_c'}{\pi}}, \quad (65)$$

$$f_c' = \frac{f_c}{2}. \quad (66)$$

$$f'_c = \frac{8,2 \cdot 10^{-7}}{2} = 4,1 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2.$$

Подставляем значения и получаем:

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \cdot f'_c}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,1 \cdot 10^{-7}}{3,14}} = 7,22 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 0,72 \text{ мм}. \quad (67)$$

Принимаем диаметр перепускного клапана равным 0,8 мм.

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot f_c}{\pi}}, \quad (68)$$

$$f_c = \frac{f_o}{7}, \quad (69)$$

$$f_c = \frac{8,2 \cdot 10^{-7}}{7} = 11,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2,$$

$$d_o = \sqrt{\frac{4 \cdot 11,7 \cdot 10^{-6}}{3,14}} = 3,85 \cdot 10^{-3} \text{ мм} = 3,8 \text{ мм}.$$

Принимаем 4,0 мм.

«Центр крена.

Увеличение угла стреловидности, а на виде сверху приводит к повышению центра крена, который, однако, снова может быть опущен за счет угла β . Малая длина рычага допускает лишь ограниченные ходы подвески, но приводит к повышению центра крена. Длинный же рычаг позволил бы отодвинуть полюс P от колеса, в результате чего опустится точка W и уменьшится изменение колеи. Осуществляя согласование с передней подвеской, с помощью косых рычагов можно получить почти любую высоту центра крена. Имеющиеся податливости при этом не учитывались» [15].

Изменение колеи.

«Кривизна кривой изменения колеи определяется длиной отрезка NP_2 , а для отклонения от вертикали касательной к этой кривой в нулевой точке решающим является угол ν . Длина отрезка NP_2 зависит, в первую очередь, от величины угла стреловидности ν и, а угол ν - как от α , так и от β . Для упрощения при определении мгновенного значения указанного изменения можно использовать отношение высоты h_w центра крена к половине колеи.

Эта высота h_w при ходе сжатия уменьшается, а при ходе отбоя увеличивается; вместе с ней изменяется и угол ν . Поэтому можно рассматривать лишь небольшие хода и рассчитывать для них мгновенную величину изменения» [6].

Центр продольного крена.

«Уменьшение угла α , точно так же, как увеличение угла β влияет на противодействие продольному крену при торможении. Оба эти изменения обуславливают более благоприятное положение центра продольного крена O , а значит, и более сильное подтягивание вниз задней части кузова при торможении. Определяющий степень указанного противодействия опорный угол ε увеличивается, а если точка O находится выше оси колес, то дополнительно возникает опорный угол при разгоне χ , который определяет одновременно величину продольного смещения колеса при ходе подвески. Однако в отличие от угла ε , угол χ изменяется значительно сильнее; если задняя часть кузова опускается при разгоне (или при загрузке), то точка « O » перемещается ниже оси колес, и вместо противодействия (опоры) возникает дополнительное подтягивание кузова вниз» [15].

Изменение развала.

«Чем больше значения угла стреловидности α , тем меньше расстояние до полюса, определяющее изменение развала, и тем больше изменение развала при ходах подвески. Угол ската β практически не оказывает влияния на длину q , тогда $\sin \Delta\gamma = s_{1,2} / q$.

К величине $\Delta\gamma$ нужно прибавить значение развала γ_0 для автомобиля без нагрузки или в рассматриваемом конструктивном положении. При определенном ходе сжатия фактический развал $\gamma_1 = \gamma_0 + \Delta\gamma$.

Слишком большое изменение развала при ходе сжатия подвески вместе с установленным отрицательным развалом при малой нагрузке может привести к неблагоприятному положению колес при полной нагрузке автомобиля.

В зависимости от хода подвески устанавливаются углы γ от -3° до $-4^\circ 30''$, при которых должны работать шины, да еще с полной нагрузкой. Высокие скорости движения, летние температуры и, возможно, пониженное давление легко могут привести к износу протектора, грозящему аварией. Вероятно, в связи с этим последние модели легковых автомобилей имеют значение $\Delta\gamma$ не более $3^\circ 30''$ при ходе сжатия 100 мм, а развал без нагрузки составляет около $-30''$ [10].

Изменение схождения.

«При наличии только угла стреловидности α колесо как при ходе сжатия, так и при ходе отбоя немного поворачивается в направлении положительного схождения. Если к этому добавляется еще положительный угол ската $+\beta$, то кривая поворачивается против часовой стрелки, тогда при ходе сжатия колесо поворачивается в направлении отрицательного схождения, а при ходе отбоя усиливается положительное схождение. Такая подвеска на повороте способствовала бы избыточной поворачиваемости автомобиля под действием крена и при быстрой смене полосы движения осуществляла бы нежелательное «подруливание». И наоборот, отрицательный угол $-\beta$ способствовал бы недостаточной поворачиваемости.

Все полученные кривые имеют кривизну, приблизительно соответствующую дуге радиуса ρ . Эта величина благоприятным образом возрастает при увеличении длины рычага и возможном уменьшении угла стреловидности α . Приблизительно указанный радиус может быть рассчитан

по формуле $\rho \approx r^2 / \sin 2\alpha$. Наименьшее изменение испытывает схождение при нейтральном положении рычага; в этом случае касательная к кривой - если пренебречь всеми податливостями будет проходить вертикально. Если конструктивно предусмотрен угол ската β , то по углу развала (например $\gamma = -40'$ и $\beta = +40'$) определяется ход подвески при котором $\beta + \gamma = 0$ » [1].

Влияние регулирования уровня.

«Преимущество любой системы регулирования уровня состоит в постоянстве положения (независимо от нагрузки) как кузова, так и фар относительно дороги. Недостатками же могут быть повышение центра масс за счет посадки пассажиров и не изменяющаяся при нагрузке кинематика. При ходе сжатия увеличивается колея, то есть без регулирования уровня опорная база под нагрузкой была бы шире. Кроме того, задние колеса уже не наклоняются в сторону отрицательного развала, шины могут передавать лишь меньшие боковые силы и усиленной тенденции к избыточной поворачиваемости, вероятно не удастся предотвратить» [18].

Углы стреловидности и ската

«Высота центра крена и угловые величины. Задавшись тремя значениями высоты центра крена, можно определить углы α и β , при которых (без учета податливостей) получаются благоприятные изменения развала, схождения и колеи» [28].

Результаты для заднего привода следующие:

| | | |
|----------------|-------------------------|------------------------|
| $h_w = 50$ мм | $\alpha = 4^\circ 15'$ | $\beta = -1^\circ 30'$ |
| $h_w = 100$ мм | $\alpha = 11^\circ 15'$ | $\beta = -1^\circ$ |
| $h_w = 150$ мм | $\alpha = 18^\circ 20'$ | $\beta = -25'$ |

Расчёт стабилизатора поперечной устойчивости

Применение на автомобиле независимых передней и задней подвесок приводит к необходимости применения двух стабилизаторов поперечной устойчивости.

Полный угол крена автомобиля в поперечной плоскости:

$$\theta = \frac{M_k}{C_{y1} + C_{y2}}, \quad (70)$$

где M_k – момент, создающий крен кузова автомобиля;

C_{y1} , C_{y2} – суммарные угловые жёсткости передней и задней подвесок [3].

$$M_k = P_{\sigma} \cdot h_{кр}, \quad (71)$$

где P_{σ} – боковая сила, равная 40% полного веса автомобиля, равняется 6300 Н;

$h_{кр}$ – плечо крена автомобиля, принимаем 0,5 м (рисунок 8).

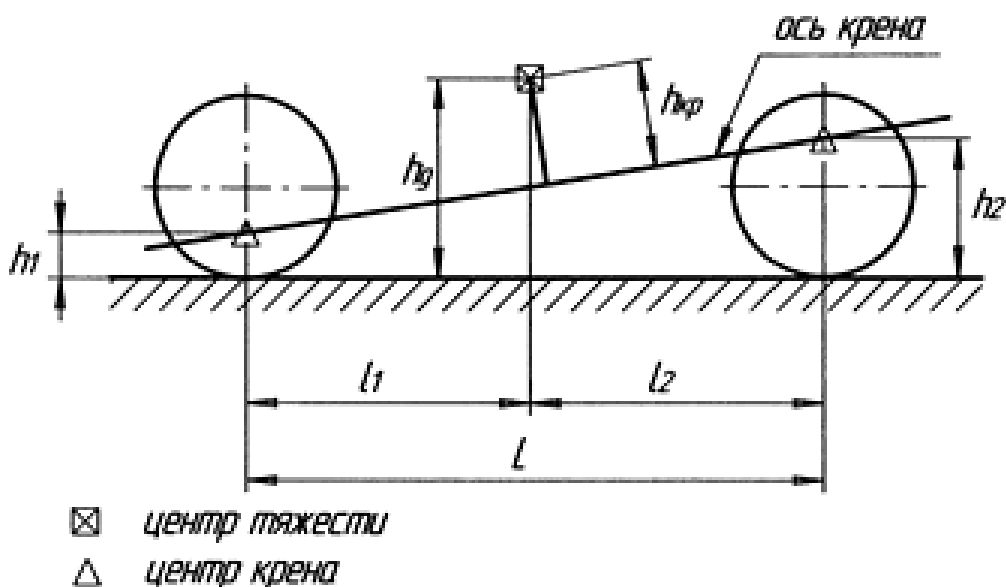


Рисунок 8 – Поперечная стабилизация кузова

$$M_k = 6300 \cdot 0,5 = 3150 \text{ Н} \cdot \text{м} = 3,15 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Суммарные угловые жёсткости подвесок по формулам:

$$C_{y1} = \frac{C'_{y1} \cdot C_{x1}}{C'_{y1} + C_{x1}}, \quad (72)$$

$$C_{y2} = \frac{C'_{y2} \cdot C_{x2}}{C'_{y2} + C_{x2}}, \quad (73)$$

где C'_{y1} , C'_{y2} – угловые жёсткости передней и задней подвесок;

C_{x1} , C_{x2} – приведенные угловые жёсткости передних и задних шин.

$$C'_{y1} = \frac{C_{n1} \cdot B_1^2}{2 - \frac{h_1 \cdot B_1}{h_\delta \cdot l_1}}, \quad (74)$$

$$C'_{y2} = \frac{C_{n2} \cdot B_2^2}{2 - \frac{h_2 \cdot B_2}{h_\delta \cdot l_2}}, \quad (75)$$

где C_{n1} , C_{n2} – вертикальные жёсткости передней и задней подвесок, причём $C_{n1} \approx 1,2 \cdot C_{n2}$ (для регулируемой задней подвески), принимаем равным 50 и 41,7 кН/м;

B_1 , B_2 – колея соответственно передних и задних колёс, принимаем равным 1,45 и 1,44 м;

h_δ – высота центра опрокидывания автомобиля, принимаем 0,7 м;

h_1 , l_1 , h_2 , l_2 – размерные параметры проектируемого автомобиля, определённые по чертежам с помощью Компас-3Д (рисунки 9 и 10), принимаем 0,2 м, 1,27 м, 0,04 м, 1,98 м [3].

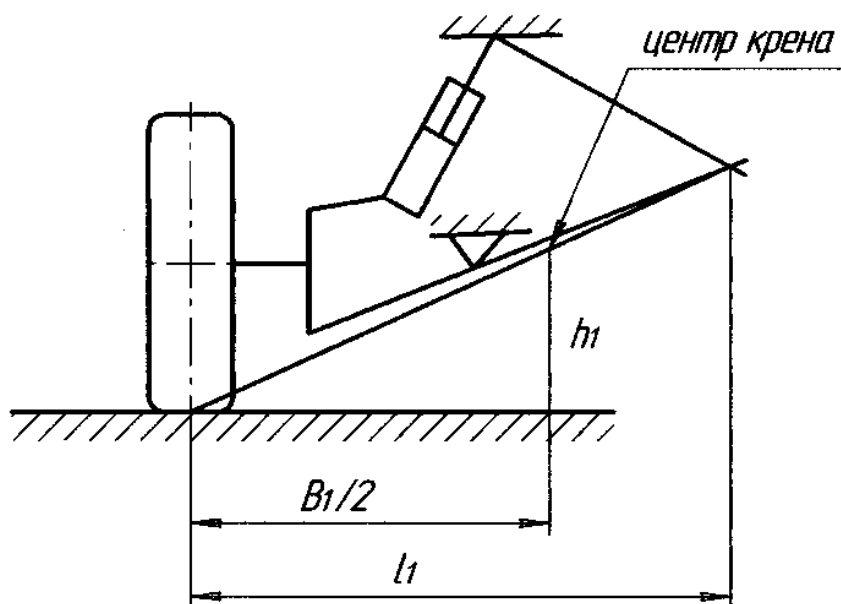


Рисунок 9 – Определение центра крена подвески типа McPherson

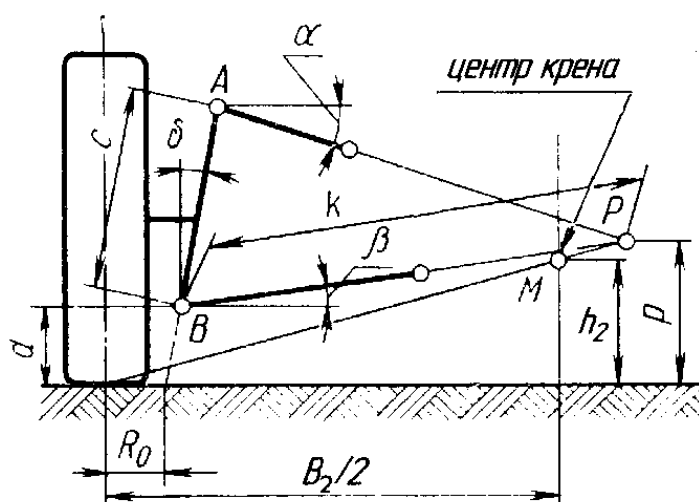


Рисунок 10 – Определение центра крена независимой многорычажной подвески

Расчет переднего стабилизатора.

Жесткости определяется по формуле:

$$C_{x1} = \frac{C_{u1} \cdot B_1^2}{2}, \quad (76)$$

$$C_{x2} = \frac{C_{u2} \cdot B_2^2}{2}, \quad (77)$$

где C_{u1} , C_{u2} – вертикальная жёсткость шин 180 кН/м [3].

Подставив значения в формулы (74-77) и получим

$$C'_{y1} = \frac{50 \cdot 1,44^2}{2 - \frac{0,2 \cdot 1,37}{0,6 \cdot 1,27}} = 57,2 \text{ кН} \cdot \text{м/рад},$$

$$C'_{y2} = \frac{41,7 \cdot 1,45^2}{2 - \frac{0,04 \cdot 1,4}{0,5 \cdot 1,98}} = 53,5 \text{ кН} \cdot \text{м/рад},$$

$$C_{x1} = \frac{180 \cdot 1,44^2}{2} = 168,9 \text{ кН} \cdot \text{м/рад},$$

$$C_{x2} = \frac{180 \cdot 1,45^2}{2} = 176,4 \text{ кН} \cdot \text{м/рад}.$$

Тогда суммарные угловые жёсткости передней и задней подвесок, определяемые по формулам (72, 73) составят:

$$C_{y1} = \frac{57,2 \cdot 168,9}{57,2 + 168,9} = 42,75 \text{ кН} \cdot \text{м/рад},$$

$$C_{y2} = \frac{53,5 \cdot 176,4}{53,5 + 176,4} = 41,2 \text{ кН} \cdot \text{м/рад}.$$

Полный угол крена кузова автомобиля в поперечной плоскости составит:

$$\theta = \frac{3,0}{42,75 + 41,12} = 0,043 \text{ рад}.$$

Допустимый угол крена в поперечной плоскости для автомобиля для перевозки грузов принимается $[\theta]$ равен 2° или $0,035$ рад [17, стр. 322]. Так как θ больше $[\theta]$, то необходимо применение стабилизатора поперечной устойчивости.

Приведённая жёсткость стабилизатора для проектируемого автомобиля:

$$C_c = \frac{0,4 \cdot G_a \cdot h_d}{[\theta]} - C_{y1} - C_{y2}, \quad (78)$$

$$C_c = \frac{0,4 \cdot 16 \cdot 0,7}{0,035} - 42,7 - 41,1 = 25,9 \text{ кН} \cdot \text{м/рад.}$$

Тогда необходимая приведённая жёсткость для переднего стабилизатора составит 13 кН· м/рад.

Действительная жёсткость стабилизатора определяется по формуле:

$$C_{m2} = \frac{C_{c2}}{(df_c / d\theta)^2}, \quad (79)$$

$$\frac{df_c}{d\theta} = \frac{B_2 \cdot n}{2 \cdot m}, \quad (80)$$

где m – длина верхнего рычага, принимаем равным 390 мм;

n – расстояние от места крепления верхнего рычага к подрамнику до места соединения стабилизатора с рычагом, принимаем равным 260 мм [3].

Действительная жёсткость стабилизатора по формулам:

$$\frac{df}{d\theta} = \frac{1,45 \cdot 0,260}{2 \cdot 0,390} = 0,483 \text{ м,}$$

$$C_{m2} = \frac{13}{0,483^2} = 55,7 \text{ кН/м} = 0,0557 \text{ МН/м.}$$

Диаметр прутка переднего стабилизатора

$$d = \sqrt{\frac{l^2 \cdot l_m}{G_m} + \frac{l_K^3}{0,75 \cdot E} + \frac{l_0 \cdot l_2}{1,5 \cdot E} C_{CT}}, \quad (81)$$

где E – модуль упругости материала 1-го рода, в качестве материала для стабилизатора выбирается рессорно-пружинная сталь 50 ХФА ГОСТ 4543-71, равен $2,2 \cdot 10^5$ МПа;

G_m – модуль упругости материала прутка 2-го рода, $7,4 \cdot 10^4$ МПа.

Тогда

$$d = \sqrt{\frac{0,18^2 \cdot 1,005}{2,2 \cdot 10^5} + \frac{0,180^3}{0,75 \cdot 7,4 \cdot 10^4} + \frac{0,775 \cdot 0,115}{1,5 \cdot 7,4 \cdot 10^4} \cdot 55700} = 0,021 \text{ м.}$$

Принят диаметр прутка штанги заднего стабилизатора поперечной устойчивости 22 мм.

На основании полученных данных получаем штангу стабилизатора (рисунок 11).

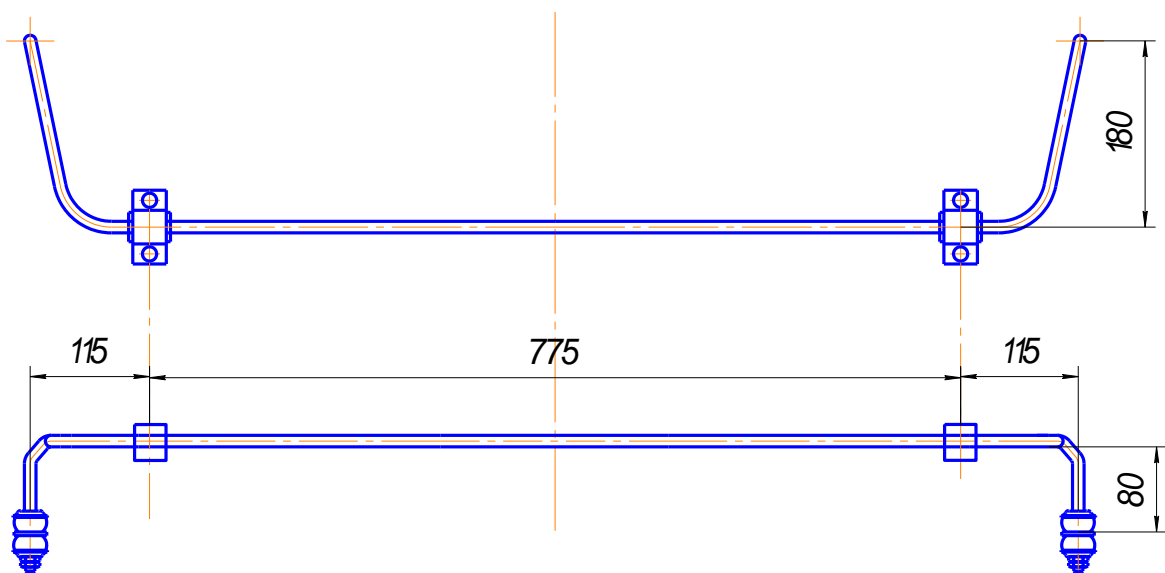


Рисунок 11 – Размеры штанги стабилизатора поперечной устойчивости передней подвески

Спецификация на модернизированную подвеску автомобиля Шевроле-Нива представлена в Приложении А (рисунок А.1, А.2, А.3, А.4).

Выводы по разделу.

В разделе «Конструкторская часть» проведен расчет основных элементов подвески, для проведения модернизации подвески путем установки пневматических элементов для обеспечения комфортного движения автомобиля в городском режиме.

Также в работе осуществлен подбор необходимых для модернизации подвески элементов, в графической части работы на формате А1 представлен общий вид автомобиля.

4 Технологический раздел

4.1 Обоснование выбора технологического процесса

Процесс сборки является одним из заключительных этапов изготовления машины.

«Организационная форма сборки машин определяется типом и условиями производства. При этом решающими факторами являются годовой объем выпуска изделий, трудоемкость сборочных работ и экономическая эффективность» [7].

Для сборки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива предлагается мелкосерийная сборка, так как данный вид модернизации не будет иметь большого количества заказов, а, следовательно, не требуется постановка изготовления на «поток».

В мелкосерийном производстве используют форму стационарной непоточной сборки с дифференциацией процесса на узловую и общую сборку. Процесс выполняется бригадами рабочих со специализацией по видам сборочных работ. Областью экономичного использования данного вида сборки является мелкосерийное производство средних по размеру и крупных машин [5].

Определяем такт выпуска:

$$T_d = \frac{F_d \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (82)$$

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

m – количество смен, принимается равным 1;

N – годовой объем выпуска, принимается равным 300 шт [16].

$$T_{д} = \frac{2070 \cdot 60 \cdot 1}{300} = 414 \text{ мин.}$$

Следующим этапом является составление технологической схемы сборки, в которой отражена последовательность соединения составных элементов конструкции (детали, сборочные единицы).

Технологическая схема сборки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива представлена в графической части ВКР.

На основании технологической схемы сборки, составляем перечень сборочных работ узловой и общей сборки.

Перечень выполняем в виде таблицы (таблица 5), содержащей наименование сборочных работ и данные о нормировании всех необходимых видов работ.

Таблица 5 – Перечень сборочных работ

| Содержание основных и вспомогательных переходов | Время операции, мин |
|---|---------------------|
| Установить автомобиль на пост | 0,8 |
| Зафиксировать колеса автомобиля от перемещения | 0,6 |
| Взять приспособление для стяжки пружин | 0,2 |
| Установить приспособление для стяжки пружин на левую и правую сторону | 3 |
| Открутить не до конца гайки заднего левого колеса | 1,2 |
| Открутить не до конца гайки заднего правого колеса | 1,2 |
| Выполнить подъем автомобиля на ножничном подъемнике | 1 |
| Открутить до конца гайки заднего левого колеса | 0,8 |
| Снять заднее левое колесо | 0,6 |
| Открутить до конца гайки заднего правого колеса | 0,8 |
| Снять заднее правое колесо | 0,6 |
| Сжать пружины при помощи приспособления для стяжки пружин | 1,5 |
| Снять пружины | 1,8 |
| Осмотреть отбойник | 0,3 |
| Выполнить демонтаж отбойника | 10 |
| Взять новый отбойник | 0,2 |
| Осмотреть новый отбойник | 0,3 |
| Установить новый отбойник | 12 |
| Взять пневмобаллон | 0,2 |
| Осмотреть пневмобаллон | 0,3 |
| Установить пневмобаллон во внутрь пружины | 0,9 |
| Установить подсобранный пневмобаллон во внутрь пружины | 0,8 |
| Проверить симметричность установки стакана отбойника и пружины | 0,5 |

Продолжение таблицы 5

| Содержание основных и вспомогательных переходов | Время операции, мин |
|--|---------------------|
| Взять прокладки | 0,2 |
| Установить прокладку под чашку отбойника | 0,4 |
| Убрать приспособление для стяжки пружин | 0,6 |
| Взять левое колесо | 0,3 |
| Установить левое заднее колесо | 0,8 |
| Взять гайки крепления колеса | 0,2 |
| Наживить гайки крепления левого заднего колеса | 0,9 |
| Взять новый отбойник | 0,2 |
| Осмотреть новый отбойник | 0,3 |
| Установить новый отбойник | 12 |
| Взять пневмобаллон | 0,2 |
| Осмотреть пневмобаллон | 0,3 |
| Установить пневмобаллон во внутрь пружины | 0,9 |
| Установить подсобранный пневмобаллон во внутрь пружины | 0,8 |
| Проверить симметричность установки стакана отбойника и пружины | 0,5 |
| Взять прокладки | 0,2 |
| Установить прокладку под чашку отбойника | 0,4 |
| Убрать приспособление для стяжки пружин | 0,6 |
| Взять правое колесо | 0,3 |
| Установить правое заднее колесо | 0,8 |
| Взять гайки крепления колеса | 0,2 |
| Наживить гайки крепления правого заднего колеса | 0,9 |
| Опустить подъемник | 0,4 |
| Закрутить гайки задних колес до конца | 3 |
| Выполнить проверку установленных пневмобаллонов | 10 |
| Выполнить дорожные испытания подвески | 200 |
| Итого: | 275 |

4.2 Определение трудоемкости сборки

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

$$t_{on}^{общ} = \sum t_{on1} + t_{on2} + \dots + t_{on_n}, \quad (83)$$

Определяем суммарную трудоемкость сборки изделия по формуле:

$$t_{sum}^{общ} = t_{on}^{общ} + t_{on}^{общ} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta}{100} \right), \quad (84)$$

где α – часть оперативного времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места в процентах, которая принимается в диапазоне от 2 до 3%, принимаем 3%;

β – часть оперативного времени для перерыва и отдыха в процентах, которая принимается в диапазоне от 4 до 6%, принимаем 5%» [21].

$$t_{\text{ит}}^{\text{общ}} = 275 + 275 \cdot \left(\frac{3+5}{100} \right) = 297 \text{ мин.}$$

4.3 Составление технологического процесса сборки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива

Последовательность технологических операций с указанием приспособлений и затрачиваемого на выполнение операций времени заносим в таблицу 6.

Таблица 6 – Технологический процесс сборки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива

| № операции | Операция | № позиции | Содержание операций, переходов | Приспособление, оборудование, инструмент | Время мин. |
|------------|-----------|-----------|---|---|------------|
| 005 | Сборочная | 1 | Установить автомобиль на пост | Ножничный подъемник, противооткатный башмак, приспособление для стяжки пружин, пневмогайковерт, молоток, углошлифовальная машина [5]. | 65 |
| | | 2 | Зафиксировать колеса автомобиля от перемещения | | |
| | | 3 | Взять приспособление для стяжки пружин | | |
| | | 4 | Установить приспособление для стяжки пружин на левую и правую сторону | | |
| | | 5 | Открутить не до конца гайки заднего левого колеса | | |

Продолжение таблицы 6

| № операции | Операция | № позиции | Содержание операций, переходов | Приспособление, оборудование, инструмент | Время, мин. |
|------------|----------|-----------|--|--|-------------|
| | | 6 | Открутить не до конца гайки заднего правого колеса | | |
| | | 7 | Выполнить подъем автомобиля на ножничном подъемнике | | |
| | | 8 | Открутить до конца гайки заднего левого колеса | | |
| | | 9 | Снять заднее левое колесо | | |
| | | 10 | Открутить до конца гайки заднего правого колеса | | |
| | | 11 | Снять заднее правое колесо | | |
| | | 12 | Сжать пружины при помощи приспособления для стяжки пружин | | |
| | | 13 | Снять пружины | | |
| | | 14 | Осмотреть отбойник | | |
| | | 15 | Выполнить демонтаж отбойника | | |
| | | 16 | Взять новый отбойник | | |
| | | 17 | Осмотреть новый отбойник | | |
| | | 18 | Установить новый отбойник | | |
| | | 19 | Взять пневмобаллон | | |
| | | 20 | Осмотреть пневмобаллон | | |
| | | 21 | Установить пневмобаллон во внутрь пружины | | |
| | | 22 | Установить подсобранный пневмобаллон во внутрь пружины | | |
| | | 23 | Проверить симметричность установки стакана отбойника и пружины | | |
| | | 24 | Взять прокладки | | |

Продолжение таблицы 6

| № операции | Операция | № позиции | Содержание операций, переходов | Приспособление, оборудование, инструмент | Время, мин. |
|------------|----------|-----------|--|--|-------------|
| | | 25 | Установить прокладку под чашку отбойника | | |
| | | 26 | Убрать приспособление для стяжки пружин | | |
| | | 27 | Взять левое колесо | | |
| | | 28 | Установить левое заднее колесо | | |
| | | 29 | Взять гайки крепления колеса | | |
| | | 30 | Наживить гайки крепления левого заднего колеса | | |
| | | 31 | Взять новый отбойник | | |
| | | 32 | Осмотреть новый отбойник | | |
| | | 33 | Установить новый отбойник | | |
| | | 34 | Взять пневмобаллон | | |
| | | 35 | Осмотреть пневмобаллон | | |
| | | 36 | Установить пневмобаллон во внутрь пружины | | |
| | | 37 | Установить подсобранный пневмобаллон во внутрь пружины | | |
| | | 38 | Проверить симметричность установки стакана отбойника и пружины | | |
| | | 39 | Взять прокладки | | |
| | | 40 | Установить прокладку под чашку отбойника | | |
| | | 41 | Убрать приспособление для стяжки пружин | | |
| | | 42 | Взять правое колесо | | |
| | | 43 | Установить правое заднее колесо | | |
| | | 44 | Взять гайки крепления колеса | | |
| | | 45 | Наживить гайки крепления правого заднего колеса | | |

Продолжение таблицы 6

| № операции | Операция | № позиции | Содержание операций, переходов | Приспособление, оборудование, инструмент | Время, мин. |
|------------|----------------|-----------|---|--|-------------|
| | | 46 | Опустить подъемник | | |
| | | 47 | Закрутить гайки задних колес до конца | | |
| 010 | Регулировочная | 1 | Выполнить проверку установленных пневмобаллонов | – | 210 |
| | | 2 | Выполнить дорожные испытания подвески | | |

Выводы по разделу.

В разделе «Технологический раздел» выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технологического процесса установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива

Для описания конструктивно-технологической и организационно-технической характеристики технологического процесса установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива составлен технологический паспорт, представленный в таблице 7.

Таблица 7 – Технологический паспорт технологического процесса установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива

| Технологический процесс | Технологическая операция, вид выполняемых работ | Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию | Оборудование, техническое устройство, приспособление | Материалы, вещества |
|--|--|--|---|---|
| Установка модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива | 1 Установка автомобиля Шевроле-Нива на пост. 2 Подъем автомобиля на подъемнике. 3 Демонтаж пружин (буферы хода сжатия подвески). 4 Установка пневмоподвески 5 Опускание автомобиля с подъемника. 6 Снятие автомобиля Шевроле-Нива с поста | Слесарь по ремонту автомобилей 5 разряда | Ножничный подъемник, приспособление для сжатия пружины, сварочный аппарат, углошлифовальная машина, набор гаечных ключей, головок | Перчатки, отрезные круги, сварочные электроды |

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков является частью процесса, используемого для оценки того, может ли какая-либо конкретная ситуация, предмет, вещь и так далее причинить вред. Для описания всего процесса часто используется термин «оценка риска», который включает в себя следующие этапы:

- выявление опасностей и факторов риска, которые могут причинить вред (идентификация опасностей);
- анализ и оценка риска, связанного с этой опасностью;
- определение подходящих способов устранения опасности или управления риском, когда опасность не может быть устранена (управление риском).

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при технологическом процессе установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Идентификация профессиональных рисков

| Выполняемая работа | ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» | Источник возникновения ОиВПФ |
|---|--|---|
| 1 Установка автомобиля Шевроле-Нива на пост. 2 Подъем автомобиля на подъемнике. 3 Демонтаж пружин (буферы хода сжатия подвески). 4 Установка пневмоподвески. | «Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях автомобиля и его деталей и агрегатов | Поверхности автомобиля, детали и агрегаты» [9]. |
| 5 Опускание автомобиля с подъемника 6 Снятие автомобиля Шевроле-Нива с поста | Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования | Технологическое оборудование, применяемое в зоне текущего ремонта |

Продолжение таблицы 8

| Выполняемая работа | ОиВПФ в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» | Источник возникновения ОиВПФ |
|--------------------|--|---|
| | Повышенный уровень шума | Технологическое оборудование, применяемое в зоне текущего ремонта |
| | Запыленность и загазованность воздуха | Поднимающаяся пыль от инструмента, ног, транспорта |
| | Динамические нагрузки. Статические, связанные с рабочей позой | Однообразно повторяющиеся технологические операции |
| | Напряжение зрительных анализаторов | |
| | Монотонность труда, вызывающая монотонию | |

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«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).

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации ОиВПФ производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации

федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников» [9].

«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» [9].
- 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 пожарной безопасности в рамках действующего законодательства (нормативно-правовых актов) Российской Федерации» [14].

В целях частичного снижения или полного устранения обнаруженных ОВПФ выбираем организационно-технические методы и средства с учетом действующих на данный момент времени требований нормативных документов.

Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

| ОиВПФ | Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ | Средства индивидуальной защиты |
|---|---|--|
| «Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования» | Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии | Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)» [27]. |
| «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)» [23]. |
| «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 предварительных и периодических медосмотров | Защитные противозумные наушники, беруши противозумные» [27]. |
| «Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой» | Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров | |

Продолжение таблицы 9

| ОиВПФ | Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ | Средства индивидуальной защиты |
|---|--|--------------------------------|
| | <p>согласно ст. 212 ТК РФ;</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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» [26]. | – |
| «Монотонность труда, вызывающая монотонию | <ul style="list-style-type: none"> – объединение малосодержательных операций в более сложные и разнообразные: 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» [9]; – «внедрение научно обоснованных режимов труда и отдыха для предотвращения возникновения у работающих на монотонных работах отрицательных психологических состояний (психологического пресыщения, скуки, сонливости, апатии) в структуру режима труда и | – |

Продолжение таблицы 9

| ОиВПФ | Организационно-технические методы и технические средства (способы, технические устройства) защиты, частичного снижения или полного устранения ОиВПФ | Средства индивидуальной защиты |
|-------|---|--------------------------------|
| | <p>отдыха включают функциональную музыку, которая стимулирует двигательную активность и вызывает у работников приятные эмоции; 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;</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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; – установление оптимальной длительности ежесуточного пассивного отдыха (сна без перерывов) не менее 7 час (при отсутствии экстренной необходимости его прерывания); – чередование пассивного отдыха с активным» [9]. | |

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Проводим идентификацию источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара (таблица 10).

Таблица 10 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

| Участок | Оборудование | Класс пожара | Опасные факторы пожара | Сопутствующие проявления факторов пожара |
|----------|---|--------------|---|---|
| «Зона ТР | Технологическое оборудование, применяемое в зоне ТР | 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 [12]. |

Система пожаротушения является неотъемлемой частью любой противопожарной инфраструктуры. «Пожаротушение» – собирательный термин для любой инженерной группы подразделений, предназначенных для тушения пожара. Это может быть достигнуто применением огнетушащего вещества, такого как вода, пена или химические соединения.

В статье 42 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» 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 (далее – СИЗ), защиты органов дыхания;
- ручной, механизированный инструмент» [9].

«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» [14].

Выполним разработку мероприятий по соблюдению требований пожарной безопасности в целях обеспечения пожарной безопасности, определяющих порядок поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий.

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива

| Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности | Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности |
|---|---|
| «Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности | Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия |
| Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007 г. | Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись |
| 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 |
| 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 |
| 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 |
| 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» [9] |

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технологического процесса установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива

Выполняем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при технологическом процессе установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива и сведем их в таблицу 12.

Таблица 12 – Идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов

| Технологический процесс | Антропогенное воздействие на окружающую среду: | | |
|---|---|--|---|
| | атмосферу | гидросферу | литосферу |
| «Установка модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива | Мелкодисперсная пыль в воздушной среде, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей | Масла моторные, трансмиссионные, эксплуатационные жидкости: охлаждающая, тормозная | Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые и коммунальные отходы коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [14]. |

«Выполним разработку экологических факторов, возникающих при технологическом процессе установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива:

- атмосферу – применение фильтрующих элементов в вытяжных устройствах и своевременная их замена;
- гидросферу – контроль за процессами утилизации и захоронения выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды;
- литосферу – спецодежда, пришедшая в негодность, применяется как вторичное сырье при производстве ветоши, металлический лом, стружка отправляется на переплавку, твердые бытовые и коммунальные отходы сортируются и перерабатываются или сжигаются, отработанное масло собирается и перерабатывается» [14].

Выводы по разделу.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта»:

- разработан Технологический паспорт технологического процесса установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива (таблица 7);
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе

установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива (таблица 8) и определены методы и средства их снижения (таблица 9);

- идентифицирован класс и опасные факторы пожара, разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива (таблицы 10, 11);
- идентифицированы экологические факторы, возникающие при технологическом процессе установки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива и разработаны мероприятия по их снижению (таблица 12).

6 Экономическая эффективность проекта

«Для определения финансовых затрат на модернизацию автомобиля Шевроле-Нива путем установки пневматических стоек воспользуемся формулой:

$$C_{\text{КОИ}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{о.н}}, \quad (85)$$

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

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

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

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

$C_{\text{о.н}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [1].

«Стоимость изготовления корпусных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (86)$$

где $Q_{\text{к}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

$C_{\text{к}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, р./кг» [11].

В таблице 13 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 13 – Стоимость изготовления корпусных деталей

| Деталь | Марка металла | Масса материала заготовок, кг | Масса деталей, кг | Цена за 1 кг, руб. | Сумма, руб. |
|--------------------------|---------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|-------------|
| Чашки отбойника подвески | Сталь 40Х | 8 | 6 | 81,1 | 648,8 |
| Итого: | – | – | – | – | 648,8 |

$$C_{к.д} = 81,1 \cdot 8 = 648,8 \text{ р.}$$

«Затраты на изготовление оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{о.д} = C_{прн} + C_M, \quad (87)$$

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.» [11].

«Заработную плату рассчитываем по формуле:

$$C_{пр} = t \cdot C_q \cdot k_t, \quad (88)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей:
кронштейн – 2 шт., трудоёмкость на изготовление деталей:
кронштейн – 4 чел.-ч.

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

k_t – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, принимаем равным 1,030» [11].

$$t = 2 \cdot t_{кронштейн},$$

$$t = 2 \cdot 4 = 8 \text{ чел.-ч.}$$

«Тарифная ставка определяется на основании минимального размера оплаты труда (далее – МРОТ). Для Самарской области с 1 июня 2022 года МРОТ составляет 15279 р.

«Принимаем тарифную ставку из учета МРОТ для первого разряда: $15279/(7 \cdot 21) = 103,94$ 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» [11].

Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду: $103,94 \cdot 1,42 = 147,59$ р./ч.

$$C_{IP} = 8 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 1216,14 \text{ р.}$$

Определяем дополнительную заработную плату по формуле:

$$C_D = (5 \dots 12) \cdot C_{IP} / 100, \quad (89)$$

$$C_D = 10 \cdot 1216,14 / 100 = 121,61 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату определяем по формуле:

$$C_{соц} = 30 \cdot (C_{IP} + C_D) / 100, \quad (90)$$

$$C_{соц} = 30 \cdot (1216,14 + 121,61) / 100 = 401,32 \text{ р.},$$

$$C_{\Sigma IP} = 1216,14 + 121,61 + 401,32 = 1739,07 \text{ р.}$$

В таблице 14 представлена заработная плата на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 14 – Заработная плата на изготовление оригинальных деталей

| Значение | Сумма, руб. |
|---------------------------------|-------------|
| Заработная плата | 1216,14 |
| Дополнительная заработная плата | 121,61 |
| Начисления на заработную плату | 401,32 |
| Итого: | 1739,07 |

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

$$C_M = C \cdot Q_3, \quad (91)$$

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

Q_3 – масса заготовки, кг» [11].

В таблице 15 представлена стоимость материала для изготовления оригинальных деталей.

Таблица 15 – Стоимость материала заготовок на изготовление деталей

| Наименование детали | Материал | Количество, шт. | Общая масса материала, кг | Цена за 1 кг, руб. | Сумма, руб. |
|---------------------|----------|-----------------|---------------------------|--------------------|-------------|
| Кронштейн | Сталь 45 | 2 | 2,8 | 47 | 131,6 |
| Итого: | – | – | – | – | 131,6 |

$$C_M = 47 \cdot 2,8 = 131,6 \text{ р.}$$

$$C_{O,д} = 1739,07 + 131,6 = 1870,67 \text{ р.}$$

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

$$C_{сб.п} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб}, \quad (92)$$

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» [11].

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

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{д.сб} \cdot k_t, \quad (93)$$

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

Значение определяем по формуле:

$$T_{CB} = k_C \cdot \Sigma t_{CB}, \quad (94)$$

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

k_C – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, 1,1...1,5» [11].

По справочным данным принимаем трудоемкость сборки составных частей равной 4 чел.-ч.

$$T_{CB} = 1,25 \cdot 4 = 5 \text{ чел.-ч.}$$

Тогда заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке определится:

$$C_{CB} = 5 \cdot 147,59 \cdot 1,03 = 760,08 \text{ р.,}$$

$$C_{д.сб} = 0,1 \cdot 760,08 = 76 \text{ р.,}$$

$$C_{соц.сб} = 0,3 \cdot (760,08 + 76) = 250,82 \text{ р.}$$

$$C_{сб.п} = 760,08 + 76 + 250,82 = 1086,9 \text{ р.}$$

В таблице 16 представлена полная заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке.

Таблица 16 – Полная зарплата производственных рабочих, занятых на сборке

| Значение | Сумма, руб. |
|---------------------------------|-------------|
| Основная заработная плата | 760,08 |
| Дополнительная заработная плата | 76 |
| Страховые взносы в фонды | 250,82 |
| Итого | 1086,9 |

«Общепроизводственные накладные расходы на изготовление приспособления определяем по формуле:

$$C_{OH} = \frac{(C'_{PP} \cdot R_{OP})}{100}, \quad (95)$$

где C'_{PP} – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении, р.;

R_{OP} – процент общепроизводственных накладных расходов, %» [11].

$$C'_{PP} = (C_{PP} + C_{CB}). \quad (96)$$

$$C'_{PP} = 1216,14 + 760,08 = 1976,22 \text{ р.}$$

$$C_{OH} = \frac{(1976,22 \cdot 15)}{100} = 296,43 \text{ р.}$$

Для данной конструкции необходимо приобрести следующие компоненты: пневмоподушка – 2 шт., резиновые прокладка – 4 шт., компрессор «Беркут» – 1 шт., пневмобаллон – 1 шт., а также метизы. Перечень покупных деталей представлен в таблице 17 [3].

Таблица 17 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

| Значение | Количество, шт. | Цена, руб. | Сумма, руб. |
|---------------------|-----------------|------------|-------------|
| Пневмоподушка | 2 | 10000 | 20000 |
| Прокладка резиновая | 4 | 200 | 800 |
| Компрессор «Беркут» | 1 | 8500 | 8500 |
| Пневмобаллон | 1 | 5500 | 5500 |
| Болт | 15 | 4,2 | 63 |
| Гайка | 15 | 3,1 | 46,5 |
| Шайба | 15 | 2,6 | 39 |
| Итого: | | | 34948,5 |

$$C_{ИД} = 20000 + 800 + 8500 + 5500 + 63 + 46,5 + 39 = 34948,5 \text{ р.}$$

Определим затраты на изготовление конструкции и сведем их в таблицу 18.

$$C_{\text{кон}} = 648,8 + 1870,67 + 1086,9 + 296,43 + 34948,5 = 38851,3 \text{ р.}$$

Таблица 18 – Затраты на изготовление конструкции

| Значение | Сумма, руб. |
|--|-------------|
| Стоимость изготовления корпусных деталей | 648,8 |
| Затраты на изготовление оригинальных деталей | 1870,67 |
| Затраты на сборку | 1086,9 |
| Общепроизводственные накладные расходы | 296,43 |
| Стоимость покупных изделий (деталей) | 34948,5 |
| Итого: | 38851,3 |

Общие затраты на модернизацию автомобиля Шевроле-Нива путем установки пневматических стоек 38851,3 руб. Стоимость комплекта с установкой на автомобиль составит (1,125 – коэффициент, учитывающий монтаж) 43707,71 р.

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

«Годовая экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции составит:

$$\mathcal{E}_Г = C_{\text{пр}} - C_{\text{кон}}, \quad (97)$$

где $C_{\text{пр}}$ – стоимость прототипа, р.» [11].

$$\mathcal{E}_Г = 55200 - 38851,3 = 16348,7 \text{ р.}$$

Срок окупаемости определяем по формуле:

$$O_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{кон}}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (98)$$

$$O_{OK} = \frac{38851,3}{16348,7} = 2,37 \text{ года.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения конструкции составит:

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}\Phi} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{KOH} \quad (99)$$

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}\Phi} = 16348,7 - 0,15 \cdot 38851,3 = 10521 \text{ р.}$$

В таблице 19 представлены основные показатели проекта.

Таблица 19 – Основные показатели проекта

| Показатели | Единица измерения | Значение | |
|--|-------------------|--------------|-----------------|
| | | До внедрения | После внедрения |
| Стоимость изготовления конструкции | р. | 55200 | 38851,3 |
| Экономия от снижения себестоимости при внедрении конструкции | р. | – | 16348,7 |
| Экономический эффект | р. | – | 10521 |
| Срок окупаемости | год | – | 2,37 |

Выводы по разделу.

В разделе «Экономическая эффективность проекта» определена эффективность модернизации автомобиля Шевроле-Нива путем установки пневматических стоек с экономической стороны.

Стоимость модернизации автомобиля Шевроле-Нива путем установки пневматических стоек составляет 38851,3 рублей, срок окупаемости равен 2,37 года, что является допустимым для данной конструкции.

Заключение

В данном дипломном проекте была выполнена модернизация автомобиля Шевроле-Нива путем установки пневматических стоек.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было сделано следующее:

- проанализированы автомобили и конструкции зарубежных и отечественных производителей и принято решение об установке на автомобиль Шевроле-Нива пневматических стоек для достижения поставленной цели, при этом отказавшись от установленных на прототип амортизатора и пружины;
- проведен тягово-динамический расчет и построены характеристики;
- проведен расчет основных элементов подвески, для проведения модернизации подвески путем установки пневматических элементов для обеспечения комфортного движения автомобиля в городском режиме. Установка пневматических стоек на полноприводный автомобиль Шевроле-Нива привела к повышению плавности хода, комфортабельности, также можно сказать что автомобиль класса К1 с колесной формулой 4×4 и регулируемой пневматической подвеской в данной ценовой категории не имеет аналогов среди конкурентов данного класса;
- выполнено обоснование выбора технологического процесса, определена трудоемкость сборки, составлен технологический процесс сборки модернизированной подвески автомобиля Шевроле-Нива;
- рассмотрены вопросы, касающиеся обеспечения безопасности, экологичности проекта.
- определена эффективность модернизации автомобиля Шевроле-Нива путем установки пневматических стоек с экономической стороны. Стоимость модернизации автомобиля Шевроле-Нива путем установки пневматических стоек составляет 38851,3 рублей.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Автотранспортные средства. Основы конструирования : учебное пособие / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева», [Институт информационных технологий, машиностроения и автотранспорта] ; составители А. В. Буянкин, В. Г. Ромашко. - Кемерово : КузГТУ, 2021. - 203 с.

2 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. / В. И. Анурьев. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1982-. - 22 см. Т. 2. - М. : Машиностроение, 1982. - 584 с.

3 Блинов Е. И. Автомобиль и трактор: энергетика сложных механических систем [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Е. И. Блинов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования Московский гос. ун-т приборостроения и информатики. - Москва : МГУПИ, 2014. - 113 с.

4 Брылев И. С. Расчет систем и механизмов транспортных средств : учебное пособие для студентов, магистров, аспирантов и преподавателей строительных, технических и автомобильно-дорожных университетов по направлению подготовки и специальностям: 15.03.03 (15.04.03)-"Прикладная механика", 23.03.03 (23.04.03)-"Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", 23.03.01 (23.04.01)-"Технология транспортных процессов", 23.03.02 (23.04.02)-"Наземные транспортно-технологические комплексы", 23.05.01-"Наземные транспортно-технологические средства" / И. С. Брылев, С. А. Евтюков, П. А. Кравченко. - Санкт-Петербург : Петрополис, 2019. - 111 с.

5 Виноградов В. М. Ремонт и утилизация наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 23.00.00 "Техника и технологии наземного транспорта", 20.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" (квалификация специалист) / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, В. Ф. Солдатов. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. - 344, [1] с.

6 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.

7 Воронов Д. Ю. Разработка сборочных технологических процессов [Электронный ресурс] : электронное учебно-методическое пособие / Д. Ю. Воронов, А. В. Щипанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет, Институт машиностроения, Кафедра "Оборудование и технологии машиностроительного производства". - Тольятти : Тольяттинский гос. ун-т, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : ил.; 12 см.

8 Герасимов М. Д. Конструкции наземных транспортно-технологических машин [Текст] : практикум : учебное пособие для студентов специальности 23.05.01 - "Наземные транспортно-технологические средства" / М. Д. Герасимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. - Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им В. Г. Шухова, 2018. - 115 с.

9 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.

10 Губарев А. В. Конструирование и расчет наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие : для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / А. В. Губарев, А. Г. Уланов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т, Каф. "Колесные, гусеничные машины и автомобили". - Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. - 564, [1] с.

11 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.

12 Конструирование и эксплуатация транспортно-технологических машин [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / [А. Ю. Барыкин, Р. М. Галиев, А. Т. Кулаков и др.] ; Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт. - Казань : Изд-во Казанского ун-та, 2016. - 176 с.

13 Макридина М. Т. Проектирование металлических конструкций [Текст] : учебное пособие для студентов направления бакалавриата 23.03.02 - Наземные транспортно-технологические комплексы и специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства / М. Т. Макридина, А. А. Макридин ; М-во образования и науки Российской Федерации Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. -

Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т (БГТУ) им. В. Г. Шухова, 2014. - 170 с.

14 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.

15 Носов С. В. Конструкции наземных транспортно-технологических средств [Текст] : учебное пособие / С. В. Носов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Липецкий государственный технический университет". - Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2016. - 21 см.

16 Основы процесса производства и эксплуатации автомобилей и тракторов : учебное пособие : специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова" ; составители: А. В. Русинов [и др.]. - Саратов : Амирит, 2022. - 116 с.

17 Русинов А. В. Основы дизайна в машиностроении : учебное пособие для студентов обучающихся в высших учебных учреждениях по направлению подготовки "Наземные транспортно-технологические комплексы" и специальности "Наземные транспортно-технологические средства" / Русинов А. В. ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова". - Саратов : ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. - 101 с.

18 Савкин А. Н. Основы расчетов на прочность и жесткость типовых элементов транспортных средств [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190109 "Наземные транспортно-технологические средства" / А. Н. Савкин, В. И. Водопьянов, О. В. Кондратьев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Волгоградский гос. технический ун-т. - Волгоград : ВолгГТУ, 2014. - 211 с.

19 Фиала И. Внедорожные автомобили : иллюстрированная энциклопедия / Иржи Фиала ; [пер. с чеш. яз. И. Ф. Нафтульев]. - Москва : Лабиринт Пресс, 2006. - 303, [1] с.

20 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.

21 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, сор. 2018. - 65 с.

22 Chevrolet Niva : бензиновый двигатель ВА3-2123i (1,7 л) : рук. по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту : в фот. / С. Н. Погребной [и др.]. - Москва : Третий Рим, 2006. - 291, [4] с.

23 Chevrolet Niva [Текст]. - Москва : За рулем, 2010 (Чебоксары : Чебоксарская тип. № 1). - 87 с

- 24 Garrett T.K. The Motor Vehicle / T.K Garrett, K. Newton, W. Steeds. 13th ed. - Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014. - 1214 p.
- 25 Genta G. The Automotive Chassis. Vol. 2: System Design / Prof. Dr. Giancarlo Genta, Prof. Dr. Lorenzo Morello. - [Without locations], Netherlands : Springer Science+Business Media, 2009. - 832 p.
- 26 Jazar N.R. Vehicle Dynamics: Theory and Application. - New York: Springer, 2008. - 1015 p.
- 27 Wong, J.Y. Theory of ground vehicles .-2nd ed., NY, 2013. - 435 p.
- 28 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

| | | Лист | | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание | |
|---------------------|------|---|------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|------------|--------|
| | | № | дата | | | | | |
| Лист | № | | | | | | | |
| | Дата | | | | | | | |
| Формат | Зона | | | | | | | |
| | Лист | | | | | | | |
| <i>Документация</i> | | | | | | | | |
| A1 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.000.СБ | Сборочный чертёж | 1 | | |
| <i>Детали</i> | | | | | | | | |
| 1 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.001 | Труба стойки | 1 | | |
| 2 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.002 | Кронштейн крепления | 1 | | |
| 3 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.003 | Гривка | 1 | | |
| 4 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.004 | Внутренняя трубка | 1 | | |
| 5 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.005 | Гильза | 1 | | |
| 6 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.006 | Тарельчатая шайба | 1 | | |
| 8 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.008 | Шток | 1 | | |
| 9 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.009 | Поршень | 1 | | |
| 10 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.010 | Нижний поршень | 1 | | |
| 11 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.011 | Втулка поршневая | 1 | | |
| 12 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.012 | Втулка штока | 1 | | |
| 13 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.013 | Втулка упорная | 1 | | |
| 14 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.014 | Стопор | 1 | | |
| 15 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.015 | Шайба опорная | 1 | | |
| 16 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.016 | Поршень внутренний | 1 | | |
| 17 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.017 | Втулка внутренняя | 1 | | |
| 18 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.018 | Втулка | 1 | | |
| 19 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.019 | Винт стопорный | 1 | | |
| 21 | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.021 | Винт упорный | 1 | | |
| | | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.00.000 | | | | |
| | | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |
| | | Разраб. | Михайлов | | | | | |
| | | Проб. | Угарова | | | | | |
| | | Н.контр. | Угарова | | | | | |
| | | Утв. | Бабровский | | | | | |
| | | Стойка пневматическая (задняя) | | | | Лит. | Лист | Листов |
| | | | | | | | 1 | 2 |
| | | | | | | ТГУ ИМ гр. АТс-1701В | | |
| | | | | | | Формат А4 | | |

Рисунок А.1 – Спецификация на стойку пневматическую

Продолжение Приложения А

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание | | | |
|---|------|----------|----------------------------|-------------------------------------|------|------------|--|--------|--|
| | | | | | | | | | |
| <i>Документация</i> | | | | | | | | | |
| A4 | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.00.000.ПЗ | Пояснительная записка | 1 | | | | |
| A1 | | | 22.ДП.ПЭА.184.61.00.000.СБ | Сборочный чертёж | 3 | | | | |
| <i>Сборочные единицы</i> | | | | | | | | | |
| A1 | | 1 | 22.ДП.ПЭА.184.61.01.000 | Стойка пневматическая в сборе | 2 | | | | |
| | | 2 | 22.ДП.ПЭА.184.61.02.000 | Верхняя продольная штанга в сборе | 2 | | | | |
| | | 3 | 22.ДП.ПЭА.184.61.03.000 | Нижняя продольная штанга в сборе | 2 | | | | |
| | | 4 | 22.ДП.ПЭА.184.61.04.000 | Мост | 1 | | | | |
| | | 5 | 22.ДП.ПЭА.184.61.05.000 | Пневмопровод правый в сборе | 1 | | | | |
| | | 6 | 22.ДП.ПЭА.184.61.06.000 | Пневмопровод левый в сборе | 1 | | | | |
| | | 7 | 22.ДП.ПЭА.184.61.07.000 | Кронштейн | 2 | | | | |
| | | 8 | 22.ДП.ПЭА.184.61.08.000 | Кронштейн | 2 | | | | |
| | | 9 | 22.ДП.ПЭА.184.61.09.000 | Кронштейн | 2 | | | | |
| <i>Стандартные изделия</i> | | | | | | | | | |
| | | 10 | | Болт нижний продольной тяги | 4 | | | | |
| | | 11 | | Болт верхней продольной тяги М14х45 | 2 | | | | |
| | | 12 | | Болт верхней продольной тяги | 2 | | | | |
| | | 13 | | Гайка М 14 ГОСТ 7798-78 | 8 | | | | |
| | | 14 | | Шайба 14Н | 8 | | | | |
| | | 15 | | Шайба 14 ГОСТ 11371 | 2 | | | | |
| 22.ДП.ПЭА.184.61.00.000 | | | | | | | | | |
| Изм. Лист | | № докум. | | Подп. | | Дата | | | |
| Разраб. Михайлов | | | | | | | | | |
| Проб. Угарова | | | | | | | | | |
| Н.контр. Угарова | | | | | | | | | |
| Утв. Бабровский | | | | | | | | | |
| Установка подвески на автомобиль | | | | Лит. | | Лист | | Листов | |
| | | | | | | 1 | | 2 | |
| ТГУ ИМ гр. АТС-1701В | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| <i>Копировал</i> | | | | <i>Формат А4</i> | | | | | |

Рисунок А.3 – Спецификация на установку подвески на автомобиль

