

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Политехнический институт
Факультет «Автотранспортный»
Кафедра «Колесных и гусеничных машин»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент

_____ 2019 г.
«__» _____

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
к.т.н., профессор

_____ В.Н. Бондарь
«__» _____ 2019 г.

Проект задней подвески с регулируемой жесткостью ВАЗ-2114

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР

Руководитель проекта
к.т.н., доцент

_____ А. Г. Уланов
«__» _____ 2019 г.

Консультант по экономике
старший преподаватель

_____ С.Ю. Лелекова
«__» _____ 2019 г.

Автор проекта
студент группы П-503

_____ А. Ю. Еноян
«__» _____ 2019 г.

Консультант по БЖД
к.т.н., доцент

_____ А.В. Кудряшов
«__» _____ 2019 г.

Нормоконтролер
к.т.н., доцент

_____ В.И. Дуюн
«__» _____ 2019 г.

АННОТАЦИЯ

Еноян А.Ю. Выпускная квалификационная работа на тему: «Проект задней подвески с регулируемой жесткостью ВАЗ-2114». Челябинск, ЮУрГУ, АТ, 2019 г., 109 с., 15 – таблиц, 27 – ил., библиогр. список – 30 наим., 10 листов формата А1

В выпускной квалификационной работе проведен анализ отечественных и зарубежных подвесок легковых автомобилей, выявлены преимущества регулируемой подвески над другими видами. Разработана задняя подвеска с регулируемой жесткостью ВАЗ-2114. Произведены расчеты, подтверждающие надежность и работоспособность конструкции..

В работе освещены вопросы экономических затрат на внедрение конструкторских разработок, а также требования безопасности жизнедеятельности (БЖД) при эксплуатации и обслуживании подвески.

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР			
Изм.	Лист	№ докм.	Подпись	Дата	<i>Проект задней подвески с регулируемой жесткостью ВАЗ-2114</i>	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Еноян А.Ю.					3	109
Провер.		Уланов А.Г.				ЮУрГУ Кафедра «КГМ»		
И. Контр.		Дцюн В.И.						
Утверд.		Бондарь В.Н.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА	8
1.1 Анализ эксплуатационных свойств ВАЗ-2114.....	8
1.2 Характеристики подвесок современных автомобилей	16
1.3 Конструктивные факторы, влияющие на плавность хода	29
1.4 Эксплуатационные факторы, влияющие на плавность хода	34
1.5 Способы повышения плавности хода	35
1.6 Влияние параметров подвески на активную безопасность	36
1.7 Активная безопасность автомобиля.....	41
1.8 Методы улучшения подвесок автомобилей	46
2 ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ РАЗЛИЧНЫХ ПОДВЕСОК. ОБОСНОВАНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ПОДВЕСКИ	50
2.1 Обоснование разработки задней подвески автомобиля.....	50
2.1.1 Исходные данные для дальнейших исследований.	50
2.1.2 Обзор конструкций задних подвесок автомобилей.....	58
2.1.3 Обоснование модернизации существующей подвески автомобиля ВАЗ-2114.....	55
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	61
3.1 Разработка кинематической схемы устройства меняющего плавность хода автомобиля	61
3.2 Конструкторские расчёты задней подвески	63
3.2.1 Расчёт на прочность упругого элемента подвески	63

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

3.2.2	Расчёт амортизатора	68
4	РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ГАЙКИ	73
4.1	Способ получения заготовки	73
5	ОРГАНИЗАЦИОННО–ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	76
5.1	Организационный раздел	76
5.2	Экономический раздел	78
5.2.1	Сметы затрат выпускной квалификационной работы	78
5.2.2	Оценка коммерческой состоятельности ВКР	84
6	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	91
6.1	Введение.....	91
6.2	Нормирование опасных и вредных производственных факторов	94
6.2.1	Микроклимат производственных помещений.....	94
6.2.2	Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны	96
6.2.3	Требования к производственному освещению	97
6.2.3.1	Общие положения.....	97
6.2.3.2	Искусственное освещение.....	97
6.2.4	Уровень шума в производственных помещениях	100
6.2.5	Правила устройства электропроводки в производственных помещениях	102
6.2.6	Правила пожарной безопасности в производственных помещениях	102
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	105
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	106
	ПРИЛОЖЕНИЕ.СПЕЦИФИКАЦИИ.....	109

ВВЕДЕНИЕ

Данная выпускная квалификационная работа выполнена на тему: «Проект задней подвески с регулируемой жесткостью ВАЗ-2114».

Подвеска является одним из основных элементов автомобиля. Она - промежуточное звено между кузовом и дорогой. Поэтому подвеска автомобиля должна быть комфортабельной, долговечной, прочной, легкой, безопасной, шумоизолированной, информативной, а так же должна обеспечивать кинематику перемещения колеса и обеспечивать передачу горизонтальных (разгон-торможение) и вертикальных нагрузок (обеспечение плавности хода).

Подвеска автомобиля влияет, с точки зрения безопасности, на устойчивость, управляемость и плавность хода.

Устойчивость – это способность автомобиля сохранять движение по заданной траектории, противодействуя силам, вызывающих его занос и опрокидывание в различных дорожных условиях при высоких скоростях.

Управляемость – способность автомобиля двигаться в направлении, заданном водителем.

Плавность хода – способность автомобиля двигаться на высоких скоростях по разным дорогам с наименьшими колебаниями, вибрациями, раскачиваниями и сотрясениями самого автомобиля, а также перевозимых пассажиров и грузов.

От плавности хода автомобиля существенно зависит возможная скорость его движения. Кроме того, она определяет величину динамических (двигательных) воздействий на механизмы, которые могут повлиять на срок их службы. Чем выше плавность хода, тем, естественно, меньше степень воздействия колебательных движений автомобиля на его отдельные системы и на водителя.

Известно, что «жесткость» автомобиля может вызвать нарушения физиологических функций в человеческом организме и при длительной езде стать причиной общей усталости, головокружения, шума в ушах, тошноты, снижающих работоспособность водителя и, таким образом, безопасность движения.

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР

В связи с этим делаем вывод – подвеска автомобиля и её основные характеристики напрямую связаны с безопасностью человека.

Именно поэтому цель выпускной квалификационной работы – модернизация подвески автомобиля ВАЗ-2114 путём разработки задней подвески с регулируемой жесткостью. Это обусловлено значительным повышением плавности хода, высокой комфортабельностью, а так же более высокой степенью безопасности.

Для реализации данной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) выбрать объект последующей модернизации;
- 2) выявить основные требования, предъявляемые к подвеске автомобиля;
- 3) выявить конструктивные и эксплуатационные факторы, влияющие на плавность хода грузового автомобиля;
- 4) выявить способы повышения плавности хода;
- 5) провести обзор существующих конструкций подвесок легковых автомобилей;
- 6) предложить свой вариант подвески автомобиля;
- 7) произвести основные прочностные расчёты элементов конструкции модернизированной задней подвески;
- 8) разработать мероприятия БЖД для модернизированного автомобиля;
- 9) рассчитать экономические показатели проекта;
- 10) сделать выводы и предложения.

1 ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1 Анализ эксплуатационных свойств автомобиля ВАЗ-2114

Эксплуатационными свойствами автомобиля называются свойства, характеризующие выполнение им транспортных и специальных работ: перевозки пассажиров, грузов и специального оборудования. Эти свойства определяют приспособленность автомобиля к условиям эксплуатации, а также эффективность и удобство его использования [1].

Автомобиль обладает целым рядом эксплуатационных свойств (рисунок 1.1), которые составляют две группы, связанные и не связанные с движением автомобиля.

Тягово-скоростные и тормозные свойства, топливная экономичность, управляемость, поворачиваемость, маневренность, устойчивость, проходимость, плавность хода, экологичность и безопасность обеспечивают движение автомобиля и определяют его закономерности.

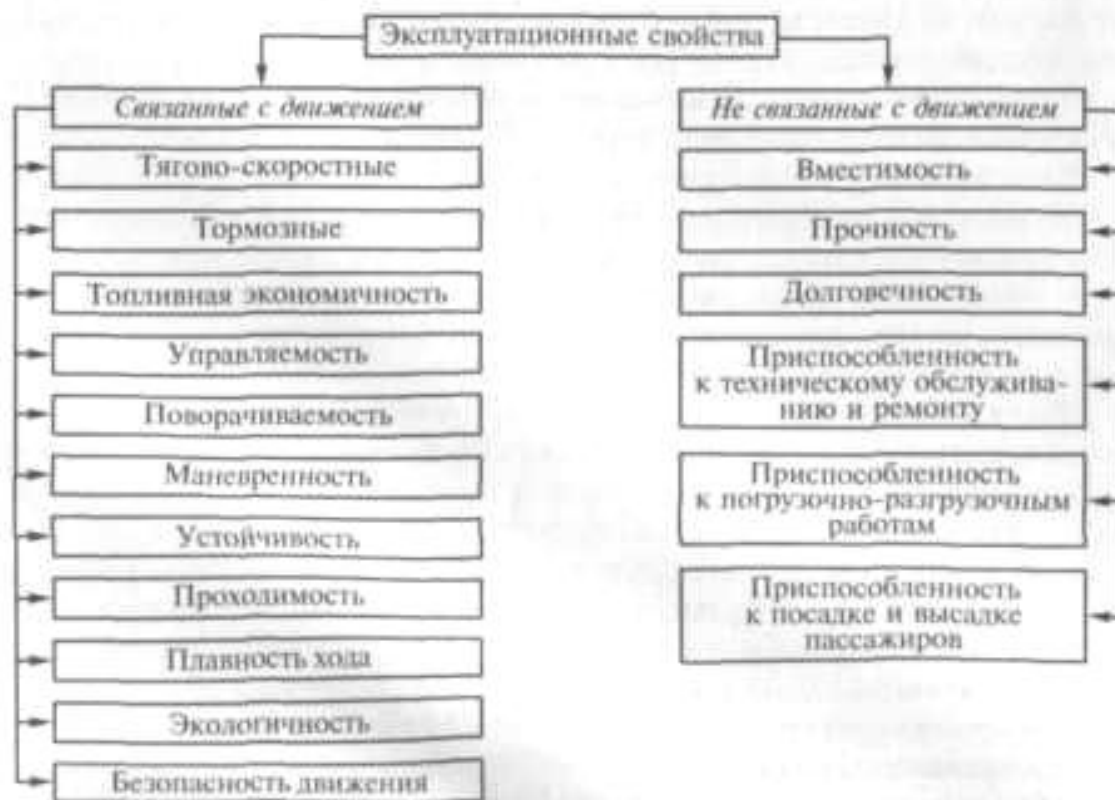


Рисунок 1.1 – Эксплуатационные свойства автомобиля

Вместимость, прочность, долговечность, приспособленность к техническому обслуживанию и ремонту, погрузочно-разгрузочным работам, посадке и высадке пассажиров во многом определяют эффективность и удобство использования автомобиля.

Что же представляют собой эксплуатационные свойства автомобиля? Дадим определения этим свойствам.

Тягово-скоростными называются свойства автомобиля, определяющие диапазоны изменения скоростей движения и максимальные ускорения разгона в различных дорожных условиях при работе в тяговом режиме.

Тяговым называется режим движения автомобиля, при котором от двигателя к ведущим колесам через трансмиссию подводятся мощность и крутящий момент, необходимые для движения.

Тормозными называются свойства автомобиля, определяющие максимальные замедления при торможении в различных дорожных условиях и обеспечивающие неподвижное удержание его относительно поверхности дороги.

Топливная экономичность – это свойство автомобиля, определяющее расходы топлива при выполнении транспортной работы.

Управляемостью называется свойство автомобиля изменять или сохранять параметры движения при воздействии водителя на рулевое управление.

Поворачиваемость представляет собой свойство автомобиля отклоняться вследствие увода колес от направления движения, заданного рулевым управлением.

Маневренностью называется свойство автомобиля поворачиваться на минимальной площади и вписываться в дорожные габариты.

Устойчивость – это свойство автомобиля сохранять направление движения и противостоять силам, стремящимся вызвать занос или опрокидывание автомобиля.

Проходимостью называется свойство автомобиля двигаться по плохим дорогам и вне дорог. Проходимость характеризует степень уменьшения средней скорости движения и производительности автомобиля в указанных условиях по сравнению с хорошими дорогами.

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР

Плавность хода представляет собой свойство автомобиля обеспечивать защиту перевозимых пассажиров и грузов, а также систем и механизмов автомобиля от воздействия неровностей дороги.

Экологичность – это свойство автомобиля минимально загрязнять окружающую среду отработавшими газами и шумом.

Безопасностью движения называется свойство автомобиля двигаться с наименьшей вероятностью возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Это комплексное эксплуатационное свойство, связанное с управляемостью, поворачиваемостью, маневренностью, устойчивостью и тормозными свойствами. Безопасность движения - важнейшее эксплуатационное свойство, от которого зависят жизнь и здоровье людей, сохранность автомобиля, грузов и других материальных ценностей.

Вместимость представляет собой свойство автомобиля, определяющее количество грузов или число пассажиров, которые могут быть перевезены одновременно.

Прочностью называется свойство автомобиля работать без поломок и неисправностей.

Долговечность – это свойство автомобиля работать без интенсивного изнашивания отдельных деталей, механизмов и систем, вызывающего прекращение эксплуатации автомобиля.

Приспособленностью к техническому обслуживанию и ремонту называется свойство автомобиля, определяющее простоту и трудоемкость этих работ, а также время простоя при их выполнении.

Приспособленность к погрузочно-разгрузочным работам представляет собой свойство автомобиля обеспечивать выполнение этих работ с наименьшими затратами времени и труда.

Приспособленностью к посадке и высадке пассажиров называется свойство автомобиля, характеризующее продолжительность остановки и удобство пассажиров при входе и выходе.

Эксплуатационные свойства автомобиля оцениваются с помощью их измерителей и показателей.

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР					

Свойства автомобиля, представленные на рисунке 1.2, наиболее полно проявляются в условиях эксплуатации.

Условиями эксплуатации автомобиля называются условия, в которых осуществляются перевозки пассажиров, грузов, специального оборудования и которые характеризуются различными внешними факторами.

К условиям эксплуатации относятся дорожные, транспортные и природно-климатические условия.

Дорожные условия эксплуатации характеризуются рельефом местности, продольным профилем дороги и извилистостью в плане, шириной проезжей части, числом полос движения, ровностью и прочностью дорожного покрытия, стабильностью состояния дороги, интенсивностью, режимом и видом движения, а также помехами.

Основой дорожных условий эксплуатации являются дороги, которые по назначению подразделяются на дороги общего пользования, автомагистрали, внутрихозяйственные (сельские) и городские (улицы). Дорожные условия эксплуатации оказывают наибольшее влияние на эксплуатационные свойства автомобиля.

Транспортные условия эксплуатации характеризуются видом и количеством перевозимых грузов, дальностью перевозок, способами погрузки и выгрузки грузов, режимом работы, видом маршрутов, условиями хранения, техническим обслуживанием и ремонтом автомобиля.

Транспортные условия эксплуатации определяют специализацию автомобиля, которая обеспечивает максимальную приспособленность к перевозке определенного вида груза.

Природно-климатические условия эксплуатации характеризуются температурой окружающего воздуха, атмосферным давлением и осадками (туман, дождь, снег).

Территория России включает в себя в основном зоны умеренного и холодного климата. В зоне умеренного климата сосредоточена наибольшая часть подвижного состава автомобильного транспорта страны. Все автомобили общего назначения и специализированный подвижной состав приспособлены к перевозкам в этой зоне.

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Направляющее устройство подвески направляет движение колеса и определяет характер его перемещения относительно кузова и дороги. Направляющее устройство передает продольные и поперечные силы и их моменты от колеса к кузову автомобиля и наоборот.

Упругое устройство подвески смягчает толчки и удары, передаваемые от колеса на кузов автомобиля при наезде на дорожные неровности.

Гасящее устройство подвески уменьшает колебания кузова и колёс автомобиля, возникающие при движении по неровностям дороги, и приводит к их затуханию. Гасящее устройство превращает механическую энергию колебаний в тепловую энергию с последующим ее рассеиванием в окружающую среду.

Стабилизирующее устройство подвески уменьшает боковой крен и поперечные угловые колебания кузова автомобиля.

Подвеска обеспечивает движение автомобиля, и ее работа осуществляется следующим образом. Крутящий момент M_k , передаваемый от двигателя на ведущие колеса, создает между колесом и дорогой тяговую силу P_T , которая приводит к возникновению на ведущем мосту толкающей силы P_x . Толкающая сила через направляющее устройство 1 подвески передается на кузов автомобиля и приводит его в движение. При движении по неровностям дороги колесо перемещается в вертикальной плоскости вокруг точек O_1 и O_2 . Упругое устройство 2 подвески деформируется, а кузов и колеса совершают колебания, которые гасит амортизатор. Корпус амортизатора 3, заполненный амортизаторной жидкостью, прикреплен к балке моста. В корпусе находится поршень с отверстиями и клапанами, шток которого связан с кузовом автомобиля. В процессе колебаний кузова и колес поршень совершает возвратно-поступательные движения. При ходе сжатия (колесо и кузов сближаются) амортизаторная жидкость из полости под поршнем вытесняется в полость над поршнем, а при ходе отдачи (колесо и кузов расходятся) перетекает в обратном направлении. При этом жидкость проходит через отверстия в поршне, прикрываемые клапанами, испытывает сопротивление, и в результате жидкостного трения обеспечивается гашение колебаний кузова и колес автомобиля. Боковой крен и поперечные угловые колебания кузова автомобиля уменьшает стабилизатор

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР					

4 поперечной устойчивости, который представляет собой специальное упругое устройство, устанавливаемое поперек автомобиля. Средней частью стабилизатор связан с кузовом, а концами – с рычагами подвески. При боковых кренах и поперечных угловых колебаниях кузова концы стабилизатора перемещаются в разные стороны: один опускается, а другой поднимается. Вследствие этого средняя часть стабилизатора закручивается, препятствуя тем самым крену и поперечным угловым колебаниям кузова автомобиля. В то же время стабилизатор не препятствует вертикальным и продольным угловым колебаниям кузова, при которых он свободно поворачивается в своих опорах.

На автомобилях в зависимости от их класса и назначения применяют различные типы подвесок (рисунок 1.9).

По направляющему устройству все подвески разделяются на два основных типа – зависимые и независимые.



Рисунок 1.9 – Типы подвесок, классифицированных по различным признакам

Дополнительно к общим требованиям к конструкции автомобиля к подвеске автомобиля предъявляются специальные требования, в соответствии с которыми она должна:

- обеспечивать высокую плавность хода автомобиля;
- обладать высокой динамической энергоемкостью;
- эффективно гасить колебания кузова и колес автомобиля при движении;
- обеспечивать правильную кинематику управляемых колес автомобиля;

– иметь минимальную массу неподрессоренных частей.

Выполнение этих требований зависит от типа и конструкции подвески и ее направляющего, упругого, гасящего и стабилизирующего устройств.

Рассмотрим основные требования, предъявляемые к подвеске, и их выполнение.

Плавность хода. Для получения высокой плавности хода подвеска должна обеспечивать колебания кузова автомобиля (подрессоренной массы) с низкой частотой, составляющей 0,8...1,2 Гц для легковых автомобилей, 1,3...1,9 Гц для грузовых автомобилей и 1,2... 1,6 Гц для автобусов. Такие частоты соответствуют уровню колебаний человека при ходьбе и являются наиболее приемлемыми для организма.

Подвеска также должна обеспечивать наименьшие перемещения и ускорения колебаний кузова, иначе даже при небольших частотах колебаний может произойти укачивание пассажиров. С увеличением частоты колебаний даже небольшие ускорения колебаний кузова могут вызвать неприятные или болезненные ощущения.

Плавность хода автомобиля можно оценивать по упругой характеристике подвески и по амплитудно-частотной характеристике автомобиля.

Рассмотрим эти характеристики. Упругая характеристика подвески. Эта характеристика (рисунок 1.10) представляет собой зависимость между вертикальной нагрузкой и прогибом подвески, измеренным по перемещению колеса.

По упругой характеристике подвески можно определить следующие параметры: статический прогиб подвески $f_{ст}$, динамический прогиб подвески при ходе колеса вверх $f_{дв}$, и вниз $f_{д.н.}$, жесткость подвески c_p , коэффициент динамичности k_d и статическую силу сухого трения $F_{ст}$ в подвеске.

Упругую характеристику подвески строят по результатам стендовых испытаний автомобиля.

На рисунке 1.10 кривая $0a$ упругой характеристики соответствует нагружению подвески в статическом состоянии, а кривая $a0$ – ее разгрузению.

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР				

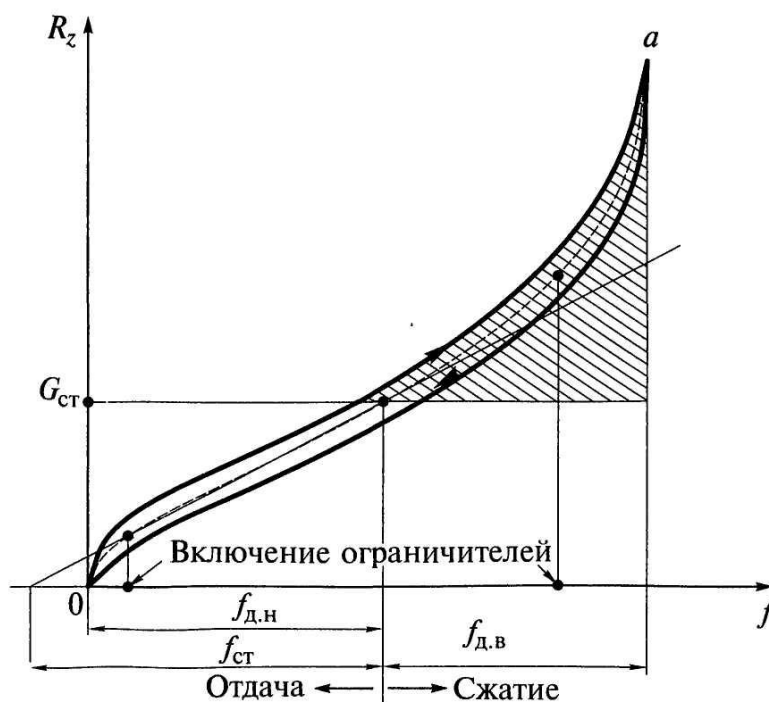


Рисунок 1.10 – Упругая характеристика подвески (пружины)

Как видно из рисунка 1.10, кривые нагружения и разгружения не совпадают, что связано с наличием трения в подвеске. Разница между кривыми $0a$ и $a0$ и определяет трение в подвеске.

За характеристику подвески условно принимается средняя линия между кривыми нагружения и разгружения подвески.

Рассмотрим определение некоторых параметров подвески по ее упругой характеристике, которые позволяют оценивать плавность хода.

Статический прогиб подвески $f_{ст}$, определяется путем проведения касательной линии к упругой характеристике в точке, соответствующей статической нагрузке $G_{ст}$. Желательно, чтобы статический прогиб подвески составлял 200...250 мм для легковых автомобилей, 80...140 мм для грузовых автомобилей и 110...200 мм для автобусов. Однако такие значения статических прогибов подвески не всегда возможно получить, так как они зависят от назначения автомобиля и его компоновки.

Важное значение для плавности хода автомобиля имеет отношение статического прогиба задней подвески к статическому прогибу передней подвески $f_{ст2}/f_{ст1}$. Рекомендуются следующие значения этого отношения: $f_{ст2}/f_{ст1} = 0,8...0,9$

ординаты, заключенной между кривыми нагружения и разгружения подвески. Эту силу называют силой сухого трения.

При движении автомобиля в подвеске действует главным образом динамическая сила сухого трения, которая совместно с гидравлическими амортизаторами гасит колебания кузова и колес автомобиля. Статическая сила сухого трения действует в подвеске только в крайних положениях колес при изменении направления их перемещений.

Динамическая сила сухого трения в подвеске меньше, чем статическая, и ее значение составляет:

$$F_{д} = (0,5...0,7) \cdot F_{ст}. \quad (1.3)$$

Амплитудно-частотная характеристика автомобиля. Эта характеристика представляет собой зависимость перемещений кузова и колес и ускорений кузова автомобиля от частоты возмущающей силы.

Периодически действующая на автомобиль возмущающая сила, обусловленная волнистой поверхностью дороги, вызывает вынужденные колебания автомобиля. Эти колебания зависят от частоты возмущающей силы (чередования дорожных неровностей), s^{-1} :

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot v}{3,6 \cdot l_{д}}. \quad (1.4)$$

где v – скорость автомобиля, км/ч;

$l_{д}$ – длина неровностей, м.

В условиях эксплуатации частота возмущающей силы не остается постоянной, а изменяется, так как возможны различные сочетания скорости движения автомобиля и длины дорожных неровностей. Наиболее полное представление о вынужденных колебаниях и, следовательно, о плавности хода при различных значениях частоты возмущающей силы дает амплитудно-частотная характеристика автомо-

бия.

Энергоемкость подвески. При движении автомобиля по неровностям дороги с увеличением колебаний кузова и колес относительно статического положения для предотвращения ударов неподрессоренных масс в ограничители хода (буфера) подвеска должна обладать высокой энергоемкостью, т.е. непробиваемостью.

Энергоемкость подвески характеризуется коэффициентом динамичности.

Коэффициент динамичности представляет собой отношение максимальной нагрузки, которая может передаваться через подвеску, к статической нагрузке на подвеску:

$$k_d = \frac{R_{r \max}}{G_{ст.}}. \quad (1.5)$$

При небольшом коэффициенте динамичности наблюдаются частые пробои подвески (удары в ограничители), а при больших его значениях подвеска будет очень жесткой, особенно при колебаниях с большой амплитудой и ограниченном значении динамического хода колес.

При движении автомобиля по неровной дороге динамические нагрузки, передаваемые через подвеску, будут вызывать редкие удары в ограничители при следующих коэффициентах динамичности: $k_d = 2...3$ для автомобилей ограниченной проходимости и $k_d = 3...4$ для автомобилей повышенной и высокой проходимости.

Значение коэффициента динамичности и энергоемкость подвески определяют по упругой характеристике подвески. Заштрихованная площадь на упругой характеристике (рисунок 1.10) характеризует динамическую энергоемкость подвески. Она соответствует наибольшей потенциальной энергии, запасенной подвеской при наезде на дорожную неровность. Чем выше динамическая энергоемкость подвески, тем меньше вероятность ударов в ограничители хода колес при движении, по неровной дороге и, следовательно, выше плавность хода автомобиля.

Для того чтобы подвеска обеспечивала высокую плавность хода и обладала высокой динамической энергоемкостью, она должна иметь нелинейную упругую ха-

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

рактеристику, т.е. подвеска должна быть прогрессивной. Нелинейная упругая характеристика при ограниченном ходе колеса обеспечивает небольшую жесткость подвески при статической нагрузке и прогрессивное возрастание жесткости с увеличением нагрузки на подвеску.

При изменении полезной нагрузки автомобиля от минимального значения до максимального статическая нагрузка $G_{ст}$ от которой зависит статический прогиб $f_{ст}$ меняется на передней подвеске на 10...30% и на задней подвеске на 45...60% у легковых автомобилей, у грузовых автомобилей - в 2,5...4 раза, а у автобусов - в 2...2,5 раза.

Для обеспечения оптимальной низкой частоты собственных колебаний кузова при переменной нагрузке автомобиля необходимо сохранять постоянный статический прогиб подвески, что возможно только при изменении ее жесткости. При этом жесткость подвески должна изменяться пропорционально нагрузке, приходящейся на подвеску.

Нелинейная упругая характеристика подвески может быть получена различными конструктивными способами. К ним относятся следующие:

- установка упругого устройства подвески (пружины, торсиона) в предварительно нагруженном состоянии (с заневоливанием) и применение двух ограничителей хода колеса вверх и вниз (буферов сжатия и отдачи). Изменение жесткости подвески в этом случае происходит плавно. Такой способ получения нелинейной характеристики применяют в передних независимых подвесках легковых автомобилей;
- применение в рессорах дополнительных нижних листов значительно большей кривизны, чем у верхних листов. В этом случае нижние листы выполняют функции подрессорника, обеспечивая более плавное увеличение жесткости подвески при полной статической нагрузке. Этот способ используют в задних зависимых подвесках легковых автомобилей;
- применение дополнительного упора (буфера), позволяющего и менять рабочую длину рессоры в зависимости от ее прогиба. Жесткость подвески изменяется ступенчато. Такой способ получения переменной эффективной длины рессоры используется в передних зависимых подвесках грузовых автомобилей и задних зави-

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

симых подвесках легковых автомобилей;

– применение дополнительной листовой рессоры (подрессорника) с опорами, имеющими криволинейную поверхность. Подрессорник вступает в работу при определенной нагрузке, которой соответствует прогиб подвески, равный $0,6f_d$. В этом случае жесткость подвески резко возрастает. При этом кривая форма опор подрессорника по мере прогиба основной рессоры уменьшает его рабочую длину, что способствует дальнейшему возрастанию жесткости подрессорника и подвески. При применении подрессорника жесткость подвески изменяется ступенчато. Подрессорники используются в задних зависимых подвесках грузовых автомобилей и автобусов, где нагрузка на задний мост может меняться в значительных пределах в зависимости от перевозимого груза и числа пассажиров;

– применение пневматического упругого устройства. Это позволяет регулировать жесткость подвески в зависимости от массы подрессоренной части автомобиля. В статическом состоянии сжатый воздух в пневмобаллоне находится под давлением $0,5...0,8$ МПа. При переезде неровности дороги нагрузка на пневмобаллон возрастает, его вместимость уменьшается, а давление воздуха и жесткость подвески увеличиваются. Поэтому необходимо использовать дополнительный резервуар для воздуха, компенсирующий увеличение давления в пневмобаллоне при возрастании нагрузки и уменьшающий жесткость подвески. Благодаря подбору вместимости дополнительного резервуара и изменению внутреннего давления воздуха можно обеспечить постоянные статический прогиб и высоту кузова автомобиля при изменении статической нагрузки на подвеску. Жесткость пневматической подвески изменяется плавно. Пневматическая подвеска применяется в автобусах, грузовых автомобилях, прицепах и полуприцепах большой грузоподъемности, у которых полезная нагрузка в условиях эксплуатации значительно изменяется.

Гашение колебаний. Для обеспечения высокой плавности хода подвеска должна эффективно гасить колебания (т.е. быстро уменьшать их амплитуду) кузова и колес автомобиля. При высокой плавности хода за один период свободных колебаний амплитуда перемещений кузова должна уменьшаться в $3...8$ раз.

Гашение колебаний автомобиля происходит в результате действия в подвеске

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР					

трения, которое различно по своей природе и может быть жидкостным (в гидравлических амортизаторах), сухим (в рессорах и шарнирах подвески) и межмолекулярным (в шинах и резиновых деталях подвески).

Все перечисленные виды трения различны по абсолютной величине, неодинаково изменяются в зависимости от скорости колебаний автомобиля и поэтому по-разному влияют на затухание колебаний.

Характер изменения указанных видов трения в случае гармонических колебаний также различен.

Сопротивление, создаваемое гидравлическим амортизатором, является параметром, который может легко меняться в более широком диапазоне, чем другие колебательные параметры автомобиля, характеризующие плавность хода.

Эффективное гашение колебаний кузова и колес автомобиля зависит от силы сопротивления, создаваемой гидравлическим амортизатором при работе:

$$P_a = k \cdot v_{\Pi}^n, \quad (1.6)$$

где k – коэффициент сопротивления амортизатора;

v_{Π} – скорость перемещения поршня амортизатора;

n – показатель степени.

Сила сопротивления P_a амортизатора при его работе пропорциональна скорости v_{Π} перемещения поршня в некоторой степени n , а коэффициент сопротивления k определяет темп нарастания сопротивления.

Показатель степени n зависит от конструкции клапанов амортизатора и вязкости амортизаторной жидкости (масла) и может быть меньше, больше или равен единице. Этот показатель определяет характеристику гидравлического амортизатора.

Характеристикой амортизатора называется зависимость его силы сопротивления от скорости перемещения поршня при ходах сжатия и отдачи.

Характеристика амортизатора может быть регрессивной ($n < 1$, рисунок 1.11, а), прогрессивной ($n > 1$, рисунок 1.11, б) и линейной ($n = 1$, рисунок 1.11, в). На ав-

томобилях применяются гидравлические амортизаторы с линейной и квадратичной характеристиками. Квадратичная характеристика амортизатора является наиболее прогрессивной. Амортизаторы с квадратичной характеристикой обеспечивают самое эффективное гашение колебаний кузова и колес автомобиля.

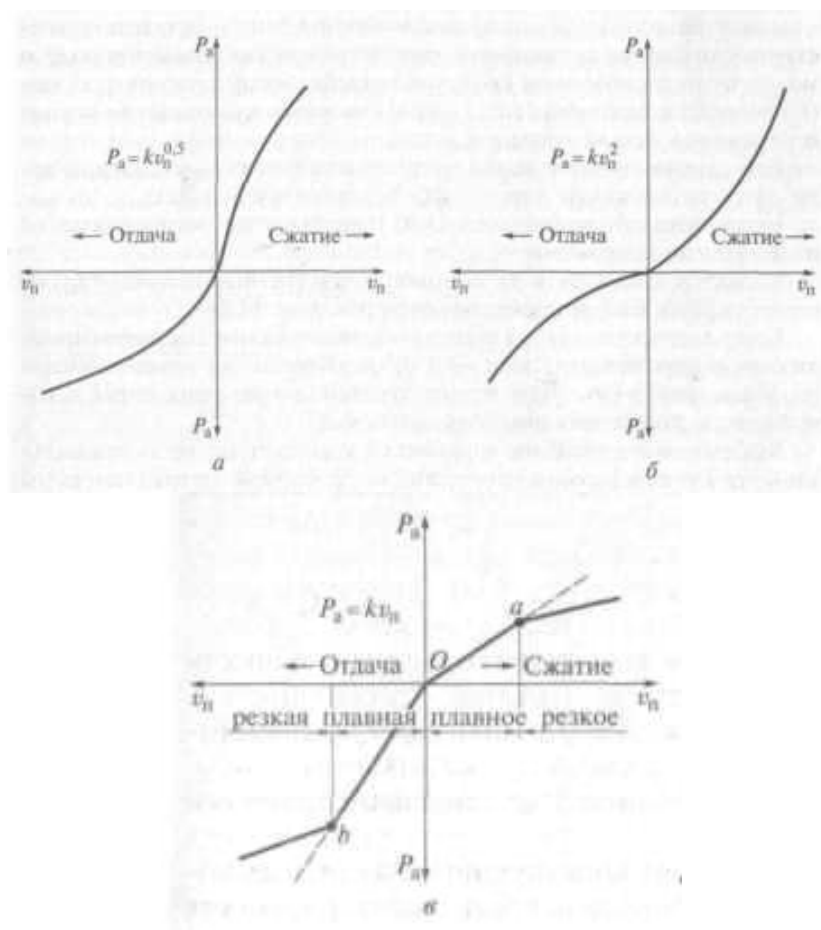


Рисунок 1.11 – Характеристики амортизаторов
а – регрессивная; б – прогрессивная; в – линейная

Амортизаторы с линейной характеристикой широко применяются на автомобилях. При движении автомобиля, когда колеса и кузов автомобиля перемещаются навстречу друг другу или в разные стороны, т.е. при ходах сжатия и отдачи, амортизатор создает различные сопротивления. В зависимости от соотношения между коэффициентами сопротивления при ходах сжатия ($k_{сж}$) и отдачи (k_o) амортизаторы могут иметь симметричную или несимметричную характеристику. У амортизаторов с симметричной характеристикой коэффициенты сопротивления при ходах сжатия и отдачи равны ($k_{сж} = k_o$) амортизаторов с несимметричной ха-

рактической характеристикой $k_{сж} = (0,2...0,5) k_0$. Коэффициент сопротивления амортизатора при ходе сжатия обычно выбирают меньше коэффициента сопротивления при ходе отдачи с целью уменьшения усилий, передающихся через амортизатор от колес к кузову при движении автомобиля по неровной дороге.

На рисунке 1.11, в представлена линейная несимметричная характеристика гидравлического амортизатора с разгрузочными клапанами (сжатия и отдачи). Из рисунка видно, что при плавном сжатии сила сопротивления амортизатора возрастает медленнее, чем при плавной отдаче ($Oa < Ob$). При резком сжатии открывается клапан сжатия (точка а), а при резкой отдаче - клапан отдачи (точка b). Клапаны сжатия и отдачи разгружают амортизатор и подвеску автомобиля от больших усилий, возникающих при высокочастотных колебаниях и ударах во время движения по неровной дороге. Кроме того, эти клапаны ограничивают увеличение сопротивления амортизатора в случае возрастания вязкости амортизаторной жидкости при низких температурах воздуха.

1.3 Конструктивные факторы, влияющие на плавность хода

Активная безопасность автомобиля напрямую зависит от плавности хода.

Различных исполнений подвесок огромное количество множеств [4]. Состоит подвеска из трех основных элементов: упругого, гасящего и направляющего. При модернизации подвески применяется много позиций для модернизации подвески. В основном все сводятся к изменению упругого и гасящего элементов (занижение и повышение жесткости), а не к изменению кинематики направляющего элемента.

При занижении уменьшается центр тяжести – улучшается управляемость, устойчивость, а уменьшенный клиренс – увеличивает максимальную скорость (из-за уменьшения лобовой площади). Второе – делает ее жестче. При этом к вышеперечисленным характеристикам добавляется существенное уменьшение кренов, а значит, выше скорость прохождения поворотов и критические скорости «маневрирования». Хотя придется забыть о поездках на природу – спортивный авто-

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

мобиль получается, а не внедорожник. Хотя модернизация подвески для внедорожной езды сводится к лифтингу – увеличению клиренса.

Упругое устройство в подвеске – это рессора, торсион или пружина. Рессоры и торсионы в тюнинге легковых автомобилей не используются по причине конструкторского отсутствия на современном легковом автомобиле. Они нашли применение в тюнинге внедорожников, где серийные заменяют на усиленные и более жесткие.

При модернизации пружин подвесок существует некая градация модификации. Рассмотрим способы модернизации пружин.

Первый способ – серийные пружины и модификация серийных. Самый простой способ модификации подвески – серийные стандартные пружины сочетаются с новыми амортизаторами. Если только новых амортизаторов может показаться мало, прибегают к модификации серийных пружин.

Данное решение предполагает ее укорачивание, путем подрезки на виток. При легкой модернизации подвески возможен следующий вариант – укороченная пружина и серийный амортизатор. При таком варианте дорожный просвет уменьшается, что плохо для наших дорог, но при этом центр тяжести снижается, что положительно. Часто устанавливают ограничители отбоя пружины, которые представляют собой трос, закрепленный к кузову и подвеске, чтобы при возможном отрыве колеса от земли сильно укороченная пружина не выпала из подвески. Обязательно устанавливают отбойники на сжатие. Такие «издевательства» над подвеской малобюджетны, от того и популярны. Применяются во время ремонта подвески или замены амортизаторов, которую рекомендуется делать чаще, нежели вытечет вся жидкость из изношенного амортизатора. Очевидное занижение подвески на полвитка – виток (15...30 мм) может оказаться губительным для амортизатора, т.к. сокращается ход штока при сжатии, а отбоя возрастает: шток находится в нерабочей зоне. Кроме этого при занижении подвески колеса начинают цеплять за арки крыла. И тем больше, чем ниже сидит автомобиль. Правда, нет худа без добра – модернизируем внешний вид: делаем широкие арки колес.

					<i>23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>30</i>

эксплуатационных свойств, которые характеризуют эффективность и удобство его использования.

Эксплуатационными свойствами автомобиля являются: динамичность, топливная экономичность, управляемость, устойчивость, проходимость, плавность хода, долговечность, надежность и приспособленность автомобиля к техническому обслуживанию и ремонту.

Плавность хода автомобиля оценивается параметрами вертикальных и угловых колебаний кузова.

Плавность хода автомобиля характеризуется возможностью движения по дорогам различной ровности с минимальными колебаниями кузова.

Плавность хода – свойство машины проходить по разным дорогам на больших скоростях с возможно малыми колебаниями, вибрациями, раскачиваниями кузова.

Плавность хода автомобиля в большой степени влияет на утомляемость водителя и пассажиров, на сохранность грузов. От плавности хода во многом зависит средняя скорость движения автомобиля. В связи с большим разнообразием дорог в нашей стране плавность хода отечественных автомобилей имеет особенно большое значение.

Плавность хода зависит от упругости рессор и шин, действия амортизаторов, распределения массы автомобиля по его длине.

Рессора – упругий элемент подвески транспортного средства. Рессора передаёт нагрузку с рамы или кузова на ходовую часть (колёса, опорные катки гусеницы и т.д.) и смягчает удары и толчки при прохождении по неровностям пути.

Листовая рессора представляет собой пакет листов различной длины, изготовленных из закалённой стали и соединённых хомутами. В наиболее распространённом варианте рессорной подвески средняя часть пакета закреплена на ходовой части машины и опирается на неё, а концы закреплены на кузове с помощью подвижных соединений (серьги, резинометаллические шарниры). Встречаются и иные конструкции. Листовая рессора работает на изгиб как упругая балка. В последнее время наблюдается тенденция к переходу от многолистовых к малолисто-

вым и даже монолистовым рессорам, иногда – изготовленным из неметаллических материалов (композитов).

В подвесках современных легковых автомобилей рессоры практически не применяются, так как за счёт своей гибкости они допускают непредсказуемое продольное смещение прикреплённого к ним моста – сравнительно небольшое, но достаточное для нарушения управляемости на больших скоростях. Частично решает проблему введение в подвеску реактивных тяг, но наиболее предпочтительна подвеска с жёстко заданной геометрией, вроде пружинной или торсионной. Единственные случаи применения рессор в современных легковых автомобилях, например, в подвесках автомобиля Chevrolet Corvette и некоторых Volvo, связаны именно с их использованием исключительно в качестве упругого элемента, геометрию же подвески при этом задают рычаги, аналогичные используемым в пружинной подвеске. Современные рессоры часто для уменьшения массы делают не из металла, а из композитных материалов.

Гасящее устройство (амортизатор) предназначено для уменьшения амплитуды колебаний кузова автомобиля, вызванных работой упругого элемента. работа амортизатора основана на гидравлическом сопротивлении, возникающем при протекании жидкости из одной полости цилиндра в другую через калибровочные отверстия (клапаны).

У однотрубных амортизаторов рабочая и компенсационная полости расположены в одном цилиндре. Изменение объема рабочей жидкости, вызванные температурными колебаниями, компенсируются за счет объема газовой полости.

Двухтрубный амортизатор включает две, расположенные одна в другой, трубы. Внутренняя труба образует рабочий цилиндр, а внешняя - компенсационную полость.

Различают следующие конструкции амортизаторов: однотрубные (один цилиндр) и двухтрубные (два цилиндра). Двухтрубные амортизаторы короче однотрубных, имеют большую область применения, поэтому шире используются на автомобиле.

										Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР					

Экспериментально установлено, что колебания автомобиля можно разделить на две группы: высокочастотные (300...500 кол/мин) и низкочастотные (50...120 кол/мин). С высокой частотой преимущественно колеблются неподрессоренные массы, а с низкоподдрессоренные массы (кузов).

Высокая частота колебаний, происходящих даже с малыми амплитудами (тряска, вибрация), вызывает неприятные ощущения, однако очень малая частота также неприятна, так как может вызвать явление, сходное с морской болезнью. Человек не ощущает колебаний при ходьбе, так как еще с детства привык к этой частоте колебаний, составляющей 70...100 кол/мин. Следует отметить, что у современных легковых автомобилей частота колебаний кузова находится в пределах 60...80 кол/мин.

Добиться уменьшения колебаний можно достаточно большим количеством способов:

- изменить конструкцию подвески;
- поддерживать подвеску в работоспособном состоянии;
- изменить давление в шинах в зависимости от дорожного покрытия;
- равномерно распределить груз по базе автомобиля.

1.6 Влияние параметров подвески на активную безопасность

Активная безопасность – это совокупность конструктивных и эксплуатационных свойств автомобиля, направленных на предотвращение дорожно-транспортных происшествий и исключение предпосылок их возникновения, связанных с конструктивными особенностями автомобиля [6].

Основным предназначением систем активной безопасности автомобиля является предотвращение аварийной ситуации.

Наиболее известными и востребованными системами активной безопасности являются:

- антиблокировочная система тормозов;
- антипробуксовочная система;

вие. Признаком потери автомобилем устойчивости является его скольжение или опрокидывание. В зависимости от направления скольжения или опрокидывания автомобиля устойчивость может быть продольной или поперечной. Нарушение у автомобиля поперечной устойчивости в процессе эксплуатации наиболее вероятно и более опасно, чем нарушение продольной устойчивости.

Управляемость автомобиля – одно из важнейших эксплуатационных свойств, определяющих возможность его безопасного движения с большими средними скоростями, особенно на дорогах с интенсивным движением.

На управляемость автомобиля оказывают влияние различные конструктивные и эксплуатационные факторы. К ним относятся установка и стабилизация управляемых колес, подвеска и шины, техническое состояние рулевого управления, блокировка колес при торможении, колебания управляемых колес, усилители рулевого управления, кузов автомобиля, квалификация водителя и др.

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

Устойчивость автомобиля определяется его способностью противостоять боковому заносу и опрокидыванию.

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

Оба эти качества связаны между собой, так как плохая управляемость автомобиля приводит к потере устойчивости и заносу автомобиля. Совместное рассмотрение этих вопросов дает возможность выявить влияние основных конструктивных факторов, как в том, так и в другом отношении.

Для того чтобы выявить влияние отдельных факторов на управляемость и устойчивость автомобиля, необходимо рассмотреть отдельно движение автомобиля по прямой и движение на повороте.

										Лист
										38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР

амортизаторов, поэтому амортизаторы, подобранные соответственно параметрам свободных колебаний данной подвески, не должны намного увеличивать ее жесткости.

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

Конструкция и способ крепления подвески влияют как на её жесткость, так и на сохранение постоянства ширины колеи. При независимой подвеске постоянство ширины колеи наилучшим образом обеспечивается при качании колес в продольной плоскости. Сохранение постоянства ширины колеи необходимо для хорошей управляемости автомобиля. В случае изменения ширины колеи колеса скользят, перемещаясь в поперечном направлении, при этом часть силы сцепления оказывается использованной на это перемещение.

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

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР					

1.7 Активная безопасность автомобиля

Активная безопасность автомобиля – это совокупность конструктивных и эксплуатационных свойств автомобиля, направленных на предотвращение дорожно-транспортных происшествий и исключение предпосылок их возникновения, связанных с конструктивными особенностями автомобиля [5].

А если говорить проще, то это те системы автомобиля, которые помогают в предотвращении аварии.

Ниже – подробнее о параметрах и системах автомобиля, влияющие на его активную безопасность.

Безотказность узлов, агрегатов и систем автомобиля является определяющим фактором активной безопасности. Особенно высокие требования предъявляются к надежности элементов, связанных с осуществлением маневра – тормозной системе, рулевому управлению, подвеске, двигателю, трансмиссии и так далее. Повышение безотказности достигается совершенствованием конструкции, применением новых технологий и материалов.

Компоновка автомобилей бывает трех видов:

1) переднемоторная – компоновка автомобиля, при которой двигатель расположен перед пассажирским салоном, является самой распространенной и имеет два варианта:

- заднеприводная (классическая);
- переднеприводная.

Переднемоторная переднеприводная – получила в настоящее время широкое распространение благодаря ряду преимуществ перед приводом на задние колеса:

- лучшая устойчивость и управляемость при движении на большой скорости, особенно по мокрой и скользкой дороге;
- обеспечение необходимой весовой нагрузки на ведущие колеса;
- меньшему уровню шума, чему способствует отсутствие карданного вала;

В тоже время переднеприводные автомобили обладают и рядом недостатков:

- при полной нагрузке ухудшается разгон на подъеме и мокрой дороге;

											Лист
											42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР						

– в момент торможения слишком неравномерное распределение веса между осями (на колеса передней оси приходится 70...75% веса автомобиля) и соответственно тормозных сил;

– шины передних ведущих управляемых колес нагружены больше соответственно больше подвержены износу;

– привод на передние колеса требует применение сложных узлов - шарниров равных угловых скоростей (ШРУСов);

– объединение силового агрегата (двигатель и КПП) с главной передачей усложняет доступ к отдельным элементам;

2) компоновка с центральным расположением двигателя – двигатель находится между передней и задней осями, для легковых автомобилей является достаточно редкой. Она позволяет получить наиболее вместительный салон при заданных габаритах и хорошее распределение по осям;

3) заднемоторная – двигатель расположен за пассажирским салоном. Такая компоновка была распространена на малолитражных автомобилях. При передаче крутящего момента на задние колеса она позволяла получить недорогой силовой агрегат и распределение такой нагрузки по осям, при которой на задние колеса приходилось около 60% веса. Это положительно сказывалось на проходимости автомобиля, но отрицательно на его устойчивости и управляемости, особенно на больших скоростях. Автомобили с этой компоновкой, в настоящее время, практически не выпускаются.

Тормозные свойства. Возможность предотвращения ДТП чаще всего связана с интенсивным торможением, поэтому необходимо, чтобы тормозные свойства автомобиля обеспечивали его эффективное замедление в любых дорожных ситуациях.

Для выполнения этого условия сила, развиваемая тормозным механизмом, не должна превышать силы сцепления с дорогой, зависящей от весовой нагрузки на колесо и состояния дорожного покрытия. Иначе колесо заблокируется (перестанет вращаться) и начнет скользить, что может привести (особенно при блокировке нескольких колес) к заносу автомобиля и значительном увеличении тормозного пути.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист 43

Чтобы предотвратить блокировку, силы, развиваемые тормозными механизмами, должны быть пропорциональны весовой нагрузке на колесо. Реализуется это с помощью применения более эффективных дисковых тормозов.

На современных автомобилях используется антиблокировочная система (АБС), корректирующая силу торможения каждого колеса и предотвращающая их скольжение.

Зимой и летом состояние дорожного покрытия разное, поэтому для наилучшей реализации тормозных свойств необходимо применять шины, соответствующие сезону.

Тяговые свойства (тяговая динамика) автомобиля определяют его способность интенсивно увеличивать скорость движения. От этих свойств во многом зависит уверенность водителя при обгоне, проезде перекрестков. Особенно важное значение тяговая динамика имеет для выхода из аварийных ситуаций, когда тормозить уже поздно, маневрировать не позволяют сложные условия, а избежать ДТП можно, только опередив события.

Так же как и в случае с тормозными силами, сила тяги на колесе не должна быть больше силы сцепления с дорогой, в противном случае оно начнет пробуксовывать. Предотвращает это противобуксовочная система (ПБС). При разгоне автомобиля она притормаживает колесо, скорость вращения которого больше, чем у остальных, а при необходимости уменьшает мощность, развиваемую двигателем.

Устойчивость – способность автомобиля сохранять движение по заданной траектории, противодействуя силам, вызывающим его занос и опрокидывание в различных дорожных условиях при высоких скоростях.

Различают следующие виды устойчивости:

– поперечная: при прямолинейном движении (курсовая устойчивость), ее нарушение проявляется в рыскании (изменении направления движения) автомобиля по дороге и может быть вызвано действием боковой силы ветра, разными величинами тяговых или тормозных сил на колесах левого или правого борта, их бук-

										Лист
										44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР					

сованием или скольжением, большим люфтом в рулевом управлении, неправильными углами установки колес и т.д.;

– поперечная: при криволинейном движении, ее нарушение приводит к заносу или опрокидыванию под действием центробежной силы. Особенно ухудшает устойчивость повышение положения центра масс автомобиля (например, большая масса груза на съемном багажнике на крыше);

– продольная: ее нарушение проявляется в буксовании ведущих колес при преодолении затяжных обледенелых или заснеженных подъемов и сползании автомобиля назад. Особенно это характерно для автопоездов.

Управляемость - способность автомобиля двигаться в направлении, заданном водителем. Одной из характеристик управляемости является поворачиваемость – свойство автомобиля изменять направление движения при неподвижном рулевом колесе. В зависимости от изменения радиуса поворота под воздействием боковых сил (центробежной силы на повороте, силы ветра и т.д.) поворачиваемость может быть:

- недостаточной – автомобиль увеличивает радиус поворота;
- нейтральной – радиус поворота не изменяется;
- избыточной – радиус поворота уменьшается.

Различают шинную и креновую поворачиваемость.

Шинная поворачиваемость связана со свойством шин – двигаться под углом к заданному направлению при боковом уводе (смещение пятна контакта с дорогой относительно плоскости вращения колеса). При установке шин другой модели поворачиваемость может измениться и автомобиль на поворотах при движении с большой скоростью поведет себя иначе. Кроме того, величина бокового увода зависит от давления в шинах, которое должно соответствовать указанному в инструкции по эксплуатации автомобиля.

Креновая поворачиваемость связана с тем, что при наклоне кузова (крене) колеса изменяют свое положение относительно дороги и автомобиля (в зависимости от типа подвески). Например, если подвеска двухрычажная, колеса наклоняются в стороны крена, увеличивая увод.

										Лист
										45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР					

Информативность – свойство автомобиля обеспечивать необходимой информацией водителя и остальных участников движения. Недостаточная информация от других транспортных средств, находящихся на дороге, о состоянии дорожного покрытия и т.д. часто становится причиной аварии. Информативность автомобиля подразделяют на внутреннюю, внешнюю и дополнительную.

Внутренняя - обеспечивает возможность водителю воспринимать информацию, необходимую для управления автомобилем. Она зависит от следующих факторов:

– обзорность должна позволять водителю своевременно и без помех получать всю необходимую информацию о дорожной обстановке. Неисправные или неэффективно работающие омыватели, система обдува и обогрева стекол, стеклоочистители, отсутствие штатных зеркал заднего вида резко ухудшают обзорность при определенных дорожных условиях;

– расположение панели приборов, кнопок и клавиш управления, рычага переключения скоростей и т.д. должно обеспечивать водителю минимальное время для контроля показаний, воздействий на переключатели и т.д.

Внешняя информативность – обеспечение других участников движения информацией от автомобиля, которая необходима для правильного взаимодействия с ними. В нее входят система внешней световой сигнализации, звуковой сигнал, размеры, форма и окраска кузова.

Дополнительная информативность – свойство автомобиля, позволяющие эксплуатировать его в условиях ограниченной видимости: ночью, в тумане и т.д. Она зависит от характеристик приборов системы освещения и других устройств (например, противотуманных фар), улучшающих восприятие водителем информации о дорожно-транспортной ситуации.

Комфортабельность автомобиля определяет время, в течение которого водитель способен управлять автомобилем без утомления. Увеличению комфорта способствует использование АККП, регуляторов скорости (круиз-контроль) и т.д. В настоящее время выпускаются автомобили, оборудованные адаптивным круиз-контролем. Он не только автоматически поддерживает скорость на заданном

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

уровне, но и при необходимости снижает ее вплоть до полной остановки автомобиля.

1.8 Методы улучшения подвесок автомобилей

Улучшение подвески другими словами называется тюнинг. Тюнинг подвески автомобиля выполняют, как правило, с целью улучшения маневренности (а значит и безопасности автомобиля). Задняя подвеска так же, как и передняя, очень сильно влияет на управляемость автомобиля. Именно поэтому она тоже нуждается в хорошем тюнинге [6].

Для улучшения работы подвески одни устанавливают новые амортизаторы и пружины для большей жесткости. Другие укорачивают штатные. Однако в результате этого, при отрыве колес от земли, пружины начинают болтаться и стучать. Чтобы предотвратить это, нужно выполнить подвязку задней балки.

Также улучшить работу подвески можно заменой стандартных кронштейнов на стальные, которые имеют более высокую надежность, нежели штатные.

Повысить управляемость автомобиля также можно при помощи установки новых колес.

Итак, выберем основные направления улучшения задней подвески автомобиля категории М₁:

1) занижение подвески – при занижении уменьшается центр тяжести – улучшается управляемость, устойчивость, а уменьшенный клиренс – увеличивает максимальную скорость (из-за уменьшения лобовой площади). Второе – делает ее жестче. При этом к вышперечисленным характеристикам добавляется существенное уменьшение кренов, а значит, выше скорость прохождения поворотов и критические скорости «маневрирования». Хотя придется забыть о поездках на природу – спортивный автомобиль получается, а не внедорожник. Хотя тюнинг подвески для внедорожной езды сводится к лифтингу – увеличению клиренса;

23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР

Лист

47

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2) замена упругого элемента - при модернизации пружин подвесок существует некая градация модификации. Рассмотрим способы тюнинга пружин. Первый способ – серийные пружины и модификация серийных. Самый простой способ модификации подвески – серийные стандартные пружины сочетаются с новыми амортизаторами. Если только новых амортизаторов может показаться мало, прибегают к модификации серийных пружин. Оно предполагает ее укорачивание, путем подрезки на виток. При легком тюнинге подвески возможен вариант модернизации - укороченная пружина и серийный амортизатор. При таком варианте дорожный просвет уменьшается, что плохо для наших дорог, но при этом центр тяжести снижается, что положительно. Часто устанавливают ограничители отбоя пружины, которые представляют собой трос, закрепленный к кузову и подвеске, чтобы при возможном отрыве колеса от земли сильно укороченная пружина не выпала из подвески. Обязательно устанавливают отбойники на сжатие. Такие изменения над подвеской малобюджетны, от того и популярны. Применяются во время ремонта подвески или замены амортизаторов, которую рекомендуется делать чаще, нежели вытечет вся жидкость из изношенного амортизатора. Очевидное занижение подвески на пол-витка - виток (15...30 мм) может оказаться губительным для амортизатора, т.к. сокращается ход штока при сжатии, а отбоя возрастает: шток находится в нерабочей зоне. Кроме этого при занижении подвески колеса начинают цеплять за арки крыла. И тем больше, чем ниже сидит автомобиль. Правда, нет худа без добра – модернизируем внешний вид: делаем широкие арки колес. Второй способ – установка других пружин. Тут возможны варианты – либо тюнинговые жесткие укороченные, либо мягкие высокие, увеличивающие дорожный просвет, либо жесткие высокие, предназначенные для перевозки грузов. Но нас интересуют пружины специальные, заниженные. Так, для скоростного тюнинга специально навитые пружины имеют иную толщину прутка, форму навивки (цилиндрические или конические, бочкообразные) имеют переменный шаг витка или переменное сечение прутка, а значит имеют другую характеристику работы, как правило, нелинейную с большей жесткостью. Специальные тюнинговые пружины, как правило, жестче на 20% и ниже, в первом случае на

										Лист
										48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР

15...20 мм, во втором, более экстремальном, на 40...60 мм. В тюнинге есть понятие спортивная подвеска, что означает сочетание новых заниженных пружин и уже подобранных амортизаторов. Амортизаторы могут иметь регулируемую жесткость. Но об этом ниже;

3) применение винтовых подвесок – состоят из одной или двух пружин и резьбы с гайкой на корпусе амортизатора для регулировки поджатия (а значит и длины) пружины. Это подвески с регулировкой длины пружины в пределах 60...90 мм. Это означает, что дорожный просвет может изменяться от гоночных 70 мм до внедорожных 160 мм. Двойной упругий элемент состоит из основной пружины и подпружинника, последний имеет цилиндричный или прямоугольный пруток. Подпружинник необходим для дополнения короткоходной основной пружины, которая при вывешивании колеса полностью разжимается. Подпружинник и пружина имеют разную жесткость. Это свойство делает стойку прогрессивной и хорошо работает на разных типах дорог. Сильное занижение меняет кинематику колеса. При сильном занижении подвески на поперечных рычагах колеса уходят из оптимального положения и становятся «домиком». При завышении – становятся подобны «горбтому» Запорожцу. Регулировка схода-развала обязательна после каждого занижения-завышения. Хотя за 2-3 часа можно создать два различных варианта ходовой части (и много промежуточных) для гоночного кольца или для проселка;

4) изменение гасящего устройства. Гасящее устройство современных подвесок – это телескопический амортизатор, масляный или газовый. Газовые, более надежные, и, как правило, более жесткие и энергоемкие. Амортизаторы для тюнинга бывают однотрубные и двухтрубные. Существуют амортизаторы перевернутого типа (в них шток неподвижен) — они считаются самыми современными. При этом конструкция газовых амортизаторов перевернутого типа обеспечивает более стабильную характеристику работы. Существуют амортизаторы и с дополнительной компенсационной камерой. Они самые энергоемкие, ибо в камеру перетекает «лишняя» рабочая среда (газ, масло). Качество изготовления известных производителей гарантирует ресурс. Амортизаторы для тюнингового автомобиля не-

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР

обходимо подбирать индивидуально. При легкой доводке подвески ограничиваются установкой лишь газовых жестких амортизаторов. Существует опция регулировки жесткости. Жесткость можно регулировать в пошаговом режиме. Самые простые и дешевые обеспечивают 3...5 регулировок. Самые серьезные – 15. Причем некоторые подвески позволяют с места водителя регулировать жесткость. Регулировка жесткости большинства амортизаторов маленьким колесиком на штоке. В других конструкциях существует регулировка углом поворота штока или винтом на корпусе амортизатора. Для регулировки жесткости «перевернутых» амортизаторов приходится залазить под автомобиль. В некоторых случаях применяют два амортизатора на колесо при зависимой подвеске и независимой рычажной. Пришло это из ралли, во времена СССР с успехом подготовили не один ВАЗ и Москвич;

5) установка стабилизаторов поперечной устойчивости. Стабилизаторы необходимы в автомобиле для взаимосвязи колес правого и левого борта. Для тюнингового автомобиля применяют стабилизаторы большего диаметра (как правило, на 2...3 мм, что вполне достаточно) и, соответственно, более жесткого, который препятствует большим кренам кузова в повороте.

Вывод по разделу один

Были выявлены конструктивные и эксплуатационные факторы, влияющие на устойчивость, управляемость и плавность хода (активная безопасность автомобиля), а так же способы повышения активной безопасности автомобиля.

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

2 ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ РАЗЛИЧНЫХ ПОДВЕСОК. ОБОСНОВАНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ПОДВЕСКИ

2.1 Обоснование **разработки задней подвески проектируемого ав- томобиля**

2.1.1 Исходные данные для дальнейших исследований

Автомобиль категории M₁ – ВАЗ-2114. Технические характеристики данного автомобиля следующие [7]:

- 1) тип кузова – хэтчбек;
- 2) количество дверей – 5;
- 3) мест – 5;
- 4) двигатель – бензиновый, четырёхтактный, четырёхцилиндровый, инжекторный;
- 5) максимальная мощность – 77,8 л/с;
- 6) масса в снаряжённом состоянии – 985 кг;
- 7) полная масса – 1410 кг;
- 8) максимальная скорость – 160 км/ч;
- 9) коробка перемены передач – механическая (5/1);
- 10) рулевое управление – реечного типа без усилителя;
- 11) разгон до 100 км/ч – 13,20 с;
- 12) тормоза:
 - а) передние – дисковые;
 - б) задние – барабанные;
- 13) передняя подвеска – независимая однорычажная;
- 14) задняя подвеска – полунезависимая, со сварной балкой;
- 15) габаритные размеры – 4122х1650х1402 мм;
- 16) шины ВАЗ-2114 – 165/70R13; 175/70R13.

2.1.2 Обзор конструкций задних подвесок автомобилей

Задняя зависимая подвеска заднеприводного автомобиля категории M_1 (рисунок 2.1) [8].



Рисунок 2.1 – Вид общий задней зависимой подвески заднеприводного автомобиля категории M_1

Типичным представителем такой конструкции может служить задняя подвеска с цилиндрическими винтовыми пружинами в качестве упругих элементов. Как пример можно привести конструкцию задних подвесок классических ВАЗов. В этом случае балка заднего моста подвешивается на двух винтовых пружинах и дополнительно крепится к кузову при помощи четырех продольных рычагов. Кроме этого, для улучшения управляемости, уменьшения крена кузова в поворотах и улучшения плавности хода устанавливается поперечная реактивная штанга.

Основным недостатком этого типа подвески является значительная масса балки заднего моста. Этот показатель особенно возрастает, когда мост выполняется ведущим: приходится «нагружать» балку весом картера главной передачи, редуктора и т.п. А приводит все это к возрастанию так называемых неподрессоренных масс, из-за чего значительно ухудшается плавность хода, и появляются вибрации.

Подвеска типа «Де Дион» (рисунок 2.2). Стремясь как можно больше «облегчить» задний мост, инженеры многих автомобильных компаний начали применять подвеску типа «Де Дион», названную по имени своего изобретателя,

француза Альберта Де Диона. Главное ее отличие – картер главной передачи теперь отделен от балки моста и прикреплен непосредственно к кузову.



Рисунок 2.2 – Задняя подвеска типа «Де Дион»

Теперь крутящий момент передается от двигателя автомобиля к ведущим колесам через полуоси, качающиеся на шарнирах равных угловых скоростей. Этот тип подвески может быть как зависимым, так и независимым. Нечто похожее применяется на внедорожных автомобилях, в конструкции передней подвески независимого типа.

Но, несмотря на совершенствование конструкции, все зависимые подвески обладают одним и весьма существенным минусом: проявляется несбалансированное поведение автомобиля при старте и торможении. Машина начинает «приседать» при интенсивном разгоне и «клевать носом» во время торможения. Для устранения этого эффекта стали применять дополнительные направляющие элементы.

Полунезависимая задняя подвеска (рисунок 2.3). Конструктивно она выполняется в виде двух продольных рычагов, которые соединены посередине поперечиной. Этот тип подвески применяется только сзади, но практически на всех переднеприводных автомобилях. Среди плюсов этой конструкции можно выделить легкость монтажа, компактность и небольшой вес, как следствие – уменьшение «неподдресоренных масс», и самое ее весомое достоинство – наиболее оптимальная кинематика колеса. Недостаток можно выделить всего один: такую подвеску можно применять только на неведущем заднем мосту.

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

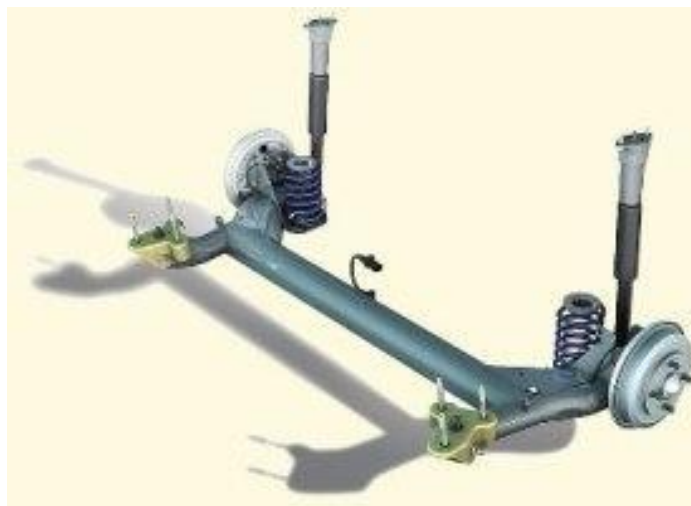


Рисунок 2.3 – Полунезависимая задняя подвеска переднеприводного автомобиля категории М₁

Рессорная зависимая задняя подвеска (рисунок 2.4). Одна из первых и наиболее распространенных конструкций зависимой подвески – с продольными или поперечными рессорами и гидравлическими амортизаторами. Ее до сих пор применяют на грузовиках, коммерческих автомобилях и на некоторых моделях внедорожников. Это наиболее простой вариант решения задней подвески: мост «подвешивается» на продольных рессорах, закрепленных в кронштейнах кузова. Кроме этого, к балке заднего моста крепятся амортизаторы. В такой конструкции рессоры выполняют также функции направляющих элементов, то есть связывают колесо с кузовом и определяют его кинематику.



Рисунок 2.4 – Рессорная зависимая задняя подвеска

Плюс зависимой задней подвески подобного типа – очевидная простота конструкции, правда, это имеет какое-либо серьезное значение только для производителя. На практике же рядового автомобилиста ожидают только минусы: недостаточная эффективность работы рессор, как направляющих элементов. При достижении высоких скоростей относительно «мягкие» рессоры оказываются не в состоянии придавать заднему мосту необходимое положение в пространстве, отчего сильно ухудшается сцепление шин с дорогой, и, как следствие, проявляется неудовлетворительная управляемость машины на высоких скоростях.

Установка пневмоэлементов. В случае если пружина и амортизатор конструктивно установлены отдельно друг от друга, пружина просто заменяется на пневмоэлемент с проставками необходимой толщины. Проставками подбирается минимальный и максимальный дорожный просвет автомобиля.

Если пружины с амортизаторами собраны в единый узел, наподобие передней стойки, то пневмоэлемент устанавливается так же, как и на передней подвеске – одевается на шток амортизатора.

В зависимости от конструкции подвески возможны следующие варианты установки пневмобаллонов:

- 1) установка вспомогательных подушек на рессоры (рисунок 2.5).

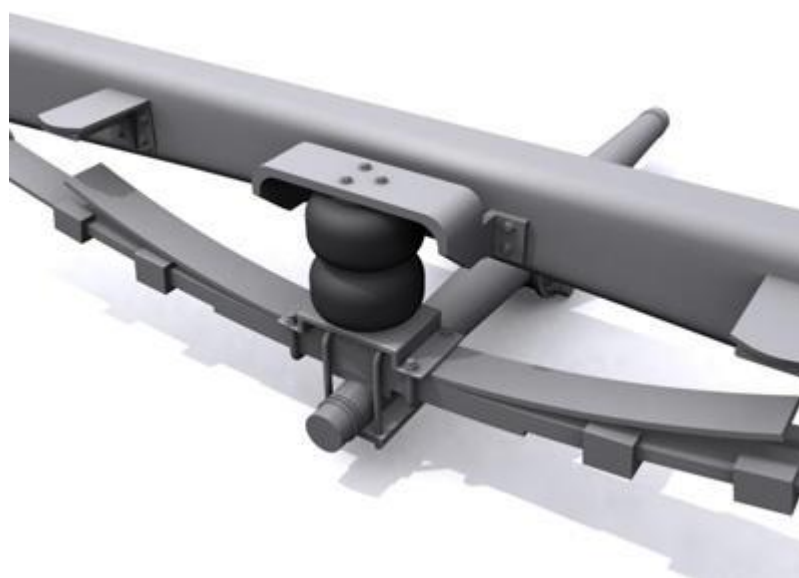


Рисунок 2.5 – Установка вспомогательных подушек на рессоры

В этом случае в штатных рессорах уменьшается количество листов, что компенсируется установкой небольшой пневмоподушки. Уменьшение количества листов снижает жесткость рессоры, что позволяет сделать подвеску более комфортной при ежедневном передвижении на незагруженном автомобиле и в то же время давлением в подушке можно в широких пределах изменять дорожный просвет и компенсировать отсутствующие листы при полной загрузке автомобиля. В итоге такая установка позволяет расширить возможности автомобиля, улучшить управляемость и плавность хода, поднять грузоподъемность и проходимость, облегчить буксировку тяжелого прицепа;

2) замена пружин на пневмобаллоны. На автомобилях с пружинной (как зависимой, так и независимой) передней и задней подвеской пружина полностью заменяется пневмо-баллоном. Улучшение характеристик подвески этом случае такое же, как и на рессорной подвеске, но преимущества пневмоподвески проявляются более полно, чем при установке вспомогательной подушки.

2.1.3 Обоснование модернизации существующей подвески автомобиля ВАЗ-2114

Задняя подвеска проектируемого автомобиля категории M_1 (рисунок 2.6) – полунезависимая, пружинная, с гидравлическими амортизаторами. Задние колеса автомобиля связаны между собой сварной балкой, состоящей из двух продольных рычагов 2 и соединителя 12, имеющего U-образное сечение. Соединитель обладает большой жесткостью на изгиб и малой на скручивание, благодаря чему обеспечивается независимость перемещения задних колес автомобиля. Продольный рычаг 2 задней подвески выполнен трубчатым. Передним концом через резинометаллический шарнир 3 он крепится к кронштейну кузова автомобиля. К заднему концу рычага приварены кронштейн 14 амортизатора и фланец 21 для крепления оси 15 ступицы заднего колеса и тормозного щита 19. Амортизатор 13 верхним концом через резиновые подушки 7 крепится к верхней опоре 5 пружины, связанной с кузовом, а нижним концом через резинометаллический шарнир 22 к

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

нижнему рычагу подвески. На амортизаторе установлены пружина 9 между нижней опорной чашкой 11 и верхней опорой 5, а также буфер сжатия 8. Под верхний конец пружины подвески установлена виброшумоизолирующая резиновая прокладка 6. Буфер сжатия ограничивает ход колеса вверх, упираясь в специальную опору, размещенную на верхней части резервуара амортизатора [4].

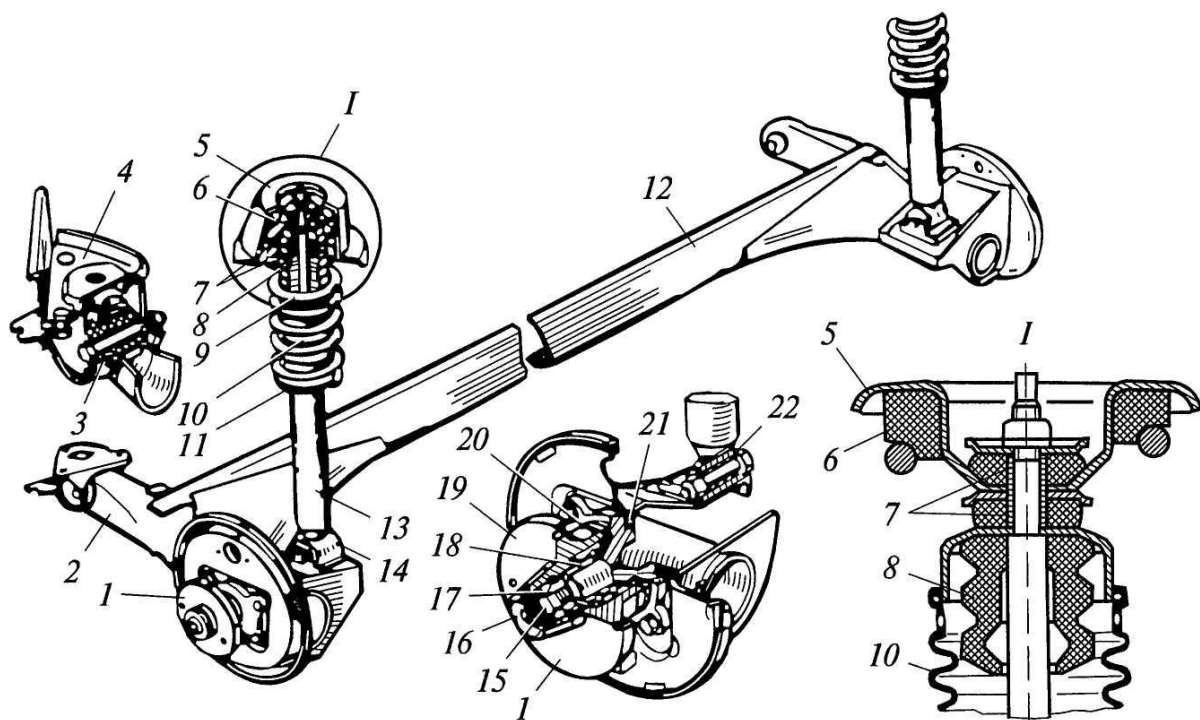


Рисунок 2.6 – Задняя подвеска переднеприводных автомобилей категории М₁
 1 – ступица; 2 – рычаг; 3, 22 – шарниры; 4, 14 – кронштейны; 5 – опора;
 6 – прокладка; 7 – подушка; 8 – буфер; 9 – пружина; 10 – кожух; 11 – опорная чашка; 12 – соединитель; 13 – амортизатор; 15 – ось; 16 – колпак; 17 – гайка; 18 – подшипник; 19 – щит; 20 – кольцо; 21 – фланец

Как видно из рисунка 2.6 немаловажную роль в подвеске автомобиля играет стойка амортизатора. Для улучшения плавности хода автомобиля, а значит и для повышения общей безопасности на сегодняшний день можно устанавливать различного рода амортизаторы.

В современном амортизаторе демпфирование осуществляется за счет гидравлического сопротивления масла, прокачиваемого через узкие каналы. Простейший гидравлический телескопический амортизатор состоит из цилиндра, заполненного маслом, и поршня, плотно входящего в него. Поршень перемещается внутри цилиндра под воздействием штока, другой конец которого закреплен на

кузове, в то время как цилиндр прикреплен к подвижной части подвески – рычагу или опоре подшипника колеса. При сжатии подвески шток перемещает поршень, и часть жидкости из камеры под ним перетекает через канал, расположенный в поршне, в область над поршнем. При растяжении тот же объем жидкости перекачивается обратно. За счет гидравлического сопротивления в каналах поршня, энергия колебаний переводится в тепловую энергию, говоря проще - уходит в нагрев самого амортизатора [9].

Двухтрубный амортизатор работает следующим (рисунок 2.7, а) образом. При сжатии часть масла прокачивается через клапаны поршня в надпоршневую область. Другая часть, соответствующая объему входящего в амортизатор штока, вытесняется из рабочей в компенсационную полость через клапан, расположенный на дне цилиндра. Обычно именно он оказывает основное сопротивление сжатию. При растяжении (инженеры говорят – отбое) масло, наоборот, вытесняется из надпоршневой области через клапан с высоким сопротивлением в поршне, а дополнительный объем жидкости подсасывается из компенсационной полости через донный клапан с пренебрежимо малым сопротивлением.

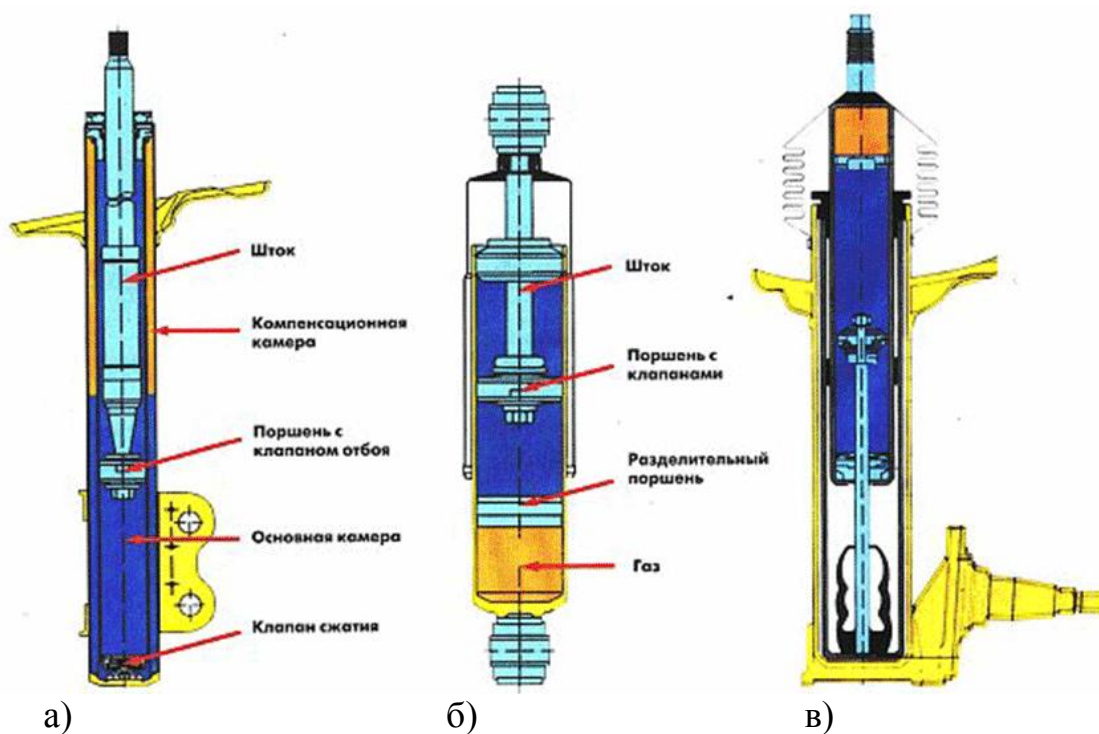


Рисунок 2.7 – Основные типы амортизаторов
 а) – двухтрубный амортизатор; б) – однотрубный амортизатор;
 в) – перевёрнутый однотрубный амортизатор

Второй способ компенсации изменения объема рабочей полости амортизатора – организация компенсационной камеры, заполненной газом под давлением. По такому принципу устроен однотрубный газонаполненный амортизатор высокого давления (рисунок 2.7, б). Вопреки бытовому названию «газовый», рабочим телом в таком амортизаторе является все тоже масло, а вовсе не газ. Последний закачан под большим давлением (до 30 бар) в камеру, отделенную от рабочей области разделительным поршнем. За счет сжатия газа осуществляется компенсация объема, вытесняемого штоком амортизатора. При этом и при сжатии, и при отбое амортизатора работают клапаны, размещенные в основном поршне. Свои достоинства и недостатки есть у обеих конструкций. Главная беда двухтрубных амортизаторов – вспенивание масла, которое происходит при высокой интенсивности работы. Кроме того, «двухтрубник» не может быть установлен под углом более 45 градусов к вертикали, иначе воздух из компенсационной камеры может попасть в основную.

Наконец, при том же диаметре амортизатора эффективная площадь поршня у него меньше, чем у однотрубного, и это ухудшает характеристики демпфирования при малых ходах штока. Газонаполненный амортизатор лишен этих недостатков, его можно устанавливать хоть горизонтально, хоть «вверх ногами» (так, кстати, часто и делают, чтобы уменьшить неподрессоренные массы автомобиля). Давление газового подпора позволяет избежать вспенивания масла, а значит и резкого ухудшения характеристик амортизатора. Наконец, в однотрубном амортизаторе масло лучше охлаждается, что способствует сохранению стабильных характеристик демпфирования вне зависимости от погодных условий и нагрузки.

Однако есть недостатки и у «однотрубника». Во-первых, при равном рабочем ходе длина газонаполненного амортизатора больше, чем двухтрубного. Во-вторых, при больших ходах и толстом штоке (например, в случае со стойками McPherson, где он служит направляющим элементом) газовый подпор, который и в статике заметно приподнимает автомобиль, начинает играть роль дополнительной пружины, причем с нелинейными характеристиками, что может негативно сказываться на характере управляемости автомобиля. Поэтому однотрубные стойки McPherson часто

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

делают перевернутыми (рисунок 2.7, в). В них роль направляющего элемента выполняет корпус амортизатора. Наконеч, главным препятствием для массового применения однотрубных амортизаторов является их более высокая цена. Главная проблема – уплотнение штока, которое должно сдерживать масло, находящееся под высоким давлением (у «двухтрубников» даже при ходе отбоя сальник штока не испытывает давления масла). Для этого необходимо изготовить шток, шероховатость поверхности которого должна быть не более 0,1 микрона.

На сегодняшний день газонаполненные амортизаторы вытесняют двухтрубные. Для регулирования жёсткости подвески на многих амортизаторах применяют выносные резервуары (рисунок 2.8). Выносная камера, в которой размещается разделительный поршень, позволяет существенно увеличить объем масла и газа, что положительно сказывается на охлаждении амортизатора и стабильности его характеристик. Кроме того, в магистрали, соединяющей рабочую полость с выносной камерой, располагается система клапанов, выполняющая ту же роль, что и клапаны в цилиндре двухтрубного амортизатора. Это позволяет проще, чем на обычном газонаполненном амортизаторе, сделать не зависящими друг от друга регулировки усилий отбоя и сжатия.

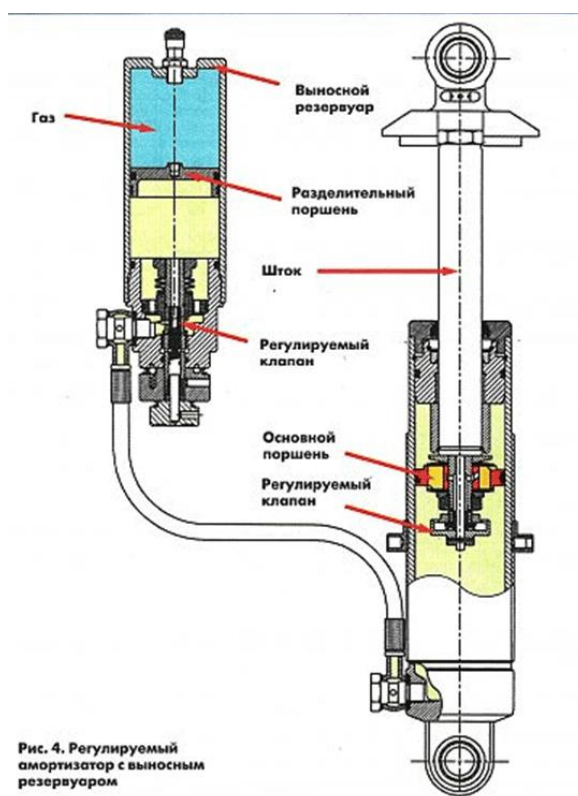


Рис. 4. Регулируемый амортизатор с выносным резервуаром

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР

Лист

60

Рисунок 2.8 – Регулируемый амортизатор с выносным резервуаром

Впрочем, для настройки куда важнее не конструкция самого амортизатора, а устройство и параметры клапанов. Даже геометрические размеры амортизатора определяют, по большому счету, только общую нагрузку, которую он может выдерживать, и его рабочий ход. Недаром, вся гамма амортизаторов, выпускаемых фирмой Ohlins для автомобилей, мотоциклов и снегоходов, имеет всего четыре стандартных диаметра поршня – 28, 36, 44 и 46 мм. Причем на автомобилях, как правило, используют самый большой поршень.

Вывод по разделу два

Был произведен обзор существующих подвесок легковых автомобилей, а также обоснована модернизация существующей подвески.

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Разработка кинематической схемы устройства меняющего плавность хода автомобиля

Плавность хода напрямую зависит от жёсткости гасящего элемента.

Итак, в конструкцию существующей подвески вносим следующие изменения:

- 1) устанавливаем газо-масляную стойку;
- 2) устанавливаем на амортизатор выносной резервуар;
- 3) устанавливаем оборудование для изменения давления газа в выносном резервуаре амортизатора.

Кинематическую схему разрабатываемого устройства представим в виде рисунка 3.1.

Работает данная конструкция следующим образом. Всего два режима работы: ручной и автомат.

Начнём с ручного режима. При этом режиме кнопка *10* включена. В этом случае кнопки *11* и *12* активны. Данными кнопками включается двигатель *7* насоса *8* или клапан *9*. При этом, при увеличении давления нажимаем кнопку увеличения (*11, 12*), включается электродвигатель *7*, который накачивает сжатый воздух (газ) в полость *4* выносного резервуара. Датчик давления *6* сигнализирует на панели управления о давлении в выносном резервуаре. Клапан *9* при этом включён на пуск сжатого воздуха в выносной резервуар (рисунок 3.2, в). Принцип работы клапана представлен на рисунке 4.2. При снижении давления в дополнительном объёме нажимаем кнопку уменьшения (*11, 12*), электродвигатель при этом выключается. Клапан *9* при этом включается на понижение давления (рисунок 3.2, б). При возникновении внештатной ситуации, сбоя в работе оборудования срабатывает предохранительный клапан (рисунок 3.2, г). При создании нужного давления можно начинать движение. При этом клапан *9* займёт позицию (рисунок 3.2, а). При дальнейшем движении, можно по ощущения поднастраивать жёсткость подвески вручную, можно даже при движении автомобиля.

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР

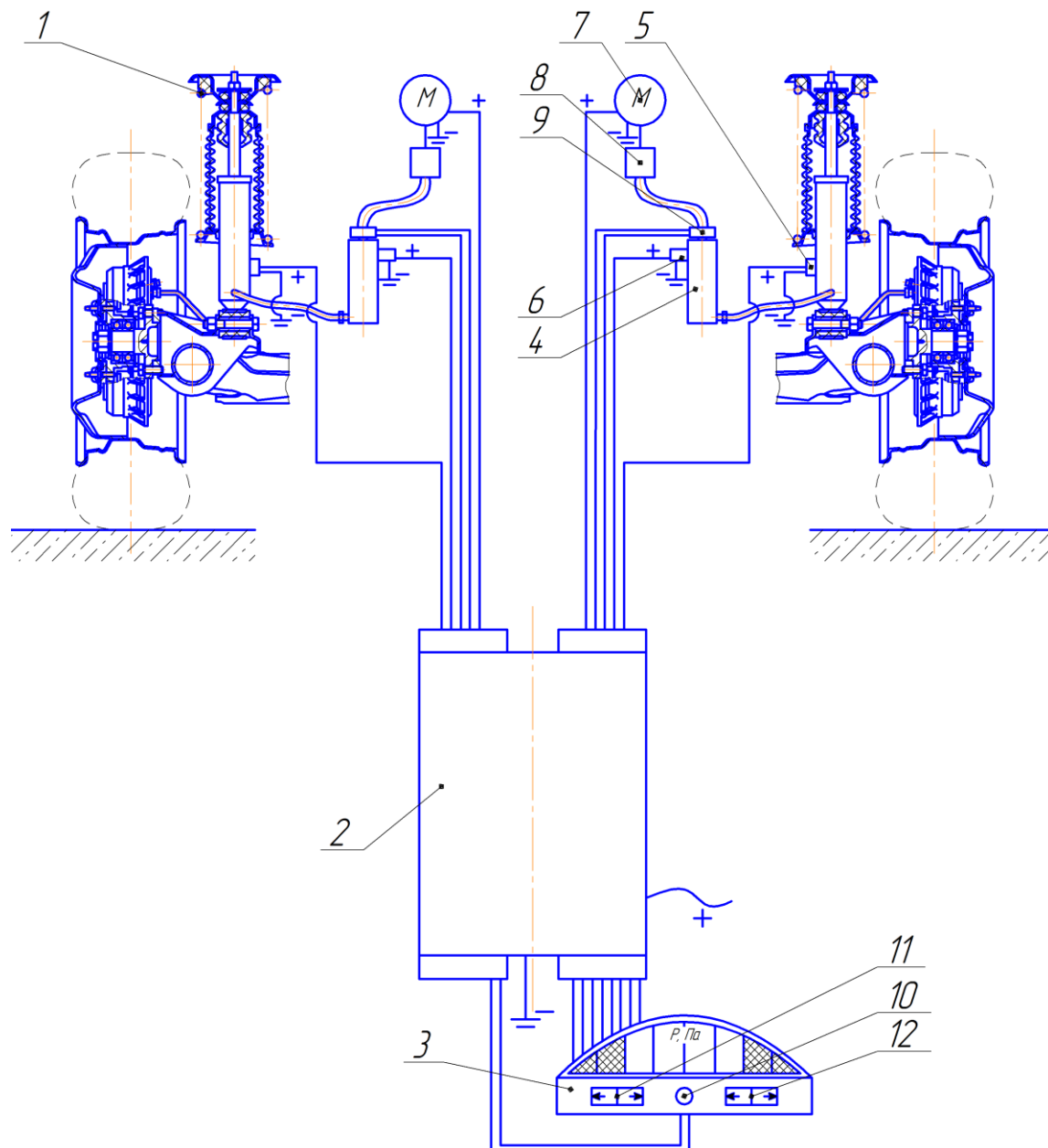


Рисунок 3.1 – Кинематическая схема устройства меняющего плавность хода автомобиля

- 1 – задняя подвеска; 2 – модуль управления; 3 – панель управления;
 4 – выносной резервуар; 5 – датчик колебаний подвески;
 6 – датчик давления дополнительного объема; 7 – электродвигатель;
 8 – насос; 9 – клапан; 10 – кнопка переключения режима работы (ручной/автомат); 11 – кнопка изменения давления подвески на левом колесе;
 12 – кнопка изменения давления подвески на правом колесе

В автоматическом режиме кнопка 10 включена на автомат (рисунок 3.1). При этом давление в выносном резервуаре регулируется при помощи показания следующих датчиков: 5 – датчик колебаний подвески (передняя подвеска не-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР

Лист

63

зависимая, поэтому модуль управления суммирует колебания); 6 – датчик давления дополнительного объёма.

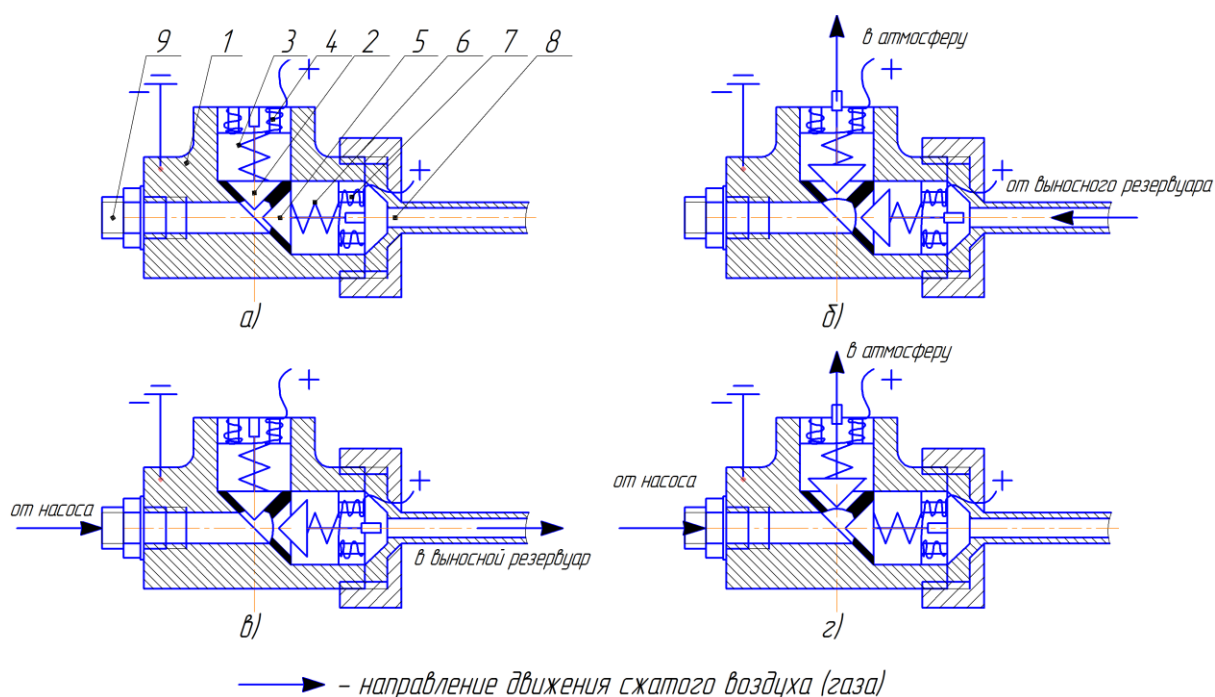


Рисунок 3.2 – Принципиальные схемы работы клапана

- а) – состояние покоя; б) – понижения давления; в) – повышения давления;
 г) – режим предохранения; 1 – корпус клапана; 2 – клапан выпускной;
 3 – пружина; 4 – катушка выпускного клапана; 5 – клапан нагнетательный;
 6 – пружина; 7 – катушка нагнетательного клапана; 8 – трубопровод
 9 – штуцер

В зависимости от характера покрытия и неровности дороги датчик колебаний 5 посылает сигналы на модуль управления 2. Датчик давления 6 так же посылает сигналы на модуль 2. При анализе данных система либо подаёт сжатый воздух (газ) в дополнительный выносной резервуар 4 либо снижет лишнее давление аналогично ручному режиму (см. ранее), но только автоматически.

3.2 Конструкторские расчёты задней подвески

3.2.1 Расчёт на прочность упругого элемента подвески

Упругим элементом расчётной подвески является коническая пружина. Пружины могут быть следующих видов:

- цилиндрические;
- конические;
- бочкообразные;
- цилиндрические пружины с переменным шагом;
- цилиндрические пружины с переменным сечением.

Расчет упругого элемента – пружины, выполняют для определения её размеров, обеспечивающих необходимую характеристику пружины (рисунок 3.3). Нажимное усилие P , создаваемое одной пружиной, является следствием ее деформации на величину f при установке на место.

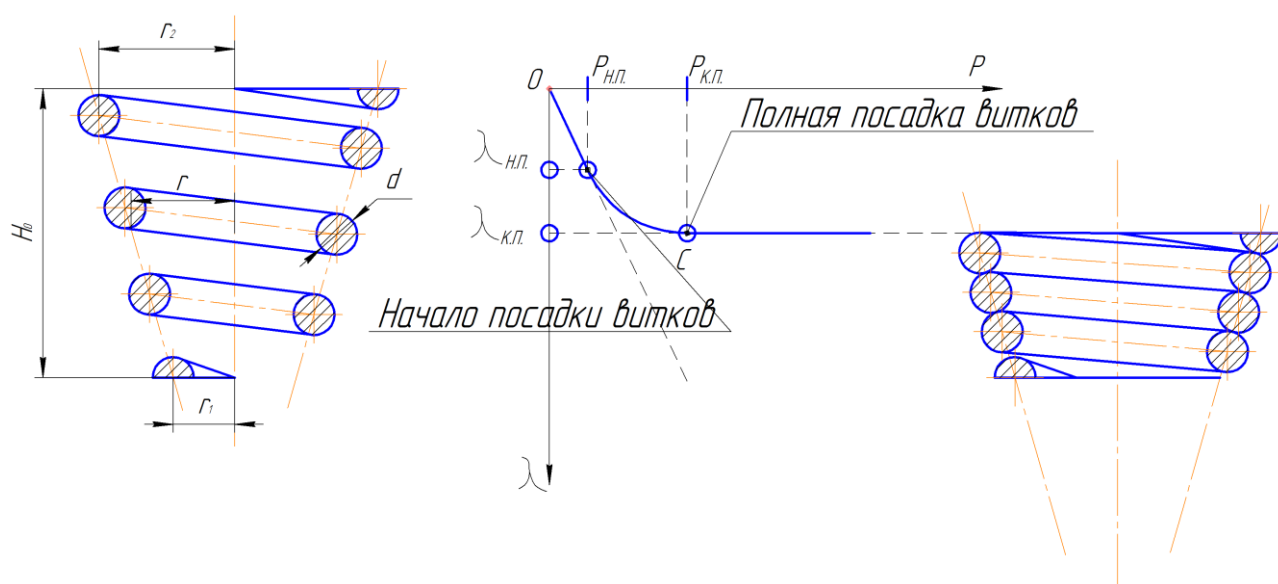


Рисунок 3.3 - Нажимная коническая пружина и ее характеристика
 r_1 – минимальный радиус конической пружины; r_2 – максимальный радиус конической пружины; d – диаметр прутка конической пружины; H_0 – высота пружины без нагрузки

Приблизённо, проверочный расчёт конических пружин допускается производить по формулам для цилиндрических пружин сжатия, при этом значение среднего диаметра пружины D_0 рассчитывается по формуле:

$$D_0 = \frac{D_{0\min} + D_{0\max}}{2}, \quad (3.1)$$

где $D_{0\min}$ - минимальный диаметр конусной пружины, мм;

$D_{0\max}$ - максимальный диаметр конусной пружины, мм.

$$D_{0\min} = 2 \cdot r_1, \quad (3.2)$$

$$D_{0\max} = 2 \cdot r_2, \quad (3.3)$$

где r_1 – минимальный радиус конусной пружины, $r_1 = 45,0$ мм;

r_2 – максимальный радиус конусной пружины, $r_2 = 70,0$ м.

$$D_{0\min} = 2 \cdot 45,0 = 90,0 \text{ мм};$$

$$D_{0\max} = 2 \cdot 70,0 = 140,0 \text{ мм};$$

$$D_0 = \frac{90,0 + 140,0}{2} = 115,0 \text{ мм.}$$

Далее необходимо определить усилие, действующее на пружину. Подвеска у нас полунезависимая, в данном случае нагрузка на пружину рассчитывается по формуле (рисунок 3.4) [4]:

$$P_{\text{пр.}} = R_z - 0,5 \cdot G_{\text{н.м.}}, \quad (3.4)$$

где R_z - реакция поверхности, Н;

$G_{\text{н.м.}}$ - веса неподрессоренных масс, Н.

Итак, техническая характеристика автомобиля ВАЗ-2114 следующая: полная масса автомобиля – 1410 кг = 14100,0 Н. Предположим, что 2/3 массы приходится на заднюю подвеску автомобиля (наихудший случай – движение по пересечённой местности), тогда, на задние колёса приходится $14100,0 \cdot 2/3 = 9400,0$ Н. На одно колесо тогда придётся $9400/2 = 4700,0$ Н. Итак:

$$P_{\text{пр.}} = 4700,0 \text{ Н.}$$

									Лист
									66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР				

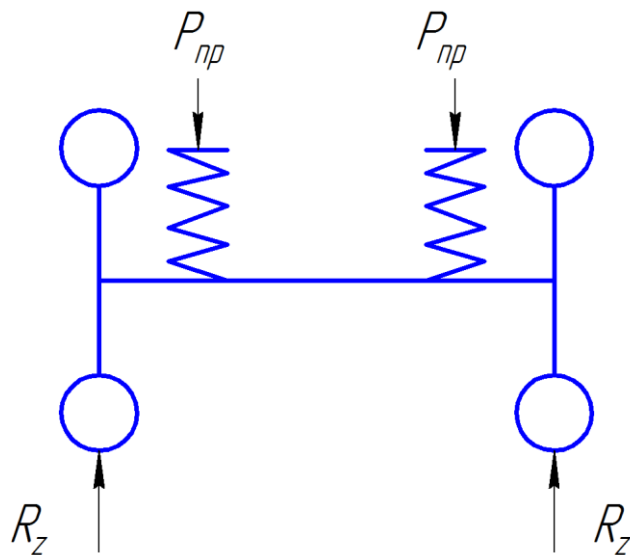


Рисунок 3.4 – Схема для определения нагрузки пружины R_z – реакция поверхности, Н; $P_{пр}$ – нагрузка на пружину, Н

Обычно принимают с учётом перегрузок:

$$P_{\max} = 1,2 \cdot P_{пр.}, \quad (3.5)$$

тогда:

$$P_{\max} = 1,2 \cdot 4700,0 = 5640,0 \text{ Н.}$$

Итак, на одну коническую пружину приходится 5640,0 Н.

Из условия прочности пружины находят диаметр проволоки d , а затем средний диаметр D витка по формулам:

$$d = \sqrt{\frac{8P_{\max}c}{\pi[\tau_k]}}; \quad (3.6)$$

$$D = c \cdot d, \quad (3.7)$$

где c - индекс пружины; $c = D/d = 6/9$ [10];

$[\tau_k]$ - допускаемое напряжение при кручении проволоки;

$[\tau_k] = 500 \dots 700$ МПа [10].

$$d = \sqrt{\frac{8 \cdot 5,64 \cdot 10^3 \cdot 6/9}{3,14 \cdot 500,0 \cdot 10^6}} = 0,0044 \text{ м} = 5,0 \text{ мм.}$$

Конструктивно принимаем $d = 5,0$ мм.

Возвратная сила бочкообразной пружины сжатия, возникающая до момента, когда витки, начиная с большего, монотонно садятся на опорную поверхность или друг на друга проверяются по формуле:

$$F_x = \frac{f_x \cdot 2 \cdot C}{p \cdot n \cdot (r_2^2 - r_1^2) \cdot (r_2 - r_1)}, \quad (3.8)$$

Число рабочих витков i_p пружины и ее максимальная деформация f_{\max} связаны зависимостью:

$$f_{\max} = f + s = \frac{8i_p D^3 P_{\max}}{d^4 G}; \quad (3.9)$$

$$f = \frac{8i_p D^3 P}{d^4 G}. \quad (3.10)$$

Решив полученное выражение относительно i_p , имеем:

$$i_p = \frac{d^4 \cdot G \cdot s}{8 \cdot D_0^3 (P_{\max} - P)}, \quad (4.11)$$

где G - модуль упругости второго рода, для стальной проволоки

(сталь 65 или 65Г) $G = (8,0 \dots 8,3) \cdot 10^4$ МПа [10].

									Лист
									68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР				

Длина пружины в свободном состоянии:

$$i_0 = f_{\max} + i_0 d + (i_0 - 1) \Delta_B, \quad (3.12)$$

где i_0 – полное число витков; $i_0 = i_p + 2$;

Δ_B – зазор между витками при выключенном сцеплении, принимают $\Delta_B = (0,5 \dots 1,5) \cdot 10^{-3}$ м.

$$i_p = \frac{0,005^4 \cdot 5,64 \cdot 10^4 \cdot 10^6 \cdot 0,250}{8 \cdot (0,115)^3 \cdot (1,2 \cdot 5,64 \cdot 10^3 - 5,64 \cdot 10^3)} = 0,64.$$

Принимаем 5 витков.

3.2.2 Расчёт амортизатора

На колебания автомобиля оказывает влияние амортизатор [11]. Определяющим фактором является создаваемая при определенной скорости V поршня сила сопротивления F , приведенная к колесу и выраженная через коэффициент сопротивления в [кгс·с/м] или (Н·с/м = кг/с):

$$k = F / V. \quad (3.13)$$

Коэффициент относительного демпфирования колебаний кузова D_2 рассчитываем с использованием коэффициента k , жесткости пружины c_2 и доли массы кузова над одним колесом m :

$$D_2 = k / (2 \sqrt{c_2 \cdot m_2}). \quad (3.14)$$

Демпфирование D_1 колеса определяем также с помощью k , но с добавлением половины массы оси m_1 , жесткости шины c_1 и подвески c_2 и коэффициента увеличения жесткости шины k_F [11]:

$$D_1 = k / [\sqrt{(k_F c_1 + c_2) \cdot m_1}]. \quad (3.15)$$

При определении безразмерных величин демпфирования в качестве единицы длины следует использовать метр.

Коэффициент k относительного демпфирования приводится к колесу. Сам амортизатор при независимой подвеске колес, как правило, смещен внутрь и поэтому должен при меньших скоростях V_D создавать большую силу F_D . В расчете следует дополнительно учесть соотношение i_x плеч между пятном контакта и местом закрепления амортизатора [11]. Вводя индекс 2 для колеса и D для амортизатора, получаем следующую зависимость соответственно для силы (в [кгс] или (Н)) и для скорости [в м/с].

$$F_2 = F_D / i_x; \quad V = V_D \cdot i_x,$$

На основе рабочей диаграммы амортизатора (рисунок 3.5) определяем коэффициент сопротивления, приведенный к колесу:

$$k = F_2 / V = F_D / (i_x \cdot V_D \cdot i_x) = (F_D / V_D i_x^2). \quad (3.16)$$

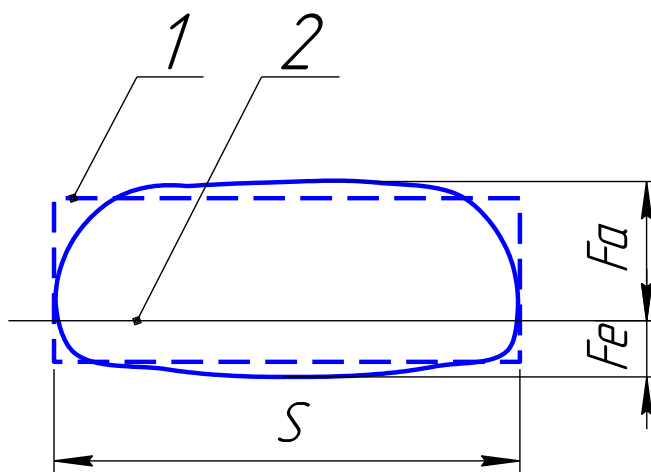


Рисунок 3.5 – Рабочая диаграмма амортизатора.
1 – средняя сила демпфирования; 2 – нулевая линия; S – ход

Для расчета должна быть известна скорость поршня V_D , которая может быть получена на основе частоты вращения n_D испытательного стенда (в мин^{-1}) и хода S поршня (в м). При этом может идти речь о максимальной $V_{D\text{max}}$ и средней $V_{D\text{ср}}$ ско-

рости. Для упрощения сопоставляем V_{Dmax} с легко получаемыми по рабочей диаграмме амортизатора наибольшими значениями сил демпфирования. Входящую в k силу F_D получаем как среднее между силой растяжений F_a , создаваемой амортизатором при ходе отбоя и силой сжатия F_e , возникающей при ходе сжатия.

При определении коэффициента сопротивления амортизатора (рисунок 3.5) используются максимальные значения сил сопротивления на ходе отбоя F_a и сжатия F_e . Собственно форма диаграммы не учитывается. Следовало бы осуществить планиметрирование диаграммы и использовать при расчете среднее значение силы сопротивления. В среднем эта величина составляет 80% максимального значения.

Среднее значение V_{Dcp} достаточно для расчетов. При этом не учитываются ни соотношения сил растяжения и сжатия, ни диаметр поршня и нагрев масла [11] а применяемые при расчетах уравнения будут иметь вид:

$$V_{Dmax} = \pi sn \text{ [м/с]}; \quad n = n_D / 60 \text{ [мин}^{-1} / 60]. \quad (3.17)$$

и, следовательно:

$$V_{Dmax} = \pi sn_D / 60 \text{ [м/с]}; \quad (3.18)$$

$$F_D \approx (F_a + F_e) / 2 \text{ ([кгс] или (Н))}. \quad (3.19)$$

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

Нагрузка на задний мост..... $G_h = 800$ кгс (8,0 кН);
 Вес..... $U_h = 100$ кгс (1 кН);
 Жесткость подвески..... $c = 18$ кгс/см (18 Н/мм);
 Передаточное число..... $i_x = 1,2$;
 Шины: – тип.....6,5x15;

– давление..... $p_i = 2,0$ кгс/ см² (0,20 МПа);

Скорость движения..... $V = 190$ км/ч;

Параметры амортизатора при $S = 100$ мм/ход, $n_D = 100$ мин⁻¹ (на стенде):

– F_A 120 кгс (1200 Н);

– F_E 40 кгс (400 Н).

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

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

$$F_D = (120 + 40) / 2 = 80 \text{ кгс (800 Н)};$$

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

$$m = (G_h - U_h) / (2g) = (800 - 100) / (2 \cdot 9,81) = 35,7 \text{ кгс}\cdot\text{с}^2/\text{м};$$

$$c = 1800 \text{ Н/мм};$$

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

Таким образом, величина относительного демпфирования в подвеске должна быть в пределах $D = 0,19 \dots 0,23$.

Для обеспечения безопасности движения амортизатор должен обеспечить величину относительного демпфирования колебаний D_1 колеса. Объединяя уравнения (3.15) и (3.16), можно получить безразмерную величину зависимости между D_1 и величиной относительного демпфирования колебаний D_2 кузова.

$$D_1 = D_2 \sqrt{c_2 / (k_F c_1 + c_2)} \cdot \sqrt{(G_h - U_h) / U_h}. \quad (3.20)$$

Используя приведенные постоянные жесткости шин [18] $c_{1h} = 174$ кгс/см = 174 Н/мм, а также $k_f = 1,27$ [18] для радиальных шин при скорости 190 км/ч, получаем:

$$D_1 = 0,21 \sqrt{18 / (1,27 \cdot 174 + 18)} \cdot \sqrt{(800 - 100) / 100} = 0,152.$$

Такое демпфирование недостаточно для тяжелого ведущего моста и можно было бы ожидать его отрыва от опорной поверхности при движении по неровной

дороге. При более легких неподрессоренных частях независимой подвески ($U_h = 800 \text{ Н}$) значение $D_1 = 0,2$ вполне приемлемо. Расчет D_2 и D_1 относится только к определенной скорости поршня (100 мин^{-1}) и ходе $100,0 \text{ мм}$. В зависимости от характеристики амортизатора силы сопротивления перемещению поршня в точках до расчетных или за ними будут больше или меньше. Возможен и обратный случай, когда известна величина относительного демпфирования колебаний (например, $D_2 = 0,3$), по которой определяют параметры амортизатора. В этом случае вначале следует определить отношение сопротивлений на ходах сжатия и отбоя:

$$d = F_a / F_e. \quad (3.21)$$

Затем полученное из этого уравнения $F_a = dF_e$ подставляем в уравнение (3.21). В приведенном примере:

$$d = 1200 / 400 = 3.$$

D_1 и D_2 несколько уменьшают значения величин $n_{II D}$ и $n_{I D}$, полученные ранее без учета демпфирования. Эти частоты колебаний соответственно для кузова и колеса будут равны:

$$n_{II D} = n_{II} \sqrt{1 - D_2^2}; \quad (3.22)$$

$$n_{I D} = n_{I} \sqrt{1 - D_1^2}. \quad (3.23)$$

При $D_2 = 0,25$ получаем $n_{II D} = 0,968n_{II}$, а при $D_2 = 0,3$; $n_{II D} = 0,954n_{II}$.

В большинстве случаев уменьшением частоты примерно на 4% можно пренебречь [11].

Вывод по разделу три

4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ГАЙКИ

В современной промышленности машиностроению принадлежит огромная роль, так как на базе машиностроения развиваются все остальные отрасли промышленности. Уровень производства машин и их техническое совершенство – основные показатели развития всех отраслей народного хозяйства, основа технического прогресса страны и соответственно материального благосостояния и культурного развития её населения. Основными задачами конструкторов–машиностроителей являются повышение эксплуатационных и качественных показателей, сокращение времени разработки и внедрения новых машин, повышение их надежности и долговечности.

4.1 Способ получения заготовки

Выбираем метод получения заготовки – литье в оболочковые формы. Методом оболочкового литья изготавливаются отливки из стали, чугуна и цветных сплавов весом до 50 кг, при этом точность таких отливок по сравнению с отливками, изготовленными в песчаных формах, значительно выше и соответствует 5–7–му классу точности с чистотой поверхности, соответствующей 7–4–му классам по ГОСТ 2789–59 [21].

Форма оболочки состоит из двух склеенных полуформ с размером стенок 5–15 мм. Такие формы изготавливаются из песчано–смоляной смеси, состоящей из мелкодисперсного кварцевого песка и фенолформальдегидной порошкообразной терморезистивной формы (пульвербацит), которая используется в качестве связующего.

Процесс изготовления оболочек основывается на свойствах терморезистивной воды. При дальнейшем нагревании смола затвердевает и связывает песчинки, образуя прочную оболочку.

										Лист
										75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР					

000 Заготовительная операция (литьё).

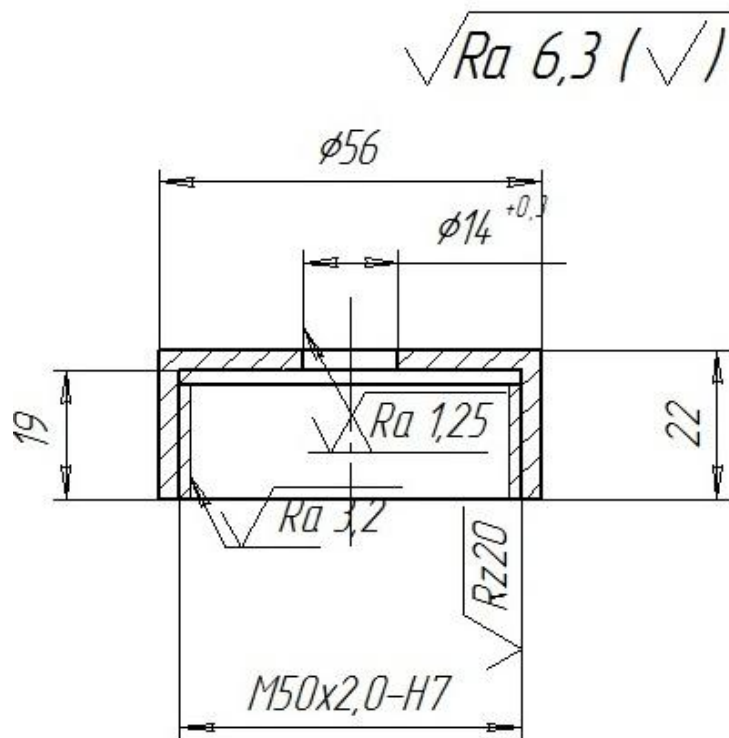


Рисунок 4.1 – Эскиз заготовки

010 Токарная операция.

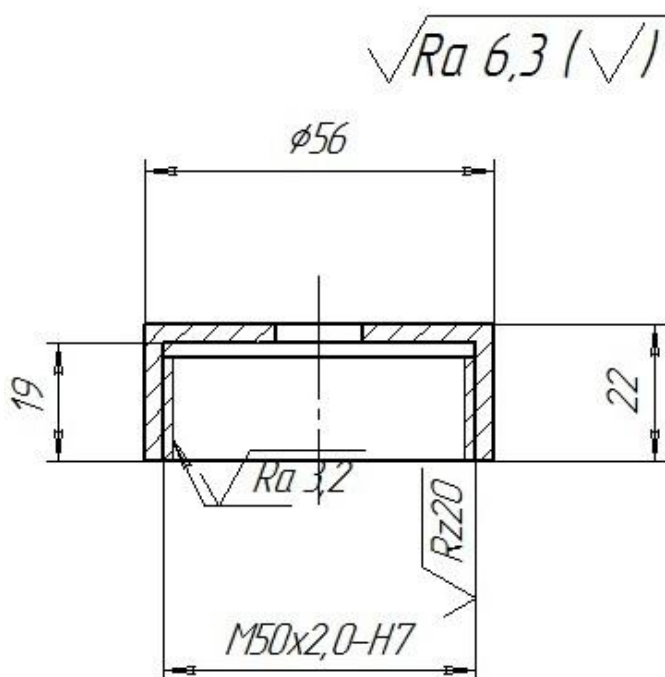


Рисунок 4.2 – Токарная операция

020 Сверление на токарно-фрезерном обрабатывающем центре.

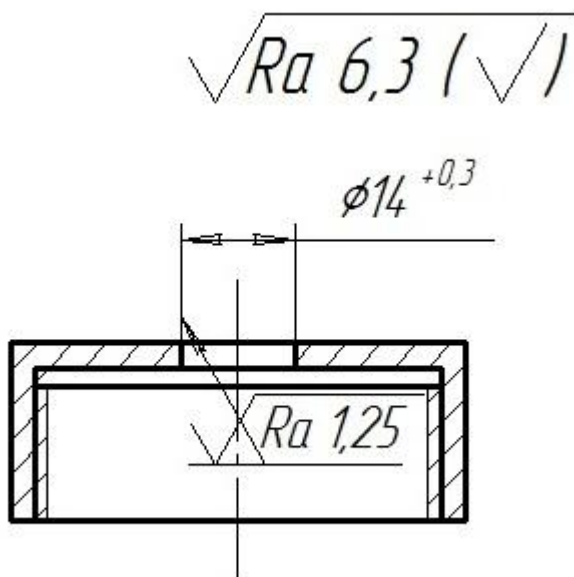


Рисунок 4.3 – Сверление

030 Опилить острые кромки

040 Промыть деталь

050 Контроль

Контроль изделия по требованиям указанным на чертеже.

Вывод по разделу четыре

Была разработана технология производства детали фланец в проектируемой подвеске, рассмотрены операции по заготовке и производству изделия, где предложенные операции обеспечивают необходимую точность изготовления.

5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

5.1 Организационный раздел

Планирование и управление различными комплексами работ предполагают использование моделей (графиков) проектов или разработок, достаточно полно отражающих в той или иной форме взаимосвязи и характеристики работ, которые предстоит выполнить. Традиционные методы планирования предполагают использование простейших моделей типа ленточных план - графиков Ганнта, которые позволяют отразить календарные сроки начала и окончания каждого вида работы и длительность цикла выполнения всего комплекса работ.

Ленточные графики составляют в пределах заданного, а не расчетного срока выполнения всего комплекса работ. На основании ленточного графика бюро планирования составляет рабочие планы-графики работы подразделений предприятия. Руководители подразделений составляют задания исполнителям с указанием сроков начала и окончания работ. Этот план-график мы и будем использовать в качестве плана, чтобы обеспечить организованное и своевременное выполнение работ по выпускной квалификационной работе.

На план - графике отрезками изображается весь цикл работ по ВКР. Работы могут выполняться параллельно и последовательно.

Полученные в результате построения план-графика Ганнта данные (ожидаемая продолжительность работ, категории количество исполнителей) будут использоваться в экономическом этапе для расчета капитальных затрат.

					<i>23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>78</i>

5.2 Экономический раздел

5.2.1 Сметы затрат выпускной квалификационной работы

Для составления сметы затрат необходимо рассчитать укрупненную смету затрат на выполнение проекта (сметную себестоимость) $C_{см}$, которую можно представить как сумму следующих типовых статей затрат:

$$C_{см} = C_{м} + C_{з.п.осн.} + C_{з.п.доп.} + C_{в.н.} + C_{накл.}, \quad (5.1)$$

где $C_{м}$ – прямые материальные затраты;

$C_{з.п.осн.}$ – затраты по основной заработной плате исполнителей;

$C_{з.п.доп.}$ – затраты по дополнительной заработной плате исполнителей;

$C_{е.н}$ – отчисления по единому социальному налогу;

$C_{накл}$ – накладные (общехозяйственные налоги).

В составе прямых материальных затрат $C_{м}$ учитываются затраты на потребляемые ресурсы – расходные материалы, которые представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Затраты на материалы

Наименование	Стоимость, руб.
Ноутбук для работы с программами	35000
Лицензия КОМПАС 3D Для частного использования	1500
Лицензия Microsoft Office	2500
Услуги печати	1000

Величина затрат C_M рассчитывается по формуле:

$$C_M = k_T \sum_1^m C_i N_{\text{расх}}, \quad (5.2)$$

где k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида ресурсов, руб./ шт.;

$N_{\text{расх}}$ – количество материальных ресурсов i -го вида.

$$C_M = 1,2(35000 + 1500 + 2500 + 1000) = 48000 \text{ руб.}$$

Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта $C_{з.п.осн.}$ планируем с учетом продолжительности выполнения проекта и его отдельных этапов, степени занятости исполнителей (для некоторых категорий - трудоемкости работ), с использованием данных о нормах оплаты их труда. Расчет основной заработной платы проведем по отдельным работам (исполнителям).

К основной заработной плате $C_{з.п.осн.}$ относится оплата труда всего научно-производственного персонала, непосредственно принимавшего участие разработке темы. Для определения затрат по основной заработной плате используем данные по трудоемкости отдельных этапов. Для расчета основной заработной платы научных работников, ИТР и служащих предварительно определяем их среднедневной заработок:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{L_0}{F}, \quad (5.3)$$

где $L_{\text{ср.д.}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

L_0 – оклад за месяц, руб.;

F – месячный фонд времени (рабочие дни).

									Лист
									81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР				

Определим среднедневной заработок консультанта:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{30000}{22} = 1364 \text{ руб.}$$

Определим среднедневной заработок инженера:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{25000}{22} = 1136 \text{ руб.}$$

Определим среднедневной заработок руководителя ВКР:

$$L_{\text{ср.д.}} = \frac{30000}{22} = 1364 \text{ руб.}$$

Тогда заработную плату за выполнение определенного этапа проекта определим по формуле:

$$L = L_{\text{ср.д.}} \cdot t, \quad (5.4)$$

где L – заработная плата за выполнение определенного этапа ВКР;

$L_{\text{ср.д.}}$ – среднедневная заработная плата исполнителя;

t – трудоемкость работы, чел.-дни.

Определим заработную плату консультанта:

$$L = 1364 \cdot 8 = 10912 \text{ руб.}$$

Определим заработок инженера:

$$L = 1134 \cdot 65 = 73840 \text{ руб.}$$

Определим заработок руководителя проекта:

$$L = 1364 \cdot 50 = 68200 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы рабочих производим на основе тарифной системы. Сперва устанавливаем общий объем работы по видам: сборка, монтаж, наладка и т.д., нормо-час. Затем по каждому виду работ определяем средний разряд и на его основе – среднюю стоимость одного нормо-часа. Суммарную заработную плату рабочих по видам работ определяем по формуле:

$$L = \sum_1^n l_{\text{ср.}i} t_i, \quad (5.5)$$

где L – заработная плата рабочих по всем видам работ, руб.;

n – количество видов работы;

$l_{\text{ср.}i}$ – средняя стоимость одного нормо-часа i -го вида работ, руб./нормо-час;

t_i – трудоемкость i -го вида работ, нормо-час.

$$L = \sum_1^3 135 \cdot 1.6 = 648 \text{ руб. / нормо-час}$$

Расчет основной заработной платы работников сводится в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Ведомость основной заработной платы

№ этапа	Категория персонала	Численность исполнителей	Кол-во чел.-дней	Средняя зарплата в день, руб.	Сумма основной заработной платы, руб.
1	Инженер	1	3	1136	3408

2	Инженер	1	6	1136	6816
3	Руководитель	1	10	1364	13640
	Инженер	1	10	1136	11360
4	Руководитель	1	20	1364	27280
	Инженер	1	20	1136	22720
5	Консультант по экономиче- ской части	1	5	1364	6820
	Инженер	1	5	1136	5680
6	Консультант БЖД	1	3	1364	4092
	Инженер	1	3	1136	3408
7	Руководитель	1	20	1364	27280
	Инженер	1	20	1136	22720
Итого: 155224 руб					

Дополнительную заработную плату исполнителей проекта $C_{з.п.доп}$ принимаем с учетом величины предусмотренных ТК РФ доплат за отклонения от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций. Затраты по дополнительной заработной плате персонала проекта:

$$C_{з.п.доп} = C_{з.п.оос} \alpha \quad (5.6)$$

$$C_{з.п.доп} = 155224 \cdot 0,13 = 20179 \text{ руб.}$$

Отчисления по единому социальному налогу $C_{Е.Н.}$ учитывают взносы организации в государственные внебюджетные фонды (Пенсионный фонд РФ, Фонд социального страхования РФ, Фонд обязательного медицинского страхования РФ).

Ставки взносов устанавливаются Налоговым кодексом РФ, их величина дифференцирована в зависимости от зарплаты персонала организации. При обосновании сметной себестоимости темы ДП величину $C_{Е.Н.}$ определяем по формуле:

$$C_{Е.Н.} = (C_{з.п.оос} + C_{з.п.доп})k_c, \quad (5.7)$$

где k_c – коэффициент, соответствующий ставке единого социального налога.

$$C_{Е.Н.} = (155224 + 20179) \cdot 0,30 = 52621 \text{ руб.}$$

Накладные (общехозяйственные) расходы $C_{накл}$ учитывают затраты организации на зарплату управленческого персонала и персонала функциональных служб, на содержание и ремонт зданий и сооружений организации, иные расходы. Величину $C_{накл}$ определим:

$$C_{накл.} = C_{з.п.оос} \cdot k_n, \quad (5.8)$$

где k_n – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

$$C_{накл.} = 155224 \cdot 0,5 = 77612 \text{ руб.}$$

Теперь по формуле (5.1) рассчитаем смету затрат на выполнение проекта:

$$12C_{см} = 48000 + 155224 + 20179 + 52621 + 77612 \text{ руб.}$$

Все полученные данные расчетов сведем в ведомость затрат этапов ВКР, таблица 5.3.

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

Таблица 5.3 – Ведомость затрат этапов ВКР

Статьи затрат	Базовая сметная стоимость, руб.	Удельный вес элементов затрат в сметной стоимости, %	Плановая сметная стоимость, руб.
Материалы	48000	13,5	48000
Основная заработная плата	155000	43,9	155224
Дополнительная заработная плата	20000	5,6	20179
Социальные отчисления	52000	14,9	52621
Прочие накладные расходы	77000	22,0	77612
Всего по теме	352000	100	353636

5.2.2 Оценка коммерческой состоятельности ВКР

Экономический эффект от новой техники может быть рассчитан от снижения ее себестоимости, от изменения расходов на ее эксплуатацию, от увеличения срока службы и др.

В общем случае капитальные вложения (инвестиции) в строительство и организацию работ ($K_{\text{СУМ}}$) по выпуску новой продукции включает в себя:

$$K_{\text{СУМ}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}} + K_{\text{НИОКР}}, \quad (5.9)$$

где $K_{\text{пр}}$ – прямые капитальные вложения, руб.;

$K_{\text{об}}$ – минимально необходимые оборотные средства;

$K_{\text{сопр}}$ – сопряженные капитальные вложения, руб.;

$K_{\text{НИОКР}}$ – капитальные вложения в ВКР.

В выпускной квалификационной работе рассматриваются реальные инвестиции, при этом учитываются только прямые капитальные вложения:

$$K_{пр} = (0,5...0,9)C_{пол} \cdot A_{Г}, \quad (5.10)$$

где $C_{пол}$ – полная себестоимость;

$A_{Г}$ – программа выпуска продукции, которая равна 100 шт.

Найдем полную себестоимость подвески $C_{пол}$, методом удельных показателей:

$$C_{пол} = (0,27 + \frac{0,67}{\sqrt{A_{Г}}})G, \quad (5.11)$$

где G – масса автомобиля.

$$C_{пол} = \left(0,27 + \frac{0,67}{\sqrt{100}}\right)985000 = 331945 \text{ руб.}$$

Найдем прямые капитальные вложения по формуле (5.10):

$$K_{пр} = 0,5 \cdot 331945 \cdot 100 = 16597250 \text{ руб.}$$

Расчёт оптовой цены (5.11):

$$C_{опт} = C_{п} + П, \quad (5.11)$$

где $C_{пол}$ – полная себестоимость;

$П$ – прибыль от продаж;

Найдём прибыль от продаж (5.12):

$$П = C_{п} \frac{K_{прб}}{100\%}, \quad (5.12)$$

где $K_{прб}$ – уровень рентабельности (принимается равным 25%).

$$\Pi = 331945 \cdot 0,25 = 82986 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{опт}} = 331945 + 82986 = 414931 \text{ руб.}$$

Расчёт отпускной цены по формуле(5.13):

$$C_{\text{отп}} = \Pi + C_{\text{п}} + Н, \quad (5.13)$$

где Н – налог.

Найдём налог (5.14):

$$Н = C_{\text{опт}} \frac{20\%}{100\%}. \quad (5.14)$$

$$Н=414931 \cdot 0,2 = 82986 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{отп}} = 82986 + 331945 + 82986 = 497917 \text{ руб.}$$

Рассчитаем период окупаемости проекта, то есть минимальный временной интервал (от начала осуществления инвестиционного проекта), за пределами которого суммарный эффект становится равным нулю и остается в дальнейшем положительным.

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{сум}}}{\Pi_{\text{р}}}, \quad (5.13)$$

где $T_{\text{ок}}$ – период окупаемости;

$K_{\text{сум}}$ – ежегодные капитальные вложения;

$\Pi_{\text{р}}$ – проектная прибыль.

$$\Pi_p = \Pi_6 k_{н.п.} \quad (5.14)$$

где Π_6 – балансовая (общая) прибыль;

$k_{н.п.}$ – коэффициент, учитывающий налог на прибыль, $k_{н.п.} = 0,76$.

Балансовая прибыль от реализации продукции определяется как разность отпускной цены изделия ($C_{отп}$) и плановой ее полной себестоимости ($C_{пол}$) с учетом годовой программы выпуска

$$\Pi_6 = (C_{отп} - C_{пол}) A_r \quad (5.15)$$

$$\Pi_6 = (497917 - 331945)100 = 16597200 \text{ руб.}$$

$$\Pi_p = 16597200 \cdot 0,76 = 12613872 \text{ руб.}$$

$$T_{ок} = \frac{16597250}{12613872} = 1,3 \text{ г.}$$

Графической иллюстрацией срока окупаемости проекта является график денежных потоков рисунок 5.2.

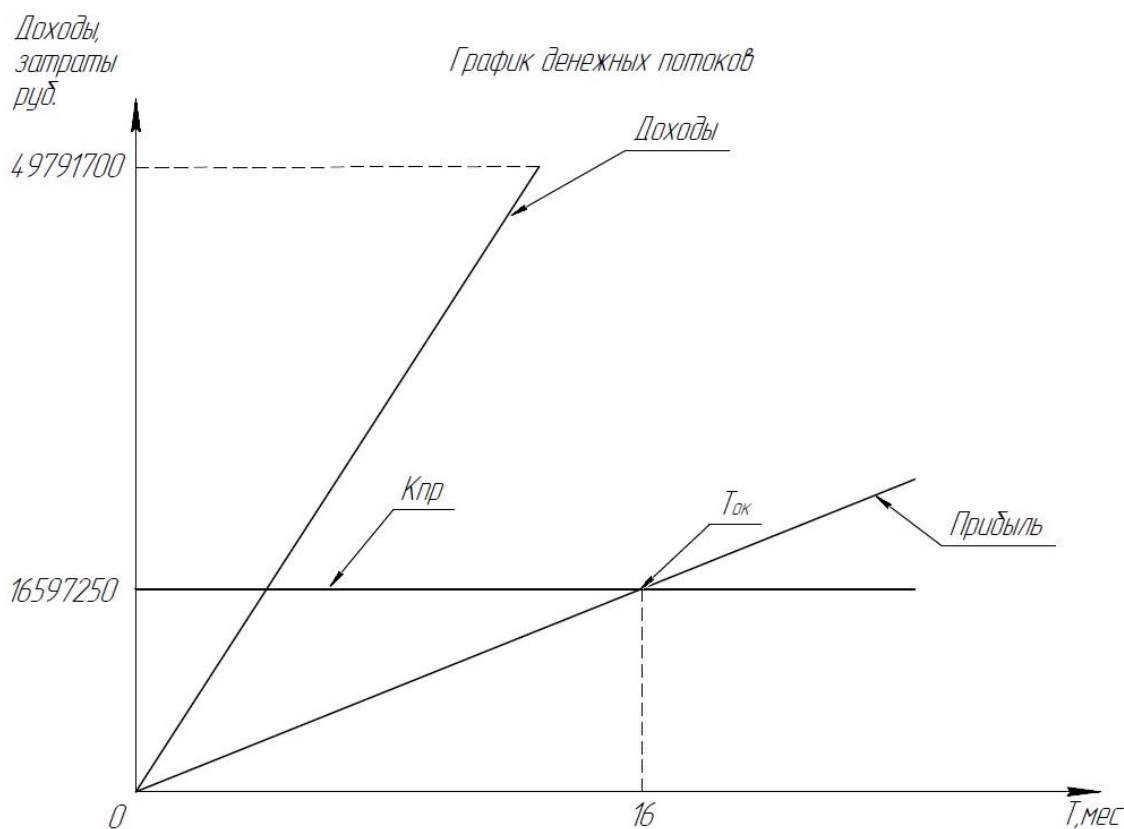


Рисунок 5.2 – График денежных потоков

Точка безубыточности проекта показывает критический объем производства ($A_{кр}$), при котором прибыль становится нулевой, так как выручка от реализации совпадает с издержками производства. Определим точку безубыточности проекта по формуле:

$$A_{кр} = \frac{B}{C_{отп} - a}, \quad (5.16)$$

где B – условно–постоянные издержки на весь выпуск, руб./год;

$C_{отп}$ – отпускная цена предприятия, руб./шт.;

a – условно-переменные издержки на единицу продукции, руб./шт.

В расчетах принимаются значения условно-постоянных издержек, как 70% полной себестоимости, а значения условно переменных издержек – 30% от полной себестоимости.

$$A_{кр} = \frac{23236200}{497917 - 99584} = 58 \frac{\text{шт}}{\text{год}}$$

Графически «точка безубыточности» рассчитываются по формулам, учитывающим зависимость объемов реализации (V_p) и общих издержек от объемов выпуска и реализации (C):

$$V_p = C_{отп} A_{кр} \quad (5.17)$$

$$C = a A_{кр} + B \quad (5.18)$$

$$V_p = 497917 \cdot 100 = 49791700 \text{ руб/год.}$$

$$C = 99584 \cdot 100 + 23236200 = 33194600 \text{ руб/год.}$$

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

Графической иллюстрацией определения точки безубыточности служит рисунок 5.3.

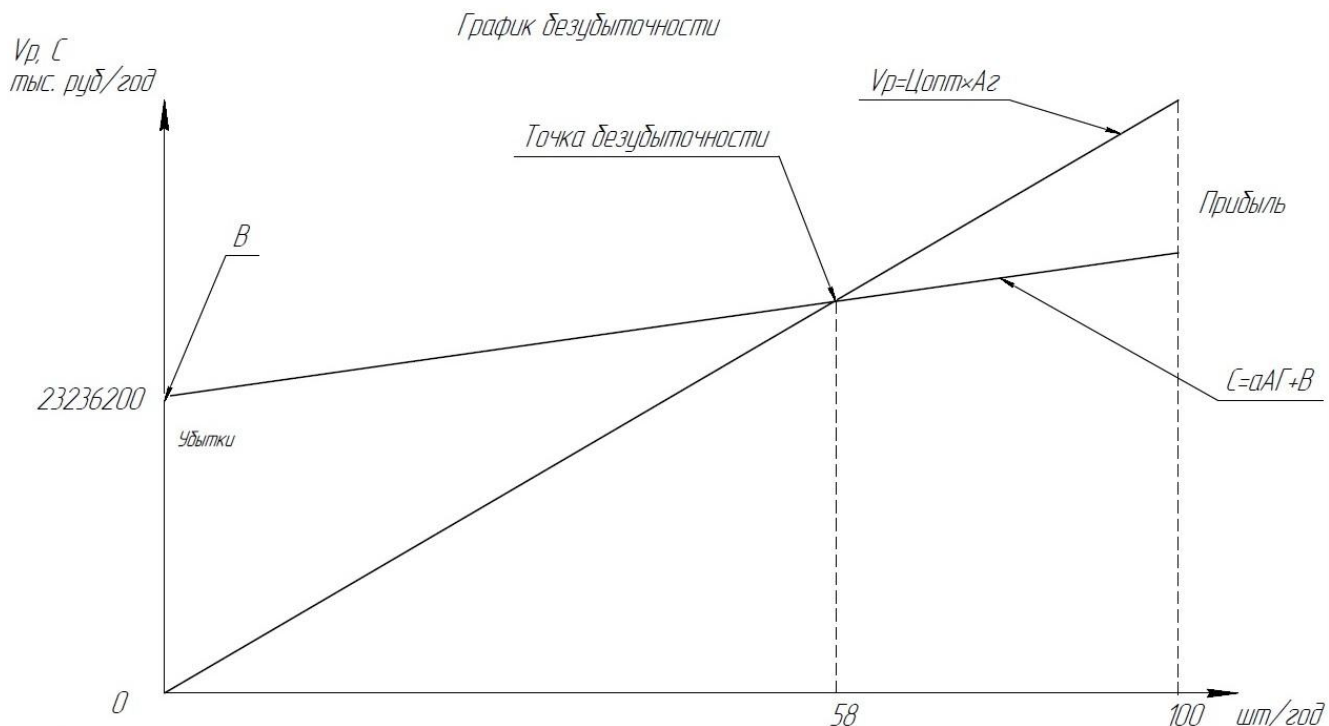


Рисунок 5.3 – График точки безубыточности

Таблица 5.4 – Техничко-экономические показатели инвестиционного проекта

Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
Годовая программа	шт.	100
Полная себестоимость	тыс.руб.	331945
Оптовая цена	тыс.руб.	414931
Прибыль	тыс.руб./год	12613872
Инвестиции	тыс.руб.	16597250
Срок окупаемости	год	1,3
Точка безубыточности	шт.	58

Выводы по разделу пять

В организационно-экономическом разделе выпускной квалификационной работы представлена оценка рынка сбыта данного изделия. Рассчитана себестоимость изделия. Дана оценка коммерческой состоятельности и эффективности инвестиций. Построены графические зависимости анализа безубыточности производства и график денежных потоков.

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1 Введение

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) – это система знаний, которая обеспечивает безопасность деятельности человека в производственной и непроизводственной среде, а также разработку мероприятий по обеспечению безопасности в долгосрочной перспективе с учетом воздействия человека на окружающую среду. В условиях научно–технического прогресса, быстрорастущего производства, внедрения новой техники и технологий, возрастающей роли человека в производстве, социально значимыми становятся безопасные и здоровые условия труда. Следовательно, проблема безопасности жизни приобретает особую актуальность. Конституция Российской Федерации, как одно из основных прав граждан, закрепила статью 41 – право на охрану здоровья. Естественным следствием этого является право работника на здоровье и безопасные условия труда, которые также закреплены в качестве отдельного принципа в виде субъективного права в ст. 37 Конституции.

Автомобильный транспорт играет ведущую роль в пассажирских перевозках (что составляет около 80% мирового пассажирооборота), а также имеет следующие преимущества: маневренность и мобильность; автономность транспортного средства; высокая скорость доставки; широкая сфера применения по территории, типу грузов и систем связи; более короткий маршрут по сравнению с естественными водными путями.

Однако, при эксплуатации автомобильного транспорта, возникает необходимость в его ремонте и обслуживании. Все малозатратные работы при обслуживании компонентов и узлов автомобилей, например, замена технологических жидкостей (масло, охлаждающая жидкость, тормоз) и такие, которые требуют больших трудозатрат, связанных с ремонтными работами, например, в случае если все подшипники должны быть полностью заменены, требуют для ремонта и обслуживания автотранспорта необходимое пространство. Ремонтно–

										Лист
										93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР					

производственные помещения представляют собой замкнутые пространства в зданиях и сооружениях, специально предназначенных для этих целей, в которых люди постоянно работают (в зависимости от смены).

При разработке проектов ремонтные работы должны включать использование передовых методов ремонта, использование передового технологического оборудования, рациональное использование производственных площадей, экономии материальных и энергетических ресурсов, технически возможное снижение загрязнения окружающей среды.

При проектировании сооружений для механического ремонта и инженерных сооружений, руководствуются действующими правилами, «Типовой системой технического обслуживания и ремонта металлообрабатывающего и деревообрабатывающего оборудования» (Машиностроение, Москва, 1988) и другими нормативными документами.

Ремонтно–механические цеха выполняют следующие работы: изготовление запасных частей, узлов и запасных частей к оборудованию и средствам механизации и автоматизации; капитальный и средний ремонт оборудования; проведение текущих ремонтов, осмотров и технической диагностики состояния отдельных компонентов и систем оборудования; выполнение модернизации оборудования.

Оборудование, используемое для изготовления деталей, это металлорежущие станки, гальванические ванны для нанесения электродно–диффузионных покрытий, муфельные печи и высокотемпературные печи с приводом, электрических и пневматических приводные инструменты и ручные инструменты.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003–2015 [12] «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» исходя из природы действия факторов, можно выделить следующие группы ОВПФ: физические, химические, психофизиологические.

Физические ОВПФ:

- а) движущиеся объекты, механизмы или машины, а также неподвижные элементы на рабочем месте (с механическим воздействием).
- б) электрический ток.

					<i>23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		94

Источником повреждения могут быть незащищенные и неизолированные электрические провода, поврежденные электродвигатели, разомкнутые выключатели, незаземленное оборудование и т. д.

в) агрессивные и токсичные химические вещества, используемые в гальванических ваннах для нанесения антикоррозионных покрытий.

г) отапливаемые предметы оборудования, другие теплоносители (термически).

д) ущерб, измеренный во время падения.

Во время эксплуатации возникают следующие ОВПФ:

а) наличие вращающихся частей трансмиссии с частотой вращения до 2300 об/мин;

б) нагрев тормозных дисков;

в) наличие в картере гидроцилиндра;

г) шум.

К химическим ОВПФ относятся:

а) выделение паров нефтепродуктов, паров веществ, используемых для нанесения электродиффузионных покрытий;

б) воздействие топлива и смазочных материалов.

К психофизиологическим ОВПФ относятся:

а) физическая перегрузка: ограниченная подвижность во время работы, неправильное рабочее положение;

б) нервно–психические перегрузки: психическое перенапряжение.

Возможные аварийные ситуации: замыкание токонесущей части оборудования на его корпусе или теле человека, освобождение деталей от фиксации во время обработки, самопроизвольный запуск оборудования, падение предметов оборудования, заготовок или инструментов, разливы технических жидкостей.

Длительное пребывание человека среди неблагоприятных условий на рабочем месте может привести к появлению различных заболеваний. Для снижения вредного воздействия вредных факторов на организм человека, нормализуются опасные производственные факторы.

									Лист
									95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР				

6.2 Нормирование опасных и вредных производственных факторов

6.2.1 Микроклимат производственных помещений

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к микроклимату рабочих мест с учетом интенсивности энергопотребления, времени работы, периодов года и требований к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Параметры, которые характеризуют микроклимат:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

Параметры микроклимата меняются с изменением условий окружающей среды. Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются по-разному для постоянных и непостоянных рабочих мест. Микроклиматические условия в производственных помещениях регулируются СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [13].

Работа механизаторов и сборщиков подпадает под категории Пб (работа с энергоемкостью 201–250 ккал / ч (233–290 Вт), связанная с перемещением, перемещением и переносом грузов до 10 кг и сопровождаемая умеренными физическими нагрузками). Так, в холодное время года температура воздуха должна быть в пределах 17 ... 19 С, относительная влажность – в пределах 40 ... 60%, скорость движения воздушных масс должна составлять около 0,2 м / с. Оптические значения показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений представлены в таблицах 6.1, 6.2, 6.3.

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

Таблица 6.1 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Пб(233–290)	17–19	16–20	60–40	0,2
Теплый		19–21	18–22	60–40	0,3

Таблица 6.2 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений часть 1

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин	
Холодный	Пб (233–290)	15,0–16,9	19,1–22,0	14,0–23,0
Теплый		16,0–18,9	21,1–27,0	15,0–28,0

Таблица 6.3 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений часть 2

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Пб (233–290)	15–75	0,2	0,4
Теплый			0,2	0,5

Для того чтобы урегулировать температуру, отопление производственных помещений производится при помощи центрального водяного отопления. В помеще-

нии до нужного уровня, используют систему отопления, требования устанавливаются СНиП 41–01–2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» и ВСН 01–89 [14].

6.2.2 Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Огромную роль, для поддержания санитарно - гигиенических норм воздушной среды в производственных помещениях, имеют системы вентиляции и отопления. Система вентиляций подразделяется на принудительную и естественную. Естественная вентиляция осуществляется посредством проветривания через окна. Принудительная система осуществляется при помощи систем кондиционирования и вытяжных систем. Для того, чтобы воздух в производственных помещениях не был загрязнен пылью, мелкой стружкой, аэрозолью смазывающе-охлаждающих жидкостей, применяется вытяжная общеобменная система вентилирования.

Требования к вентиляционным системам устанавливает ГОСТ 32548–2013 Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. [15]

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.2308–07. Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны. [16]

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоне приведены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – ПДК вредных веществ в воздухе производственной зоны

Вещество	ПДК, мг/м ³
Нефтепродукты	300
Окись углерода	20
Акролеин	0,7
Формальдегид	0,5

Окончание таблицы 6.5.

Вещество	ПДК, мг/м ³
Окислы серы	10
Свинец	0,01
Бензапирен	0,00015
Окислы азота	2,0

Для удаления вредных загрязняющих веществ с производственных площадей, а также для удаления паров летучих жидкостей целесообразно организовать принудительную вентиляцию и вытяжную вентиляцию, исключая образование взрывоопасных концентраций паровоздушных смесей. Чтобы избежать вытеснения свежего воздуха, загрязняющих веществ и паров легкого топлива в соседних помещениях, производительность вытяжной вентиляции должна быть выше, чем приточного воздуха, чтобы обеспечить некоторую разницу в вентилируемом помещении.

6.2.3 Требования к производственному освещению

6.2.3.1 Общие положения

Одним из важных вопросов охраны труда является освещение рабочих мест. При плохом освещении зрительные способности снижаются, и вы можете испытывать боль в глазах, головные боли и близорукость.

Освещение производственных помещений регламентируется СП 52.13330.2016 [17]. Данный свод правил распространяется на проектирование зданий и сооружений различного назначения, места производства работ вне зданий, площадки промышленных и сельскохозяйственных предприятий, железнодорожные пути площадок предприятий, наружное освещение городов, поселков и сельских населенных пунктов, автотранспортных тоннелей.

В этом своде правил нормируется средняя освещенность на условной рабочей поверхности для любых источников света, кроме оговоренных случаев. Нормируемые значения яркости дорожных покрытий в настоящих нормах приводятся для любых источников света.

Нормированные значения освещенности в люксах, отличающиеся на одну ступень, следует принимать по шкале: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

Нормированные значения яркости поверхности, кд/м² Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1), отличающиеся на одну ступень, следует принимать по шкале: 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 2; 3; 5; 8; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 50; 75; 100; 125; 150; 200; 400; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 2500.

Требования к освещению помещений принимаем по таблице, размещенной на плакате по безопасности жизнедеятельности.

6.2.3.2 Искусственное освещение

Под искусственным освещением понимается получение света от неестественных источников (ламп). Такое освещение в современном мире осуществляется в основном в двух видах: с использованием люминесцентных ламп или ламп накаливания.

Для общего искусственного освещения помещений необходимо использовать, как правило, разряды источников света, чтобы отдавать предпочтение при равной мощности источника света с самыми высокими световыми показателями и сроком службы.

Рабочее освещение должно быть обеспечено для всех помещений предназначенных для работы. Для помещений, где зоны с разными естественными условиями освещения и разными режимами работы, необходимо раздельное управление освещением.

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

Номинальные характеристики освещения в помещениях и наружных зданиях могут быть как рабочим освещением, так и совместимым с безопасным и (или) эвакуационным освещением.

Обычно для освещения используют газоразрядные лампы из за экономии энергии. Лампы накаливания применяют в случае невозможности использования газоразрядных.

Для местного освещения, в дополнение к источникам битового света, следует использовать лампы накаливания. При освещении рабочего места, создаваемое лампами общего освещения при комбинированном освещении, должно быть не менее 10% нормализовано для комбинированного освещения в тех источниках света, которые используются для местного освещения.

В этом случае освещение должно быть не менее 200 лк с газоразрядными лампами, не менее 75 лк с лампами накаливания. Только при наличии достаточного количества ламп 500 лк при разрядных ламп и более 150 лк с лампами накаливания допускается только при наличии разумных требований.

В производственных проходах и зонах, где требуется не более 25% нормированного освещения, создаются лампы общего освещения, но не менее 75 лк с газоразрядными лампами и не менее 30 лк с лампами накаливания.

Местное освещение рабочих мест, как правило, должно быть оборудовано регуляторами освещения.

Местное освещение зрительных работ с трехмерными объектами различения следует выполнять:

при направленно–рассеянном и смешанном отражении фона – светильником, отношение наименьшего линейного размера светящей поверхности которого к высоте расположения ее над рабочей поверхностью составляет не менее 0,5, а ее яркость – от 2500 до 4000 кд/м.

Яркость рабочей поверхности не должна превышать значений, указанных в таблице 6.8.

Таблица 6.8.

Площадь рабочей поверхности, м	Наибольшая допустимая яркость, кд/м
Менее 0,0001	2000
От 0,0001 до 0,001	1500
" 0,001 " 0,01	1000
" 0,01 " 0,1	750
Более 0,1	500

6.2.4 Уровень шума в производственных помещениях

Регламентирующие документы: ГОСТ 12.1.003–83. ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности» [18]; СП 51.13330.2011[19]«Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23–03–2003».

Шум оказывает вредное воздействие на организм и снижает продуктивность. В зависимости от уровня и уровня шума влияние на организм человека различно: уровень шума составляет 50 дБ, уровень шума составляет 80 дБ, что связано с разборчивостью речи, снижением производительности и недостатками в нормальном покое; шум с уровнем 100–120 дБ на низких частотах и 80–90 дБ на средних и высоких частотах может вызвать необратимые изменения и снизить уровень шума, а шум с уровнем 120–140 дБ может вызвать механическое повреждение слуха.

Шум создает значительную нагрузку на нервную систему человека, это приводит к снижению производительности труда. Поэтому предполагается, что принимаются меры по защите от вредного воздействия шума. Шум в производственных помещениях регламентирован ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности».

Предельно допустимые уровни звука на рабочих местах представлены в таблице 6.9.

Таблица 6.10 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах

Категория напряженности трудоового процесса	Категория тяжести трудоового процесса
	Средняя физическая нагрузка
Напряженность легкой степени	80

6.2.5 Правила устройства электропроводки в производственных помещениях

Для обеспечения безопасности работающих людей, необходим контур заземления, к которому подключается все электрооборудование. Кроме этого на каждом рабочем месте нужны розетки, для подключения электроинструментов и переносных светильников, рассчитанных на пониженное напряжение.

6.2.6 Правила пожарной безопасности в производственных помещениях

Сооружение–цех по обслуживанию автомобилей. Площадь 400м². Категория помещения по пожарной безопасности В1–В4. Нормы пожарной безопасности НПБ 105–03 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" (утв. приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. N 314)

Таблица 6.11 – Категории пожароопасности.

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температура вспышки не более 28 °С в таких количестве, которое может образовать взрывчатка паровоздушные смеси при воспламенении развивает предполагаемый взрыв избыточного давления в помещения, превышающие 5 кПа. Вещества и материалы, которые могут взорваться и сжечь при взаимодействии с водой, кислородом или воздухом.

Окончание таблицы 6.11.

Б	Горючая пыль или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 ° С, легковоспламеняющиеся жидкости в таких количествах, что они могут образовывать взрывоопасные пылевые или паровоздушные смеси, при воспламенении которого развивается рассчитанное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1 – В4	Горючие и медленно горящие жидкости, твердые горючие и медленно горящие вещества и материалы, взаимодействовать с водой, кислородом или воздухом друг с другом с подругой только сжечь, при условии, что в комнате они доступны или нет попадают в категории А или В
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем состоянии, горячий или расплавленный процесс обработка, которая сопровождается выбором лучистое тепло, искры и пламя; горючие газы жидкости и твердые вещества. переработано как топливо
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Федеральный закон от 22.07.2008 N 123–ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018) – ст.27.

Класс пожара А (горение твердых), В (горение жидких), Е (горение электрооборудования). Федеральный закон от 22.07.2008 N 123–ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018) раздел 1 глава 2 статья 8.Согласно категории помещения, его площади и класса пожара определяем первичные средства пожаротушения к ним относятся огнетушители, определим их Вид, объем и количество.

Помещения оснащаются одним из 4 представленных в настоящей таблице видов огнетушителей с соответствующей вместимостью (массой).

Примечания:

1. Для порошковых и углекислотных огнетушителей приведена двойная маркировка – старая маркировка по вместимости объема состава корпуса (л) и новая считается по массе огнетушащего состава находящегося в огнетушителе (Кг).

При оснащении помещений порошковыми и углекислотными огнетушителями допускается использовать огнетушители как со старой, так и с новой маркировкой.

2. Знаком "++" обозначены рекомендуемые для оснащения объектов огнетушители, знаком "+" – огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых и при соответствующем обосновании, знаком "-" – огнетушители, которые не допускаются для оснащения данных объектов.

В соответствии с приложением мы делаем вывод, что для обеспечения пожарной безопасности в наших помещениях требуются два огнетушителя ОП–10 и два огнетушителя ОУ–8.

Выводы по разделу 6

Таким образом, соблюдение мер безопасности и поддержание рабочих помещений в соответствии с требованиями регламентирующих документов, позволяет обеспечить безопасные условия труда, сохранить здоровье и работоспособность персонала.

					<i>23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		106

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) Выявили конструктивные и эксплуатационные факторы, влияющие на устойчивость, управляемость и плавность хода (активная безопасность автомобиля), а так же способы повышения активной безопасности автомобиля;

2) Провели обзор существующих конструкций задних подвесок автомобилей категории M_1 ; предложили свой вариант задней подвески автомобиля категории M_1 (данная разработка позволяет изменять жёсткость подвески);

3) Разработали и рассчитали конструкции модернизированной подвески которая включает расчеты:

– Упругого элемента, где диаметр проволоки $d=5$ мм, количество витков пружины i_p равно 5, а максимальная нагрузка на одну пружину $P_{max}=5,64$ кН.

– Гасящего элемента, где величина относительного демпфирования $D_2 = 0,21$

Все полученные данные обеспечивают работоспособность конструкции.

4) Была разработана технология производства детали гайка в проектируемой подвеске, рассмотрены операции по заготовке и производству изделия, где предложенные операции обеспечивают необходимую точность изготовления.

5) Оценка экономической эффективности, где себестоимость автомобиля с установленной подвеской оказалась выше, но экономический эффект положителен за счет быстрой окупаемости автомобиля, где срок окупаемости равен 1,3 года при условии, что годовая программа составляет 100 штук новых автомобилей. Прибыль будет составлять 12613872 рублей в год, при неизменной годовой программе выпуска. Так же стала выгоднее эксплуатация автомобиля из-за повышения долговечности работы подвески и ее дешевого обслуживания.

6) Были установлены меры безопасности и поддержания рабочих помещений в соответствии представленными требованиями регламентирующих документов, что позволяет обеспечить безопасные условия труда, сохранить здоровье и работоспособность персонала во время обслуживания автомобиля.

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Вахламов, В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства: учебник для студ. высш. учеб. заведений / 2 – е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 240 с.
- 2 <http://www.vaz-14.ru/vaz2114/tth.html> (20.03.2012).
- 3 <http://autonewsmonitoring.info/crash-test/729-krash-test-vaz-2114.html> ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики. –М.: Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР, 1975. – 11 с.
- 4 (20.03.2012)
- 5 Вахламов, В.К. Автомобили конструкция и элементы расчета. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 480 с.
- 6 <http://www.bestreferat.ru/referat-197925.html> (20.03.2012)
- 7 <http://www.tuningx.ru/tyuning-zadney-podveski-vaz-2109.html> (02.05.2012)
- 8 <http://www.vaz-14.ru/vaz2114/tth.html> (02.05.2012)
- 9 http://udtuning.ru/masterskaya/pnevmapodveski/vidy_podvesok/ (02.05.2012)
- 10 <http://www.amortizator.spb.ru/articles/amortizators/ohlins/ohlins2.htm> (02.05.2012).
- 11 Артамонов, В.И. Конструирование и расчет автомобиля. М.: Транспорт, 1982. – 420 с.
- 12 Решетов, Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальных вузов – М.: Машиностроение, 1989г. – 495 с., ил.
- 13 ГОСТ 12.0.003. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. – М.: Экожилсервис, 2015. – 16 с.
- 14 СанПиН 2.2.4.548. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: НИИ медицины труда РАМН, 1996. – 27 с.

- 15 СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: НИЦ "Строительство", 2013. – 18 с.
- 16 ГОСТ 32548–2013. Вентиляция здания, воздухораспределительные устройства. – М.: Технический комитет по стандартизации РФ, 2013. – 34 с.
- 17 ГН 2.2.5.2308–07. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – М.: НИИ медицины труда РАМН, 2007. – 14 с.
- 18 СП 52.13330. Естественное и искусственное освещение. – М.: НИИСФ РААСН, 2017. – 21 с.
- 19 ГОСТ 12.1.003–83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. – М.: Академия медицинских наук СССР, 1987. – 24 с.
- 20 СП 51.13330. Защита от шума. – М.: НИИСФ РААСН, 2011. – 15 с.
- 21 НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: ГУГПС МЧС России, 2003. – 33 с.
- 22 ГОСТ 30893.2-2002. Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Допуски формы и расположения поверхностей, не указанные индивидуально – М.: НИИизмерения, 2002. – 12 с.
- 23 ГОСТ 30987-2003. Основные нормы взаимозаменяемости. Назначение размеров и допусков для нежестких деталей – М.: НИИизмерения, 2002. – 12 с.
- 24 ГОСТ 15589-70. Болты с шестигранной головкой класса точности С. Конструкция и размеры (с Изменениями N 2, 3, 4, 5, 6) – М.: Министерство черной металлургии СССР, 1970. – 7 с.
- 25 ГОСТ 15526-70 (СТ СЭВ 3684-82) Гайки шестигранные класса точности С. Конструкция и размеры (с Изменениями N 2-7) – М.: Министерство черной металлургии СССР, 1970. – 6 с.
- 26 ГОСТ 6402-70 Шайбы пружинные. Технические условия (с Изменениями N 2, 3) – М.: Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР, 1970. – 11 с.

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

- 27 ГОСТ 7795-70. Болты с шестигранной уменьшенной головкой и направляющим подголовком класса точности В. Конструкция и размеры (с Изменениями N 2, 3, 4, 5, 6) – М.: Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР, 1970. – 5 с.
- 28 ГОСТ 7338-90. Пластины резиновые и резинотканевые. Технические условия (с Изменением N 1) – М.: Министерство химической и нефтеперерабатывающей промышленности СССР, 1990. – 26 с.
- 29 ГОСТ 1051-73. Прокат калиброванный. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3) – М.: Министерство черной металлургии СССР, 1973. – 8 с.
- 30 ГОСТ 1020-97. Латунь литейные в чушках. Технические условия – М.: Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 107, Донецким государственным институтом цветных металлов (ДонИЦМ), 1997. – 7 с.

					23.05.01.2019.048 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110