

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет»

(национальный исследовательский университет)

Факультет «Автотранспортный»

Кафедра «Колесных и гусеничных машин»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

к.т.н., профессор

_____/В. Н. Бондарь/

«__»_____2020 г.

Модернизация подвески кабины Урал-43206-41

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ ЮУрГУ–
23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы:

к.т.н., доцент

_____/А.В.Разношинская

«__»_____2020 г.

Автор работы

студент группы П-405

_____/А.А.Середнюков

«__»_____2020 г.

Нормоконтролер

к.т.н., доцент

_____/В. И. Дуюн

«__»_____2020 г.

Челябинск 2020

АННОТАЦИЯ

Середнюков А.А. Модернизация подвески кабины Урал-43206-41. – Челябинск: ЮУрГУ, АТ, 2020, 61 с., 17 ил., 4 табл., библиографический список – 14 наим., 2 прил., 4 листа чертежей ф. А1 и 2 листа чертежей ф. А3

Для создания комфортной подвески грузового автомобиля необходимо провести анализ существующих конструкций подвесок. Для модернизации выбрана подвеска кабины автомобиля Урал-4320. Автомобиль повышенной проходимости нуждается в улучшении характеристик комфорта водителя. Проведенный анализ различных типов подвесок показал, что слабым элементом являются подушки, которые не обеспечивают должного уровня колебаний для водителя в кабине. Предлагается установка подпружиненных амортизаторов вместо подушек для уменьшения колебаний и увеличения комфорта водителя. Для этого предложена конструкция подвески кабины Урал-4320, произведен необходимый расчет основных узлов. Разработаны рекомендации по технологической части выпускной квалификационной работе, а так же проведен анализ безопасности при эксплуатации подвески кабины. Проведен расчет экономической целесообразности установки модернизированной подвески на автомобиль.

					<i>ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Середнюков</i>			<i>Модернизация подвески кабины Урал-43206-41</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Разношинская</i>					5	61
<i>Реценз</i>						<i>ЮУрГУ Кафедра «КГМ»</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Дуюн В.И.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Бондарь В.Н.</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	10
1.1 Назначение подвески кабины и конструктивные особенности	10
1.2 Требования к подвескам	12
1.3 Анализ основных типов подвесок, применяемых на кабинах грузовых автомобилей	13
1.4 Обоснование применения комбинированной подвески на кабине	22
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	24
2.1 Анализ проектируемой модели подвески	24
2.2 Описание работы и функций работы элементов подвески	28
2.3 Проектирование деталей подвески	32
2.4 Прочностной расчет элементов подвески	40
3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	43
3.1 Расчет себестоимости модернизации подвески	43
3.2 Расчет эффективности от внедрения подвески	47
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	51
4.1 Общие требования безопасности для конструкции кабин	51
4.2 Требования безопасности при ремонте и обслуживании подвески	54
4.3 Мероприятия по созданию безопасных условий эксплуатации и ремонта кабин	55
4.4 Итоговая Оценка безопасности модернизированной подвески кабины	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	60
ПРИЛОЖЕНИЕ А	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	

					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

ВВЕДЕНИЕ

Для повышения эффективности виброзащитных систем необходимы значительные материальные затраты по их разработке и внедрению. В данном случае одним из рациональных решений может являться совершенствование или модернизация системы поддрессоривания подвески кабины Урал-4320, что позволит обеспечить безопасные условия труда водителя при эксплуатации автомобиля.

Разнообразные нагрузки, которые возникают в процессе движения автомобиля, направлены, как на узлы автомобиля, так и самого водителя, через систему поддрессоривания кабины. В результате воздействия на водителя возникает его утомляемость и впоследствии усталость, которая может привести к профессиональным заболеваниям. Для того чтобы это не произошло, используют различные критерии для оценки поддрессоривания автомобиля и регламентируют их нормами для создания комфортных условий.

Необходимым условием является компенсирование перекосов рамы, ударной нагрузки от колес, раскачивание кабины и многое другое. Для создания необходимого уровня колебаний поддрессоренной подвески кабины необходимо соответствие ее как конструкции автомобиля, так и нормам и правилам эксплуатации автомобиля. Современные подвески кабины достаточно сложны, но вместе с тем они обеспечивают необходимую защиту водителя от излишних колебаний. С точки зрения безопасности труда эффективно использовать имеющиеся транспортные средства с наибольшим комфортом для водителя, что позволит уменьшить воздействие от внешней среды и предотвратить усталость во время работы. Во время работы водителя наибольшее воздействие производит шум от агрегатов и вибрация в процессе эксплуатации. Увеличение скоростей неизбежно влечет повышение вибрации и уменьшение комфортности вождения. При этом на автомобилях повышенной проходимости нельзя заменить подвеску на более мягкую, что казалось, увеличит комфортность водителя.

					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		8

Но, к сожалению, это, во-первых, дорогостоящее мероприятие, во-вторых, для автомобилей повышенной проходимости необходимы некоторые жесткие элементы конструкции подвески самого автомобиля во избежание быстрой поломки и простоя в ремонте продолжительного времени.

Вместе с тем для обеспечения нормальных условий труда при серийном производстве возникает необходимость в создании новой подвески кабины или же модернизации существующего варианта.

Анализ технико-экономических показателей указывает, что наиболее приемлемым вариантом с точки зрения вложения денежных средств является модернизация существующего варианта подвески кабины.

При этом создание нормальных условий труда позволит увеличить комфорт водителя при неизменных условиях эксплуатации автомобиля и позволит усовершенствовать систему поддрессоривания подвески кабины водителя. Улучшение условий труда водителя приведет к увеличению его работоспособности, что позволит ему выполнять работу более качественно и вместе с тем наиболее безопасно, ведь влияние вибрации уменьшится и вместе с ним уменьшится усталость от ее воздействия.

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается модернизация передней подвески кабины Урал-4320 путем замены подушек на подпружиненные амортизаторы.

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Назначение подвески кабины и конструктивные особенности

Кабина - это, прежде всего, цельнометаллическая коробка с основными элементами, которой являются

- каркас крыши
- панели (боковые, верхние и т. д.)

Двери кабины имеют опускающиеся стекла и поворотные форточки. Подъем и опускание стекол, а также их фиксация в любом необходимом положении, осуществляются при помощи стеклоподъемников, расположенных внутри дверей. В закрытом положении двери удерживаются посредством специальных замков. Ветровые стекла — травмобезопасные, типа триплекс.

Сиденье в кабине может быть двух – или трехместным. Оно выполняется общим для водителя и пассажиров или отдельным. При отдельной конструкции сиденья водителя, оно выполняется регулируемым в горизонтальном и вертикальном направлениях, а также по наклону подушки и спинки. Кабина магистральных тягачей оборудуется одним или двумя спальными местами, которые располагаются за спинкой сиденья или сверху. Спальное место, расположенное сверху, делает кабину более компактной в продольном направлении, но ухудшает условия отдыха. Кроме того, кабины тяжелых магистральных тягачей оборудованы кухней и умывальником, телевизором, кондиционером, холодильником, туалетом, системой спутниковой навигации и др. устройствами. Для снижения затрат на производство некоторые фирмы-изготовители применяют для модельного ряда грузовых автомобилей одну и ту же кабину, но в разных исполнениях: со спальным местом или без него, с низкой или высокой крышей и т. д.

Особое место определено под подвески кабин, которые работают в системе внешняя среда – автомобиль – человек. Имеют свои конструктивные особенности и срок службы.

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР				

На грузовых автомобилях применяются различные типы кабин (рисунок 1.1).

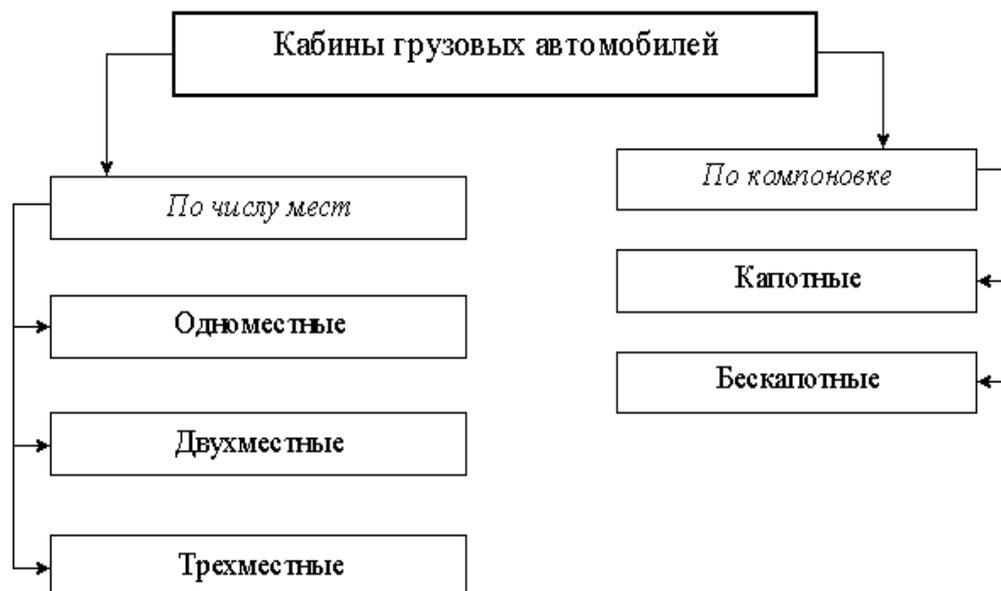


Рисунок 1.1 – Типы кабин грузовых автомобилей

Наибольшее распространение на грузовых автомобилях получили двух- и трехместные кабины.

Капотная кабина состоит из двух объемов. Она имеет отделение двигателя, которое размещено вне помещения водителя и образует отдельный элемент формы кабины.

Бескапотная кабина является однообъемной. В ней отделение двигателя объединено с помещением водителя и находится под кабиной.

Бескапотная кабина позволяет рациональнее использовать габаритную длину автомобиля, улучшить обзорность дороги для водителя и доступ к двигателю, так как бескапотная кабина откидывается вперед по ходу автомобиля.

1.2 Требования к подвескам

В соответствии с требованиями предъявляемых к подвескам кабин необходимым условием является их соответствие плавности хода. Предъявляются требования на ударные нагрузки к кабине от деталей подвески [12].

Основные показатели, которые должна обеспечивать подвеска кабины:

- не превышать частоту колебаний собственной подрессоренной массы в независимости от характеристик упругих элементов, входящих в конструкцию подвески и обеспечивать плавное затухание колебаний при движении автомобиля;
- крен кабины не должен превышать 60 градусов при полной загрузке автомобиля и движению по неровностям, а так же исключать разрушение и отрыв кабины от подвески;
- оптимально гасить ударные нагрузки от подрессоренных масс и уменьшать вертикальные реакции, оказывающие негативное воздействие на водителя и его пассажира;
- не мешать и обеспечивать удобную конструкцию кабины;
- содержать в себе элементы, обладающие достаточной прочностью при минимальной массе, выдерживать различные напряжения, возникающие в процессе эксплуатации автомобиля;
- унификацию, технологичность и ремонтпригодные элементы, из которых выполнена подвеска кабины автомобиля.

						Лист
					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

В настоящее время использование в многоосных автомобилях различных типов подвесок все чаще приводит производителей использовать комбинированные устройства, что позволяет обеспечивать защиту от различных типов нагрузки, исходящую от колебаний, передающуюся на кабину водителя. Использование данных устройств позволяет перераспределять нагрузки, передающиеся от рамы и колес автомобиля на кабину. Так же в некоторых типах подвесок важна возможность регулировки жесткости и уменьшения динамического хода в зависимости от веса кабины, что позволяет снизить вес самой подвески кабины или наоборот уменьшить вес самой кабины, чтобы поддресоренные массы обеспечивали необходимые колебания, не превышающие допустимым нормам.

1.3 Анализ основных типов подвесок, применяемых на кабинах грузовых автомобилей

В грузовых машинах наибольшее применение находят виброизолированные кабины. Для подвески кабины используются различные виброизоляторы или амортизаторы. Они различны по конструкции и материалам упругого элемента [2]. На данный момент существуют различные материалы, из которых они изготавливаются, предпочтения больше отдают полимерным и резиновым вариантам для виброизоляции [3]. Наиболее универсальными материалами являются полиуретаны, но, к сожалению, из-за дороговизны производства пока не нашли должного применения в конструкции автомобиля и используются в производстве для износостойких и прочных конструкций.

Для достижения наибольшего комфорта водителя необходимо рассмотреть систему воздействия колебания кабина-водитель-сиденье. Обеспечение комфорта на протяжении пути зависит как от колебаний, передающихся от дороги, так и от манеры езды водителя. На последнее оказать влияние мы не можем, но на основе требований частоты колебаний для комфорта водителя принято 1-1,3 Гц, она соответствует колебаниям при спокойной ходьбе.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР					13

Комфорт водителя будет обеспечиваться, если передача данной частоты колебаний будет происходить от сиденья к водителю.

Существующие системы поддрессирования масс кабины обеспечивают по-разному комфорт водителя.

Для проектирования автомобиля необходимым условием является рассмотреть подвески кабин отечественных автомобилей (рисунок 1.2) и автомобилей стран СНГ (рисунок 1.3). Они используют в своих подвесках пружинные упругие составляющие, а так же элементы из эластомеров или их комбинаций.

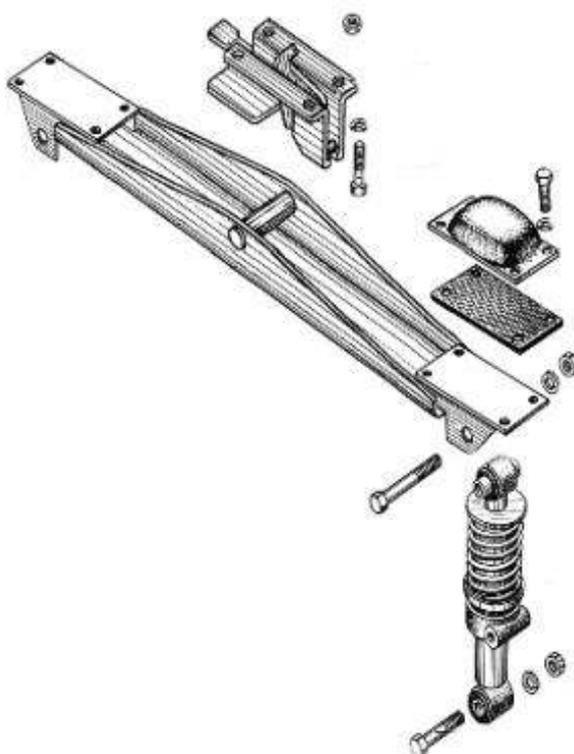


Рисунок 1.2 – Подвеска кабины Урал–63685 на упругих элементах



Рисунок 1.3 – Подвеска кабины Volvo

Как мы видим, из подвески кабины Volvo упругие элементы из эластомеров представляют собой сайлентблоки (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Конструкция эластомеров в виде сайлентблоков

Эластомеры (рисунок 1.4) позволяют снимать статическую нагрузку от кабины, при этом обеспечивать защиту водителя от динамических нагрузок во время колебаний кабины в различных плоскостях. Поэтому данная конструкция подрессоривания кабины с помощью эластомеров должна компенсировать угловые и радиальные колебания кабины.

Необходимо так же использовать ограничители хода (рисунок 1.5) колебаний подвески кабины. Их чаще всего называют отбойниками. Они обеспечивают контроль по высоте и не дают передавать на кабину жесткие удары от неровностей дороги. Конструкция обладает нелинейной характеристикой за счет разного диаметра, что позволяет при воздействии внешней силы сначала сжиматься внутренней части за счет меньшего диаметра, при увеличении нагрузки далее уже сжимается верхняя часть с большим диаметром. Это позволяет уменьшить колебания и добавить устойчивости при жестких ударах. Но так один элемент не может полностью обеспечивать необходимые колебания без применения вспомогательных устройств стабилизации и компенсирования ударной нагрузки на кабину водителя.



Рисунок 1.5 – Конструкция резинового ограничителя динамического хода

Пневмоподушки до сих пор используются в различных грузовых автомобилях, при этом они совершенствуются и обретают новые устройства, как стабилизации, так и компенсирования подвески кабины. Например, такая пневматическая подвеска представлена у грузового автомобиля Scania (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Пневматическая подвеска кабины грузового автомобиля Scania

Пневматическая подвеска обладает рядом преимуществ над другими, но в то же время и громоздкость ее увеличивает вес автомобиля и, следовательно, расход топлива. Для примера представим баллон для пневмоподвески кабины RVI Magnum (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Баллон для пневмоподвески кабины RVI Magnum

Использование различных пневмоэлементов, например металлических виброизоляторов (рисунок 1.8), позволяет уменьшить частоту собственных колебаний до 3-5 Гц, но все же не позволяет обеспечивать нам комфорт в 1-1,3 Гц необходимый для водителя.

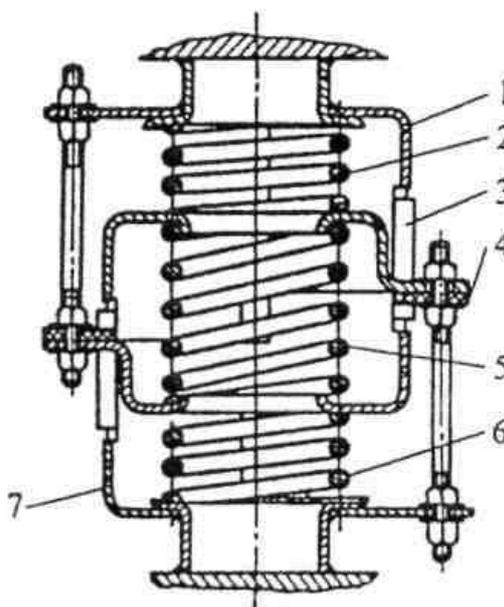


Рисунок 1.8 – Виброизолятор металлический: 1- корпус; 2 - пружина; 3 - фрикционные планки; 4 - фрикционные накладки; 5, 6 - пружины; 7 – корпус

У данных элементов следующие недостатки:

- увеличивают звуковую вибрацию;

- обладают небольшой жесткостью;
- необходимо применение дополнительных компенсирующих устройств;
- сложность конструкции для компенсации колебаний.

Аналогичные виброизоляторы (рисунок 1.9) с резиновыми элементами хоть и имеют широкий диапазон нагрузок, но все же обладают следующими недостатками:

- конструктивная сложность установки и конструкции в целом;
- большие размеры;
- необходимо применять специальные устройства, что усложняет эксплуатацию.

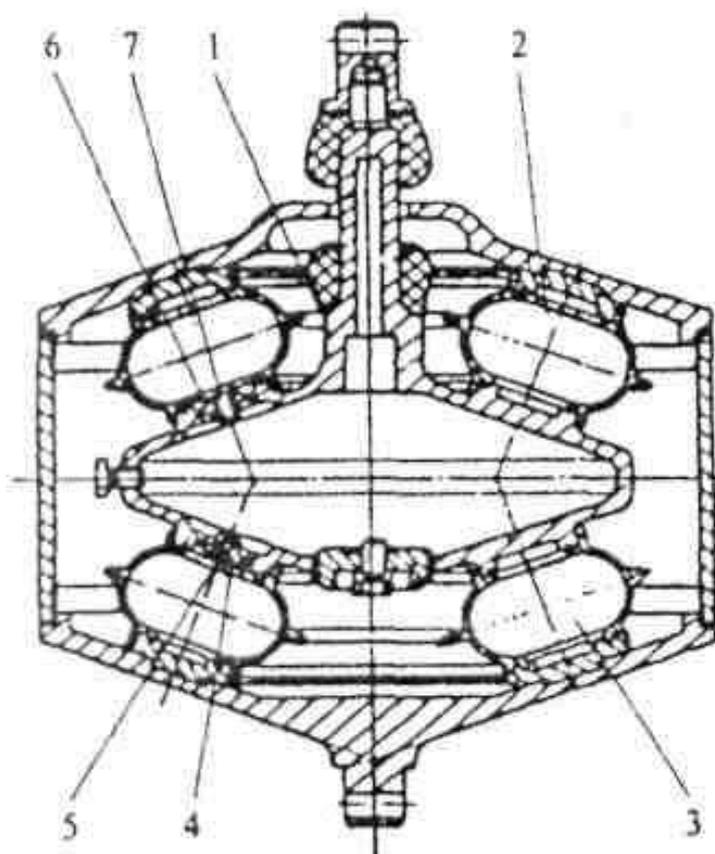


Рисунок 1.9 – Виброизолятор с резиновыми элементами

- 1 – резиновый элемент; 2, 3 - упругие элементы; 4 - клапанное устройство;
5, 7 - дросселирующие отверстия; 6 - клапанное устройство

Используются в настоящее время и другие варианты подвески кабины, например, с четырехзвенным шарнирным механизмом (рисунок 1.10)

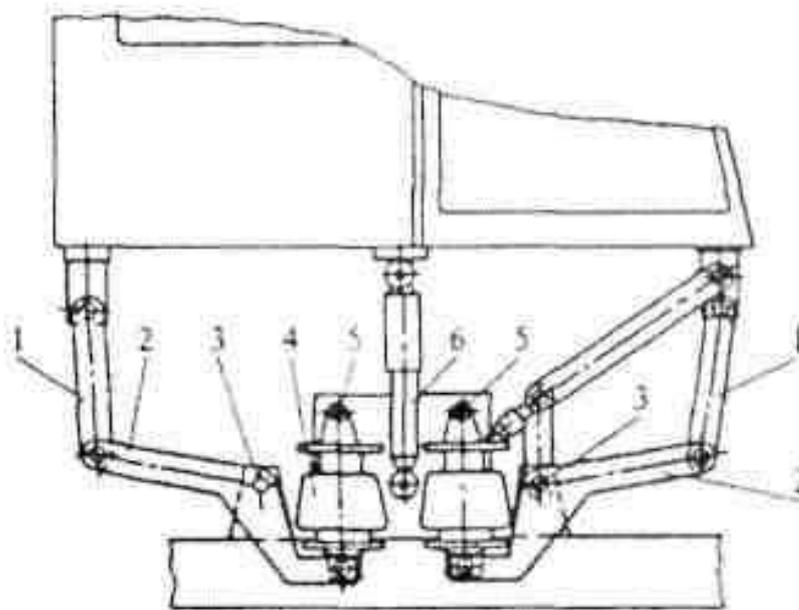


Рисунок 1.10 – Подвеска кабины с четырехзвенным шарнирным механизмом

1- наклонные тяги; 2 - двуплечие рычаги; 3 - оси; 4 - упругие элементы; 5 - оси подвеса; 6 – амортизаторы

Здесь крепление рамы к кабине идет за счет использования амортизаторов, так же присутствуют гасители колебаний. Среди преимуществ можно отнести обеспечение необходимого уровня колебаний в 1-1,3 Гц при этом кабина получается изолированной от внешних воздействий за счет системы креплений, но вместе с тем у данной подвески есть недостатки:

- сложность конструкции;
- большие размеры;
- дорогая в обслуживании за счет конструкции [4]

Анализ подвесок кабин показывает, что существующие конструкции в основном пассивные. Их преимуществом является простота конструкции, но при этом низкий диапазон защиты от вибрации и колебаний кабины. Основные колебания зависят от характеристик выбранного элемента в качестве упругого

гасителя колебаний [4].

Рассматриваемый автомобиль Урал-4320 имеет трехместную закрытую кабину. Это автомобиль повышенной проходимости, поэтому обладает некоторыми особенностями по сравнению с грузовыми автомобиля общего пользования.

Кабина - жесткая сварная цельнометаллическая конструкция, которая состоит в основном из каркаса и панелей. Для изготовления и соединения указанных элементов применяются листовая сталь и точечная сварка.

На Урал-4320 унифицированная подвеска кабины - в четырех точках по «ромбовидной схеме» расположения точек крепления. Такая схема крепления кабины обеспечивает необходимую долговечность кабины и ее агрегатов.

В подвеске кабины при больших скоростях возникают дополнительные перемещения кабины вследствие инерционного, дополнительного раскачивания ее.

Кабина и оперение представляют собой единый жесткий блок, закрепленный на раме в четырех точках:

- передняя точка - по оси автомобиля на первой поперечине рамы, крепление через рамки радиатора;

- задняя точка - по оси кабины на второй поперечине рамы, крепление через приклепанный к поперечине кронштейн и серьгу с двумя резиновыми втулками на оси;

- две средние точки - на прикрепленных к лонжеронам рамы (справа и слева) кронштейнах.

Резиновые подушки аналогичны применяемым подушкам для бокового крепления кабины только меньшего размера.

Кабина прикреплена к кронштейнам стяжными болтами. По обе стороны горизонтальных полок кронштейнов установлены массивные резиновые подушки с вулканизированными к ним плоскими шайбами.

						Лист
					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

В подушках размещены распорные стальные втулки, ограничивающие сжатие подушек стяжными болтами. На стяжной болт установлена корончатая гайка, зафиксированная от проворачивания шплинтом.

Оперение жестко крепится к рамке радиатора.

Таким образом, благодаря мягкой связи кабины с рамой обеспечивается взаимное перемещение кабины и рамы в продольных и поперечных осях, проходящих через точки крепления. При перекосах боковые перемещения компенсируются деформацией резиновых подушек. Кроме того, эти подушки поглощают вибрацию и компенсируют отклонения при сборке.

1.4 Обоснование применения комбинированной подвески на кабине

Как было указано вследствие инерционного воздействия на скорости, происходит раскачивание кабины. Необходимо установка дополнительных стабилизаторов или креплений. Так же конструкция кабины обладает жесткостью, не обеспечивающей комфортное вождение в виде колебаний в 1-1,3Гц. Применение подушек в виде гасителей колебаний в стандартной версии подвески кабины не обеспечивает должного уровня комфорта. Необходимо использование других виброгасителей.

Для этого необходимо улучшить условия эксплуатации автомобиля для водителя путем установки вибрационных гасителей, обеспечивающих указанный комфорт при гашении вибрации и колебаний на кабину автомобиля.

Снижение нагрузки можно обеспечивать уменьшением амплитуды колебаний напряжений. Для этого необходимо составить расчетную схему кабины автомобиля Урал-4320 с учетом колебаний элементов кабины и воздействия системы поддрессоривания масс. Задача для расчетной схемы найти такие значения, что бы они оптимально снижали вибрации и напряжения в элементах подвески кабины, что позволит в системы сиденье-водитель уменьшить колебания и усталость от поездки. Необходимо снижение вибронегруженности кабины Урал-4320 путем установки подпружиненных

амортизирующих элементов под передние опоры, что позволит снизить жесткость ударов от подрессоренных масс рамы на кабину.

Предполагаемая конструкция позволит уменьшить жесткость при ударных нагрузках и при этом увеличит прочность подвески кабины при удовлетворении безопасности использования. Комбинированная подвеска создаст необходимые условия для уменьшения колебаний на кабину без увеличения подрессоренных масс и позволит улучшить безопасность и комфорт водителя.

Выводы: Урал-4320 является автомобилем повышенной проходимости и к нему предъявляются требования, как для многоосного автомобиля. Обеспечение комфорта и безопасности водителя и пассажира обусловлены уменьшением вибронагруженности кабины за счет улучшения характеристик подвески кабины. Необходимо изменение конструкции подвески кабины с целью уменьшения среднеквадратических ускорений на кабину. В данной стандартной подвеске это не обеспечивается и возникают резонансные частоты 4...8 Гц, что ухудшает самочувствие водителя и влияет на его здоровье. Снижение нагрузок возможно путем изменения конструкции подвески кабины за счет подрессоривания с помощью подпружиненных амортизирующих элементов, а именно заменой подушек на амортизаторы с пружинами, обеспечивающие необходимую частоту колебаний в 1-1,3 Гц кабины за счет дополнительного уменьшения амплитуды колебаний. Вследствие, вибронагруженность подвески компенсируется указанными элементами, что позволит снизить воздействие на водителя. При этом конструкция не будет доставлять сложности при эксплуатации.

Проектируемая конструкция подвески кабины Урал-4320 должна соответствовать показателям устойчивости, взаимозаменяемости, а так же выполнять свою функцию на протяжении отведенного срока не влияя на безопасность при вождении данного автомобиля. Для этого мы рассмотрим и спроектируем конструкцию в следующей главе.

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ проектируемой модели подвески

В процессе движения автомобиль как динамическая система воспринимает внешнее воздействие неровностей опорной поверхности под колесами движителя, которое возрастает при увеличении скорости движения. Данное воздействие в виде вибрации передается на узлы и механизмы динамической системы автомобиля, а также и на самого водителя через подвеску кабины. В случае неудачно подобранных параметров рабочих элементов подвески или неэффективной работы системы поддрессоривания кабины, этот фактор может повлечь за собой неблагоприятные последствия для водителя. Таким образом, при рассмотрении возможных путей повышения эффективности эксплуатации автомобиля, за счет уменьшения колебаний кабины, основополагающим для обеспечения данного условия является обеспечение нормальных условий труда оператора, установленных санитарными нормами [6].

Для определения допустимых уровней транспортной вибрации на кабину необходимо произвести расчет и создать подвеску отвечающей условиям поддрессоривания, а также проанализировать характер изменения и уровень входного сигнала воздействия на подвеску автомобиля.

Поэтому необходимо более подробно рассмотреть конструкцию поддрессоривания кабины Урал-4320.

Подвеска кабины пружинная, с четырьмя гидравлическими амортизаторами (рисунок 2.1). Входящие в ее состав резинометаллические шарниры разбирать не рекомендуется во избежание неправильной установки составляющих деталей.

					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		24

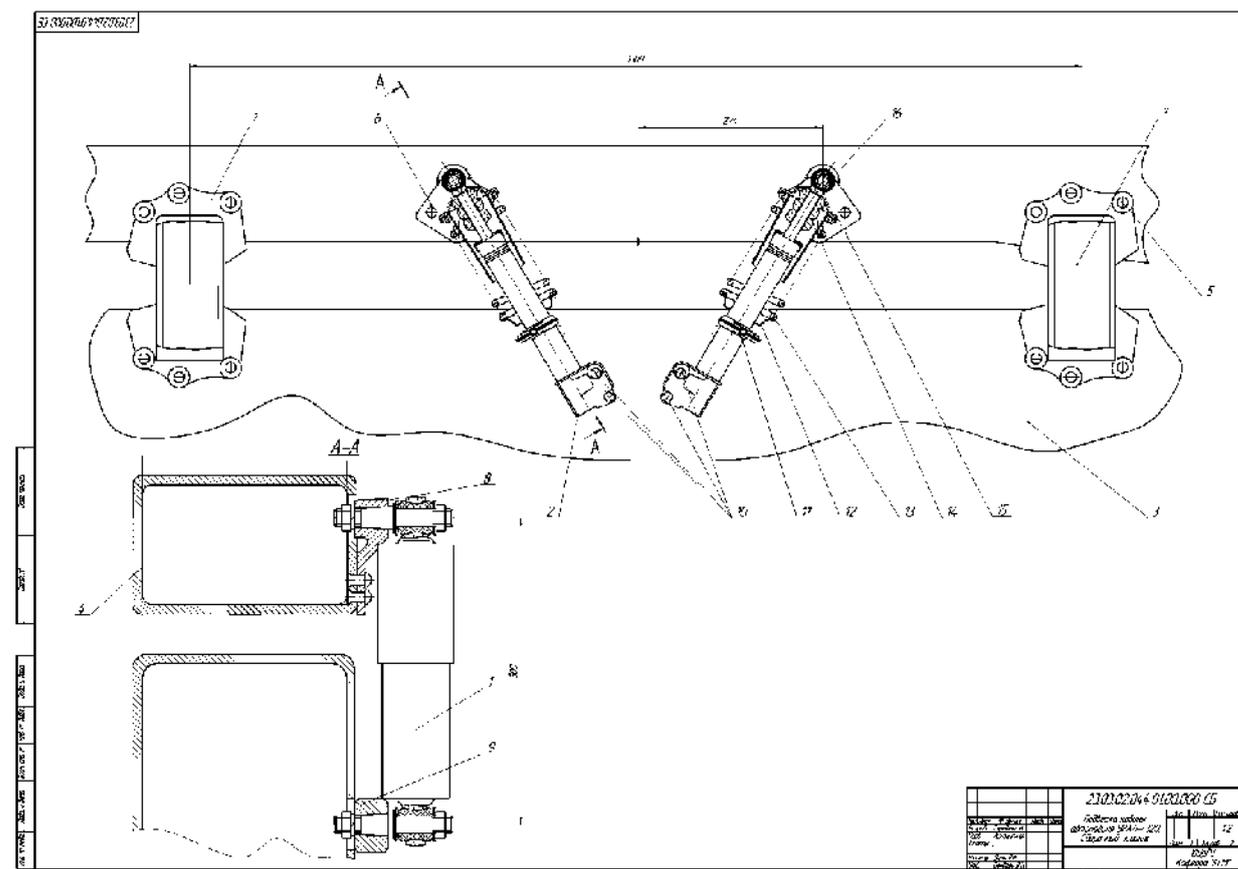


Рисунок 2.1 – Подвеска кабины

1 – телескопическая стойка; 2 – кронштейн в сборе; 3 – рама автомобиля (условно); 4 – кабина автомобиля (условно); 5 – крепление в сборе; 6 – кронштейны в сборе; 7 – демпферная пружина; 8,9 – рычаги в сборе; 10 – крепление в сборе; 11 – поворотный рычаг; 12 – нижняя чаша амортизатора; 13 – пружина; 14 – буфер сжатия; 15 – верхняя чаша амортизатора; 16 – верхнее крепление амортизатора

Подвеска кабины грузового автомобиля содержит передние опоры и задние опоры. Передняя опора включает раму, пружину, резиновые отбойники, кронштейн, к которому жестко присоединен рычаг и при помощи болтового соединения балка. Резиновые отбойники ограничивают сжатие пружины. Рычаги с другой стороны закреплены на кронштейне посредством резиновых шарообразных прокладок, а кронштейны установлены на раме автомобиля. Рычаги обеспечивают вертикальную устойчивость передней опоры. Шарообразные прокладки позволяют рычагам перемещаться на определенный угол при работе пружин (сжатие – растяжение). На рычаге смонтирован кронштейн, на котором закреплен шток амортизатора. Гидроцилиндр амортиза-

						Лист
					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

тора. Гидроцилиндр амортизатора закреплен на пластине, установленной на раме автомобиля. Он предназначен для крепления шарнирной опоры кабины грузового автомобиля. Шарнирная опора при помощи резьбового соединения установлена на пол кабины. Балка соединяет две передние опоры и обеспечивает синхронизацию работы этих опор. На балке установлен кронштейн, на котором посредством шарообразных прокладок закреплен один конец рычага, а другой конец рычага аналогично закреплен на раме. Этот рычаг обеспечивает продольную устойчивость подвески кабины. На балке установлены проушины, которые служат для крепления П-образного рычага для обеспечения поперечной устойчивости подвески. П-образный рычаг установлен на раме автомобиля при помощи кронштейнов, что позволяет этому рычагу совершать поворот на некоторый угол при работе подвески, но при этом удерживать подвеску от чрезмерных колебаний и движения в поперечном направлении. П-образный рычаг закреплен в проушинах при помощи болтового соединения и шарообразных прокладок. Задняя опора включает кронштейн, нижний стакан, амортизатор, пружину, верхний стакан, резиновую прокладку и скобу для крепления задней части кабины. Амортизатор установлен по оси пружины и работают они совместно. Подвеска кабины грузового автомобиля работает следующим образом. Колебания в раме грузового автомобиля, которые возникают при движении по неровной дороге, передаются на пол кабины через пружины передних и задних опор, механизм синхронизации в виде балки, амортизаторы, что обеспечивает первичное гашение максимальных значений амплитуды низкочастотных и высокочастотных колебаний в различных плоскостях. Для гашения колебаний и вибрации предусмотрены шарообразные прокладки, установленные в узлах соединения деталей подвески. Для исключения резких горизонтальных и вертикальных колебаний установлены рычаг для обеспечения продольной устойчивости и П-образный рычаг для обеспечения поперечной устойчивости.

						Лист
					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Многоступенчатое гашение колебаний элементами подвески обеспечивает снижение уровня вибрации на механизмах управления и сиденье водителя.

Предлагаемая подвеска кабины грузового автомобиля значительно улучшает условия эксплуатации грузового автомобиля, снижает уровень вибрации и вертикальных колебаний на кабину автомобиля, механизмы управления и сиденье водителя. Предлагаемая подвеска кабины грузового автомобиля создает комфортные условия для работы водителя.

2.2 Описание работы и функций работы элементов подвески

Расчетная схема представляет собой структурированное графическое изображение и взаимосвязь элементов колебательной системы автомобиля, в которую входят:

- инерционные элементы – подрессоренные и неподрессоренные массы автомобиля;
- упругие элементы – элементы способные накапливать потенциальную энергию (рессоры, пружины и т.п.);
- диссипативные элементы – элементы, рассеивающие энергию колебаний динамической системы автомобиля (амортизаторы, демпферы).

Разработка расчетной является сложной задачей. Рассматривать все возможные движения системы одновременно в большинстве случаев нецелесообразно из-за громоздкости получаемой системы уравнений. Для решения определенного вида задачи принято делать те или иные допущения. Таким образом, при обосновании расчетной схемы во внимание принимались лишь те физические свойства объекта и воздействия внешней среды, которые могут оказать существенное влияние на протекание колебательного процесса при движении автомобиля по грунтовой дороге. Такой подход позволит избежать необоснованной избыточности в его математическом описании при этом обеспечить адекватность данной расчетной схемы.

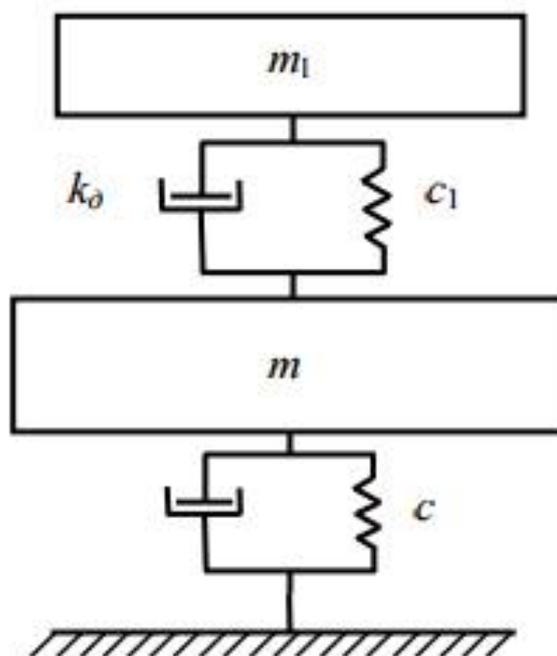


Рисунок 2.2 – Система динамического гашения колебаний кабины

Построение расчетной схемы основано на методе сосредоточенных масс. Сосредоточенные массы обладают инерционными свойствами и способностью накапливать кинетическую энергию. Их называют инерционными элементами. Состояние сосредоточенных масс характеризуется фазовыми координатами типа потока. Обычно это геометрические координаты, позволяющие определять положение этих масс (рисунок 2.3).

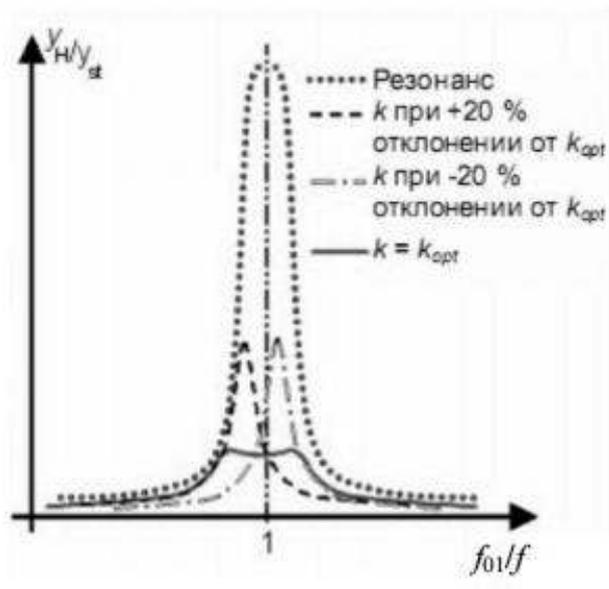


Рисунок 2.3 – Зависимость колебаний поддрессорируемого объекта от настройки амортизатора

Для определения наиболее рационального выбора параметров подвески сиденья автомобиля необходимо использовать амплитудно-частотные характеристики динамической системы поддрессоривания т.к. амплитудно-частотная характеристика системы или элемента, представляет собой зависимость отношения амплитуд установившихся колебаний выходной и входной величин от частоты (рисунок 2.4).

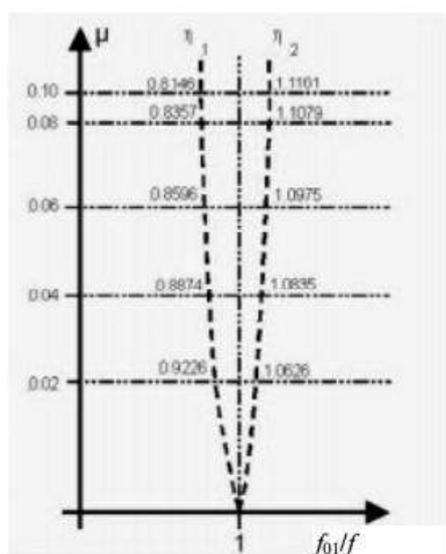


Рисунок 2.4 – Зависимость эффективного частотного диапазона от соотношения масс

Из представленной зависимости (рисунок 2.4) видно, что с понижением жесткости упругого элемента подвески кабины уменьшается амплитуда перемещений в области низкочастотного резонанса, причем его область смещается влево. В области высокочастотного резонанса величина ускорений почти не уменьшается, но сужается область высокочастотных колебаний. Таким образом, при снижении жесткости упругого элемента улучшается плавность хода, т.е. снижается воздействие вибрации на водителя. Однако чрезмерное снижение жесткости упругого элемента может привести к пробиванию подвески, что также свидетельствует о том, что для достижения благоприятных условий работы водителя необходимо применять в упругие элементы с нелинейной характеристикой, позволяющие прогрессивно увеличивать жесткость подвески кабины на крайних участках, при пониженной жесткости на среднем участке упругой характеристики [10].

Одним из основных показателей, по которому определяют допустимые уровни вибрации на рабочем месте оператора, является ускорение подрессоренной массы кабины. Нормирование допустимых уровней вибрации проводится по среднеквадратическому значению ускорений в заданном частотном диапазоне (в октавном или 1/3 октавном).

Первый принцип статистической теории подрессоривания заключается в том, что начальным звеном для расчета системы подрессоривания служит микропрофиль реальной дороги, который является одной конкретной реализацией случайной функции. Движение машины по микропрофилю дороги рассматривают как стационарный случайный процесс, т. е. не зависящий от начала отсчета времени. Второй принцип этой теории состоит в том, что случайную функцию воздействия при помощи интеграла Фурье представляют в виде комплексного непрерывного спектра. Однако при расчетах удобно пользоваться не спектром случайной функции, а спектром корреляционной функции стационарного случайного процесса, который является энергетическим спектром, пропорциональным квадратам амплитуд. Для ста-

ционных случайных процессов такими характеристиками являются корреляционная функция и спектральная плотность (энергетический спектр). Поэтому принимаем в качестве гасителя колебаний амортизатор (рисунок 2.5) для кабины. Он будет компенсировать излишние колебания кабины с учетом отсутствия пробития и будет соответствовать как необходимой амплитуде колебаний, так и безопасности при использовании его.



Рисунок 2.5 – Амортизатор кабины

2.3 Проектирование деталей подвески

Для проектирования подвески определим сначала статический прогиб из формулы:

$$n = \frac{300}{\sqrt{f_{cm}}}, \text{ кол/мин} \quad (2.1)$$

$$f_{cm} = \left(\frac{300}{n}\right)^2, \text{ см} \quad (2.2)$$

где $n = 90$ кол/мин – относительная частота колебания кузова

$$f_{cm} = \left(\frac{300}{90}\right)^2 = 11, \text{ см}$$

Определим сжатия амортизатора $f_{дв}$ на основе данных от других моделей грузовых автомобилей:

$$f_{дв} = K_e f_{ст}, \quad (2.3)$$

где $K_e = 0.7-0.8$ – для грузовых автомобилей

$$f_{дв} = 0,8 * 11 = 8,8 \text{ см}$$

Произведем расчет расстояния до касания ограничителя f_2 по формуле:

$$f_2 = K_e f_{дв} \quad (2.4)$$

$$f_2 = 0,8 * 8,8 = 7,04 \text{ см}$$

Срабатывание амортизатора на отбой определим:

$$f_{дн} = K_0 f_2 \quad (2.5)$$

где $K_0 = 0.8$ – для задних подвесок

$$f_{дн} = 0,8 * 7,04 = 5,6 \text{ см}$$

Тогда

$$f_1 = K_e f_{дн} \quad (2.6)$$

$$f_1 = 0,8 * 5,6 = 4.48 \text{ см}$$

Замена подушек амортизаторами позволят нам обеспечить необходимую динамическую жесткость в пределах хода амортизатора. При этом динамическая нагрузка P_d :

$$P_d = K_d P_{ст} \quad (2.7)$$

где K_d - коэффициент динамичности.

На основе анализа коэффициента динамичности можно предположить, что жесткость подвески обеспечивается, если только если K_d находится в среднем значении, это обусловлено тем, что при недостаточных значениях происходит пробитие амортизатора, при больших значения он не обеспечивает необходимые колебания, а увеличивает жесткость удара в кабину. На основе технической литературы даны указания, что значения должны соответствовать $K_d = 2...4$ для автомобилей повышенной проходимости.

$$P_d = 2,5 * 4000 * 9,81 = 98100 \text{ Н}$$

На основе характеристики соответствующей жесткости $2C_p$ на основе данных по автомобилю из технической литературы, нужно установить ограничитель сжатия:

$$P_d / 2C_p \geq f_{дв} \quad (2.8)$$

тогда жесткость верхнего упора определится из выражения:

$$C_{уП} = \frac{K_d P_{СТ} - 2C_p f_2}{f_{дв} - f_2}, \quad (2.9)$$

$$C_{уП} = \frac{2.5 \cdot 4000 - 2 \cdot 266 \cdot 7.04}{8.8 - 7.04} = 3553 \frac{кг}{см}$$

а жесткость нижнего упора:

$$C_{уП} = \frac{P_{СТ} - 2C_p f_1}{f_{дн} - f_1}, \quad (2.10)$$

$$C_{уП} = \frac{4000 - 2 \cdot 266 \cdot 4.48}{5.6 - 4.48} = 1443 \frac{кг}{см}$$

Число пробоев подвески может оказаться большим допустимого, поэтому необходимо предусмотреть резервы, например, за счет уменьшения f_2 или увеличения $f_{дв}$.

Рассматривая подвеску как одномассовую систему рассчитаем парциальный коэффициент:

$$K = 2\Psi \sqrt{\frac{2C_p \cdot P_{СТ}}{g}}, \quad (2.11)$$

Коэффициент аperiodичности Ψ рассматривается в интервале 0,15...0,3.

Для плавности хода принимаем меньшее значение, тогда получаем:

$$K = 2 \cdot 0.15 \sqrt{\frac{266 \cdot 2 \cdot 19620}{9.81}} = 309$$

Для получения значение при отбое и сжатии рассмотрим коэффициенты сопротивления амортизатора:

$$K_C = \frac{2K}{1 + \alpha} \quad (2.12)$$

$$K_O = \alpha \cdot K_C \quad (2.13)$$

где $\alpha = 4$ – отношение K_O к K_C .

$$K_C = \frac{2 \cdot 309}{1 + 4} = 123.6 \text{ кгс} \cdot \text{с/м} \quad K_O = 4 \cdot 123.6 = 494.4 \text{ кгс} \cdot \text{с/м}$$

Определим среднюю мощность, поглощаемую амортизатором при колебаниях:

$$N_{CP} = \frac{1}{4} \cdot V_{MAX} \cdot (K_O + K_C), \quad (2.14)$$

где $V_{MAX} = 0.5$ м/с – максимальная скорость перемещения поршня.

$$N_{CP} = \frac{1}{4} \cdot 0.5 \cdot (123.6 + 494.4) = 77.25$$

Для определения радиуса цилиндра амортизатора необходимо найти его площадь:

$$S_{CP} = \frac{N_{CP} \cdot t}{2680 \cdot \alpha \cdot T_{Ж}}, \quad (2.15)$$

где $t = 3600$ с – время, в течение которого разность температуры считается объективной реальностью;

$T_{Ж} = 95$ °С – допускаемая температура нагрева жидкости амортизатора;

$\alpha = 70$ ккал/м²час*°С – коэффициент теплопередачи.

$$S_{cp} = \frac{77.25 \cdot 3600}{2680 \cdot 70 \cdot 95} = 0.015 \text{ м}$$

Наружный радиус определим из выражения:

$$R = 0.5 \left(\sqrt{l^2 + 4S} \right), \quad (2.16)$$

где $l = 0.45$ м - длина резервуара.

$$R = 0.5 \left(\sqrt{0.45^2 + 4 \cdot 0.015} \right) = 0.05 \text{ м} = 50 \text{ мм}$$

Тогда диаметр поршня найдем по выражению:

$$d_{\Pi} = 1.94 \cdot (R - \delta) = 94 \text{ мм}$$

где $\delta = 2$ мм – толщина стенки рабочего цилиндра.

Диаметр штока:

$$d_{\text{шт}} = 0,3d_{\Pi} = 28 \text{ мм}$$

Полученные данные позволяют спроектировать амортизатор. При стабилизации кабины использование амортизаторов с двух сторон обеспечит уменьшение крена меньше 6° при воздействии боковой силы, что является необходимым условием при проектировании подвески кабины.

Болты, стягивающие крепления кронштейнов рассчитываем на прочность резьбового соединения при переменных нагрузках. При изменении нагрузки от 0 до $R_{ZД}$ в болте действует переменное напряжение $\pm\sigma_A$ и постоянное σ_T .

$$\sigma_A = \frac{X \cdot P}{2F_1} \quad (2.17)$$

где $F_1 = 3,46 \text{ см}^2$ – площадь поперечного сечения резьбовой части болта;

$P = 1250 \text{ кг}$ – действующее напряжение растяжения на один болт;

$X = 1$ – коэффициент основной нагрузки, который зависит от места приложения нагрузки.

$$\sigma_A = \frac{1250}{2 \cdot 3,46} = 265 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

$$\sigma_T = \frac{T + 0.5 \cdot X \cdot P}{F_1} \quad (2.18)$$

где T – усилие затяжки болта.

$$T = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot [\sigma]_p \quad (2.19)$$

где $d = 2,1 \text{ см}$ диаметр резьбовой части болта;

$[\sigma]_p = 1200 \text{ кг/см}^2$ – допускаемое напряжение на растяжение для болта, изготовленного из стали 40Х.

$$T = \frac{3.14 \cdot 2.1^2}{4} \cdot 1200 = 4154 \text{ кгс}$$

$$\sigma_T = \frac{4154 + 0.5 \cdot 1250}{3.46} = 1466 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$$

Наибольшее напряжение равно:

$$\sigma_{\max} = \sigma_T + \sigma_A = 1466 + 265 = 1731 \text{ кг/см}^2 < [\sigma]_{\text{ВР}} = 2000 \text{ кг/см}^2$$

Наименьшее напряжение:

$$\sigma_{\min} = \sigma_T - \sigma_A = 1466 - 265 = 1201 \text{ кг/см}^2$$

Проведенные расчеты по растяжению не превышают допустимого, значит конструктивно болты подобраны правильно.

В расчете приняты следующие упрощения:

- не учитывается деформация резинометаллических шарниров подвески.

$$C_y = \frac{2 \cdot C_n \cdot b_h^2}{2 - \frac{m \cdot b_h}{H \cdot d_1}}, \quad (2.20)$$

где: C_n – жесткость подвески кабины, Н/м

b_h – расстояние между установкой амортизаторов с двух сторон кабины, м (определяется по чертежу подвески)

H – высота центра тяжести кабины, м (ориентировочно принимаем: $H = 0,8$ м)

r – высота центра крена автомобиля, м (ориентировочная, исходя из практики увода кабины во время движения автомобиля)

$d_1 = b_h/2$ – расстояние от центра крена до соединения амортизаторов с рамой по горизонтали, м (определяем по чертежу подвески)

Угловая жесткость подвески:

$$C_y = \frac{30020 \cdot 1.44^2}{2 - \frac{0.02 \cdot 1.44}{0.8 \cdot 0.72}} = 36312 \text{ Н / м}$$

Величина боковой силы, приходящейся на подвеску:

					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		37

$$P_{b2} = P_6 \cdot \frac{b}{L_a}, \quad (2.21)$$

где: P_6 – величина боковой силы, Н (по условию она составляет 40% кабины при максимальной разрешенной массе)

b – расстояние от центра тяжести автомобиля до задней оси, м

L_a – база между амортизаторами, м (принимается по чертежу)

Величина b обратно пропорциональна коэффициенту распределения веса и составляет 50% от L_a .

$$P_{b1} = 0,4 \cdot 17658 \cdot \frac{0,5 \cdot 2,8}{2,8} = 3532 \text{ Н}$$

Величина крена:

$$\Theta = \frac{P_{b1} \cdot H}{C_y} \quad (2.22)$$

$$\Theta = \frac{3532 \cdot 0,8}{36312} = 0,08 \text{ рад} \approx 4,6 \text{ град}$$

В стабилизаторе поперечной устойчивости нет необходимости, величина крена меньше допустимой.

Резиновая втулка работает на кручение и воспринимает радиальную и осевую нагрузки. Втулки такого типа можно отнести к шарнирам с равными касательными напряжениями.

Определяем крутильную жесткость шарнира по формуле:

$$C_r = \frac{\pi G l_1 d_2^2}{\ln(d_2 / d_1)} \quad (2.23)$$

$$C_r = \frac{3,14 \cdot 0,9 \cdot 0,03 \cdot 0,029^2}{\ln(0,029 / 0,018)} = 1,496 \text{ Н м} = 1496 \text{ Н мм}$$

где $G = 0,9$ МПа – модуль сдвига для радиан.

Напряжения сжатия при действии рациональной нагрузки:

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{\pi d_1 l} \quad (2.24)$$

$$\sigma_{сж} = \frac{1347,03}{3,14 \cdot 0,018 \cdot 0,046} = 0,518 \text{ МПа} < [\sigma_{сж}] = 1,75 \text{ МПа}$$

где $[\sigma_{сж}] = 1,75$ МПа – допускаемые статические напряжения сжатия для резины с твердостью по Шору 60 ед.

Угловое пересечение по дуге наружного радиуса не должно превышать толщины элемента. Углы закрутки резиновых элементов определяются по кинематической схеме подвески. Наибольший угол при ходе колеса

$S_{от}$ (отбоя) = 85 мм составил:

$$\frac{85}{\sin \varphi} = \frac{325}{\sin(180^\circ - 90^\circ - 3^\circ 35' - \varphi)} = \frac{325}{\sin(86^\circ 25' - \varphi)}$$

$$\text{ctg} \varphi = \frac{\frac{325}{85} + \cos 86^\circ 25'}{\sin 86^\circ 25'} = \frac{\frac{325}{85} + 0,0625}{0,99805} = 3,8936$$

$$\text{ctg} \varphi = 3,8936 ; \quad \varphi = 14^\circ 27' \quad \text{или} \quad \varphi = 0,24906 \text{ рад.}$$

Тогда угловое перемещение наружной поверхности резинового элемента составит:

$$l_\varphi = \frac{d_2}{2} \cdot \varphi \quad (2.25)$$

$$l_\varphi = \frac{29}{2} \cdot 0,24906 = 3,61 \text{ мм} < \delta = d_2 - d_1 = 29 - 18 = 11 \text{ мм}$$

Вывод: при принятых размерах резиновых элементов, напряжения при сжатии, деформации и скручивании не превышают допустимых значений — это обеспечивает долговечность шарниров.

Недостающие геометрические размеры определяются при выполнении чертежа подвески исходя из компоновки деталей подвески.

2.4 Прочностной расчет элементов подвески

Расчет поперечного рычага на прочность

Рычаги сварные, коробчатого сечения.

Коэффициент динамической нагрузки k_2 определяем по [1].

При этом значении коэффициента динамической нагрузки значение коэффициента запаса прочности составляет $\nu=2$.

Расчет ведется по максимальным силовым факторам, возникающим в подвеске. Ниже приводится расчет рычага на растяжение-сжатие и изгиб.

Проверка рычага на растяжение

Рычаг растягивает проекция на ось W реакции опоры рычага в точке B . Величина ее составляет 6528 Н.

Определяем площадь поперечного сечения рычага:

$$S = 2 \cdot (47 + 37 - 4) \cdot 3 = 420 \text{ мм}^2 = 4.2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Из условия прочности:

$$\sigma = \frac{B_W \cdot k_2 \cdot \nu}{S} \quad (2.26)$$

$$\sigma = \frac{6528 \cdot 2.4 \cdot 2}{4.2 \cdot 10^{-4}} = 74 \text{ МПа}$$

Полученное значение меньше 160 МПа. Прочность гарантирована.

Проверка рычага на изгиб

Определяем силовой фактор и опасное сечение:

Схема нагрузки представлена на рис. 2.6.

Плечо силы P_h : $d = 0,28$ м

Сила сжатия пружины: $F=7580$ Н

Эпюра моментов:

$$M_1 = P_h \cdot (r - d) \quad (2.27)$$

$$M_1 = 4170 \cdot (0,470 - 0,28) = 792 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = P_h \cdot r - F \cdot d \quad (2.28)$$

$$M_2 = 4170 \cdot 0,470 - 7580 \cdot 0,280 \approx 0 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

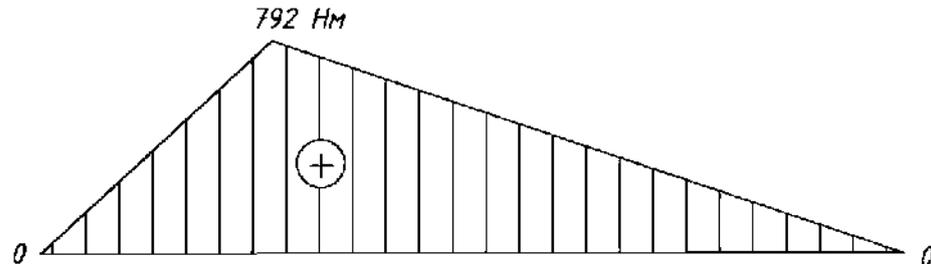


Рисунок 2.6 – Эпюра изгибающих моментов

Опасное сечение в месте приложения силы сжатия пружины F.

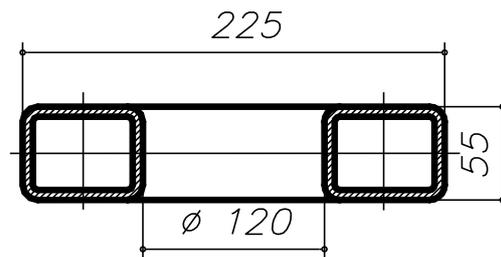


Рисунок 2.7 – Сечение рычага

Изгиб более вероятен по сечению, обладающим наименьшим сопротивлением.

Момент сопротивления изгибу круглого кольца:

$$W_u = \frac{0.052 \cdot 0.055^3 - 0.046 \cdot 0.049^3}{6 \cdot 0.055} = 9.8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Из условия прочности:

$$\sigma_u = \frac{M_u \cdot k_2 \cdot v}{2 \cdot W_u} \quad (2.29)$$

$$\sigma_u = \frac{792 \cdot 2.4 \cdot 2}{2 \cdot 9.8 \cdot 10^{-6}} = 193 \text{ МПа}$$

Полученное значение меньше 200 МПа. Условие прочности выполняется.

Вывод: в результате проведенного расчета подвески кабины мы подобрали необходимые элементы для безопасной эксплуатации автомобиля и рассчитали детали для ее модернизации. Прочностные расчеты показали, что элементы подвески обладают достаточной прочностью для длительной эксплуатации.

						Лист
					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Расчет себестоимости модернизации подвески

Экономическим обоснованием модернизации является доказательство того, что при затратах на модернизацию и создание модернизированной подвески кабины Урал-4320, путём установки необходимых элементов для модернизированной версии, существует реальная возможность экономии средств в будущем при обслуживании данного вида подвески.

Произведем расчет стоимости модернизированной подвески кабины автомобиля.

Таблица 3.1 – Расчет сметы базовых деталей

Наименование деталей	Потребность в количестве, шт или л.	Цена за единицу, руб	Общая стоимость, руб
Держатель	2	450	900
Амортизатор	4	7000	28000
Кронштейн	4	450	1800
Рычаг	4	1200	4800
Буфер	4	500	2000
Кронштейн	4	700	2800
Кронштейн амортизатора	4	200	800
Прокладка	4	250	1000
Втулка	8	300	2400
Набор крепежных элементов	1	3500	3500
Смазочные жидкости	0,5 л.	200	100
Итого			48100

Таблица 3.2 - Смета на приобретаемые материалы

Наименование материалов	Потребность в материале	Цена за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
Сталь катанная, т.	0,010	40000	4000
Электрод Э-42, кг	10	70	700
ИТОГО			4700

Рассматриваемые модернизированные детали изготавливаются из стали, имеют общий вес 10 кг.

Черный вес детали : $G_{заг} = 10$ кг.

Чистый вес детали : $G_{дет} = 8,5$ кг.

Тогда вес отходов:

$$G_{отх} = G_{заг} - G_{дет} \quad (4.1)$$

$$G_{отх} = 10 - 8,5 = 1,5 \text{ кг.}$$

Транспортно-заготовительные расходы:

$$C_{тр} = (0,02 \dots 0,04) C_{осн} \quad (4.2)$$

$$C_{тр} = (0,02 \dots 0,04) C_{осн} = (0,02 \dots 0,04) * 4000 = 120 \text{ руб.}$$

Рассчитаем заработную плату производственных рабочих.

$$Zn_{осн} = \frac{(t_{опi} \times r)}{60} (1 + 0,25), \quad (4.3)$$

где: $t_{опi}$ - время выполнения i-ой операции при обработке детали, мин;

r - тарифная ставка, руб/ч .[11]

Затраты на изготовления составляют 119,15 мин.

Вычисляем необходимую стоимость для работ по изготовлению деталей.

Вычисляем основную заработную плату, руб:

$$Зn_{осн} = \frac{(119,15 * 180)}{60} \cdot (1 + 0,5 + 0,25) = 625,54 .$$

Дополнительная заработная плата (оплата отпусков, оплата часов подросткам, выплату вознаграждений за выслугу лет и т.д.), руб:

$$Зn_{доп} = 0,132 * Зn_{осн} \quad (4.4)$$

$$Зn_{доп} = 0,132 * 625,54 = 82,57$$

Отчисления на социальные нужды,руб.

$$Зn_{соц} = 0,385(Зn_{осн} + Зn_{доп}) \quad (4.5)$$

$$Зn_{соц} = 0,385(625,54 + 82,57) = 272,62$$

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, руб:

$$Зm_{экс} = Зn_{осн} (1...3) \quad (4.6)$$

$$Зm_{экс} = 625,54 * (1...3) = 1251,08$$

Общеховые расходы.

$$Зm_{цех} = Зn_{осн} (0,7...1,0) \quad (4.7)$$

$$Зm_{цех} = 625,54(0,7...1,0) = 500,43$$

Цеховая себестоимость, руб:

$$C_{цех} = C_{осн} + C_{тр} + Зn_{осн} + Зn_{доп} + Зn_{соц} + Зm_{экс} + Зm_{цех} \quad (4.8)$$

$$C_{цех} = 41800 + 5200 + 120 + 625,54 + 272,62 + 1251,08 + 500,43 = 49769,67 .$$

Общезаводские расходы.

$$Зm_{завод} = Зn_{осн} (0,5...0,8) \quad (4.9)$$

$$Зm_{завод} = 625,54(0,5...0,8) = 275,32$$

Общая производственная себестоимость, руб:

					Лист
					45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР

$$Зт_{пр.с} = C_{цех} + Зт_{завод} \quad (4.10)$$

$$Зт_{пр.с} = 49769,67 + 375,32 = 50144,99$$

Внепроизводственные расходы,

$$Зт_{внепр} = 0,045 * Зт_{пр.с} \quad (4.11)$$

$$Зт_{внепр} = 0,045 * 50144,99 = 2256,53$$

Полная себестоимость проектируемого изделия, руб:

$$C_{проект} = Зт_{пр.с} + Зт_{внепр} \quad (4.12)$$

$$C_{проект} = 50144,99 + 2256,53 = 52401,52$$

Таблица 3.3 - Калькуляция себестоимости

Статьи	Сумма	В % к итогу
Покупные детали	41800	79,77
Основной материал	5200	9,92
Зарплата основных рабочих	625,54	1,19
Дополнительная зарплата	82,57	0,16
Отчисления на социальное страхование	272,62	0,52
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	1251,08	2,39
Общеховые расходы	500,43	0,95
Итого цеховая себестоимость	49769,67	94,98
Общезаводские расходы	275,32	0,53
Итого производственная себестоимость	50144,99	95,69
Внепроизводственные расходы	2256,53	4,31
Итого полная себестоимость	52401,52	100,00

3.2 Расчет эффективности от внедрения подвески

Модернизированная подвеска кабины снизит вибрации и уменьшит колебания кабины, а так же повысит долговечность подвески за счет дополнительных элементов и уменьшения распределения воздействия на всю подвеску кабины. Произведем расчет затрат на техническое обслуживание до и после внедрения подвески.

Основная заработная плата рабочих:

$$Z_{зп}^{np} = \sum_{j=1}^m \frac{t_{ум}}{60} \sum_{i=1}^n \left(\frac{t_{cm}}{H_{обс}} \right), \text{ руб,} \quad (4.13)$$

где $t_{ум}$ - норма штучного времени на выполнение j -й операции; m - число операций технологического процесса; n - число квалификационных групп работников; $t_{ум}$ - часовая тарифная ставка; $H_{обс}$ - норма обслуживания рабочего i -й квалификации при выполнении j -й операции.

Для модернизированного варианта:

$$t_{ум} = 4 \text{ мин.}; \quad m = 300; \quad n = 25; \quad t_{ум} = 50 \text{руб.}; \quad H_{обс} = 10$$

$$Z_{зп}^{np} = 300 \cdot \frac{50}{60} \cdot 25 \cdot \frac{4}{10} = 2500 \text{ руб/шт};$$

Для стандартного варианта:

$$t_{ум} = 4 \text{ мин.}; \quad m = 325; \quad n = 25; \quad t_{ум} = 50 \text{руб.}; \quad H_{обс} = 10$$

$$Z_{зп}^{np} = 320 \cdot \frac{50}{60} \cdot 25 \cdot \frac{4}{10} = 2708,3 \text{ руб/шт};$$

Доплата принимаем в размере 30% от основной заработной платы.

Для модернизированного варианта $Z_{прем} = 2500 \cdot 0,3 = 750 \text{ руб/шт};$

Для стандартного варианта $Z_{прем} = 2708,3 \cdot 0,3 = 812,5 \text{ руб/шт};$

Дополнительная заработная плата принимается в размере 10% от суммы основной заработной платы и премии.

Для модернизированного варианта $Z_{зндон} = 3250 \cdot 0,1 = 325$ руб/шт;

Для стандартного варианта $Z_{зндон} = 3520 \cdot 0,1 = 352$ руб/шт;

Отчисления во внебюджетные фонды составляет 36% от всех выплат основной зарплаты, премий, дополнительной заработной платы.

Для модернизированного варианта $Z_{ЕСН} = 3575 \cdot 0,356 = 1273$ руб/шт;

Для стандартного варианта $Z_{ЕСН} = 3872 \cdot 0,356 = 1378,4$ руб/шт;

Амортизацию и затраты на ТО и ТР определяют по норме от первоначальной стоимости (балансовой стоимости)(Пс).

Для модернизированного варианта $Z_a = 25850 \cdot 0,09 = 2326,5$ тыс.руб.;

Для стандартного варианта $Z_a = 33000 \cdot 0,09 = 2970$ тыс.руб.;

Цеховые и общезаводские расходы:

$$Z_{цех} = \frac{Z_{зпо}^{np} \cdot \alpha_{цех}}{100}, \quad Z_{зав} = \frac{Z_{зпо}^{np} \cdot \alpha_{зав}}{100};$$

где $\alpha_{цех}$ и $\alpha_{зав}$ - процент цеховых и процент общезаводских расходов берутся по заводским данным. Для укрупненных расчетов можно применять $\alpha_{цех} = 170\%$, $\alpha_{зав} = 130\%$.

Для модернизированного варианта $Z_{цех} = \frac{2500 \cdot 170}{100} = 4250$ руб.;

Для стандартного варианта $Z_{цех} = \frac{2708,3 \cdot 170}{100} = 4604,1$ руб.;

Для модернизированного варианта $Z_{зав} = \frac{2500 \cdot 130}{100} = 3250$ руб.;

Для стандартного варианта $Z_{зав} = \frac{2708,3 \cdot 130}{100} = 3520,8$ руб.;

Производственная себестоимость ТО подвески определяется как сумма затрат:

					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		48

6.Срок окупаемости модернизации, год	5,4	
--------------------------------------	-----	--

Вывод:

На основе проведенного анализа можно прийти к выводу, что модернизированная подвеска служит на 2 года больше базового варианта, также она дешевле стандартного варианта на 27 598,48 руб. При этом экономия на обслуживании окупит данную подвеску за 5,4 года по сравнению с базовым вариантом.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	
					50	

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Общие требования безопасности для конструкции кабин

Безопасность кабин включается в себя активную, экологическую, послеаварийную, пассивную безопасность.

Для оптимально организованного места водителя необходимо соблюдение правил БДД, что позволит повышать производительность труда.

Основными параметрами, определяющими комфортность рабочего места является:

- микроклимат;
- эргономика;
- шум и вибрации;
- плавность хода.

Рассмотрим характеристики по отдельности и определим необходимые параметры соответствующие комфортному нахождению водителя во время эксплуатации транспортного средства.

Параметры микроклимата определяются влажностью, скоростью и температурой в кабине водителя. Оптимальные значения по температуры в кабине определяются как 20...22 °С. Интенсивность воздействия температуры на водителя зависит от влажности в кабине и скорости воздуха в ней. Допустимые параметры в соответствии с нормами составляют 30...70%. Значения по скорости воздуха в кабине водителя составляют примерно 1 м/с. Для обеспечения параметров зачастую устанавливают системы кондиционирования, но это достаточно дорого и используется в более дорогих машинах. Вентиляция в кабине Урал-4320 при закрытых дверях и окнах обеспечивает двадцатикратный воздухообмен. При этом следует учитывать, что подача свежего воздуха в кабину в зимний период составляет 0,5...0,8 м³/мин, а в тех же условиях летом 1...2,4 м³/мин. Необходимо так же помнить, что немаловажным показателем является чистота воздуха в кабине водителя, что

					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		51

регламентируется по определенным нормам.

Шум от агрегатов транспортного средства зачастую приводит к тому, что оказывает вредное воздействие на органы слуха. Вследствие чего снижается внимание и увеличивается время реакции. Для того что бы этого не произошло уровень шума регламентируется. В модернизации нашей подвески нет металлических трений, которые увеличит шум от нее во время движения выше нормы. По регламенту уровень шума не должен превышать 75 дБ. При значении выше могут возникнуть вредное воздействие и как следствие ухудшение самочувствие и другие последствия для здоровья.

Воздействие шума характеризуется еще одним понятием, как частота возникновения, при этом шумы бывают разных видов, особенно опасны высокочастотные, которые вызывают головные боли. Шум свыше 800 Гц считается особенно опасным. По нормам для Урал-4320 шум в кабине соответствует нормам и составляет не более 80 дБ, как во время движения, так и при работе двигателя в простое, что соответствует требуемым нормам.

Амплитудно-частотная характеристика базовой подвески указывает на необходимость уменьшения чистоты вибраций. Так же вертикальные виброускорения возникающие в сиденье могут негативно сказываться на общем состоянии водителя. В основном о плавности хода зависит и диапазон частот воздействия на систему сиденье-человек. Человек характеризуется частотой собственных колебаний, которые не превышают 5 Гц, при этом если в процессе движения возникают колебания от сиденья в таком же диапазоне, то может возникнуть резонанс, который повысит утомляемость водителя и уменьшит комфорт при движении. Необходимо исключить резонансный пик во избежание резких вертикальных нагрузок и виброускорений на сиденье со стороны подвески кабины для этого мы и установили дополнительные элементы подвески виде амортизаторов с пружинами.

Эргономические свойства кабины так же влияют на водителя, к ним относят размеры, окраска, как сидений, так и органов управления.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР					52

Необходимость размещения органов управления, что бы они были в определенном порядке и обеспечивали точность и быстроту реакции при вождении. Необходимо обеспечение условий соответствия физиологии человека. Так как модернизированная подвеска крепится к кабине и не мешает при открывании двери и ее элементы не расположены в кабине, она не создаст дополнительные неудобства эргономике кабины и человека.

Компоновка кресла так же не менялась при модернизации подвески, она осталась такой же удобной и рассчитанной под параметры человека для длительного сиденья во время поездки. Основными параметрами для комфорта являются различные регулировки, изменения наклона и амортизация кресла.

Модернизированная подвеска обеспечивает лучшие условия по вибронегативности, параметры которой регулируются нормами.

Если же рассматривать в международном масштабе, то используется стандарт ISO 2631-74. Он устанавливает требования по вертикальным виброускорениям, при этом воздействие на человека должно составлять около 1 Гц. Основывается по диаграммам соответствия, где выполняется оценка системы поддрессирования кабины. Существующая система описывает продолжительность работы водителя и рассматривает вертикальные и горизонтальные колебания в зависимости от виброускорения, возникающих и передающихся в кабину при движении автомобиля. Для уменьшения колебаний и обеспечения виброзащиты используется оценка в виде сравнения штатных систем на основе подушек и амортизаторов с пружинами.

При использовании модернизированной подвески кабины:

- вертикальные ускорения сиденья снижаются в 1,5 раза и составляют 1,3 Гц;
- вертикальные ускорения кабины снижаются в 1.7 раза и составляют 4 Гц;
- крен кабины составляет не более 4,6 градусов;
- колебания среднеквадратичных ускорений не более 3 Гц.

Полученные данные соответствуют нормам и международному стандарту ISO 2631-74. . Модернизированная подвеска позволяет улучшить

показатели комфорта, уменьшить диапазон частот за счет замены подушек подвески кабины на амортизаторы с пружинами.

4.2 Требования безопасности при ремонте и обслуживании подвески

Обслуживание и ремонт должны соответствовать нормам и нормативам по технологическим процессам. Для модернизированной кабины работы были указаны в 3 части диплома. Необходимо соблюдать общие стандарты при проведении ремонта и обслуживания подвески кабины.

К самостоятельной работе допускаются лица:

- прошедшие предварительные медицинские осмотры;
 - обученные безопасным методам и приемам труда, применению средств индивидуальной защиты;
 - обученные правилам и приемам оказания первой медицинской помощи;
- прошедшие инструктажи по безопасности труда:

а) вводный инструктаж при поступлении на работу (проводит инженер по охране труда);

б) первичный на рабочем месте;

в) стажировку перед допуском к самостоятельной работе и проверку знаний;

г) повторный инструктаж 1 раз в квартал;

д) целевой и внеплановый - по необходимости.

Работник обязан:

- соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, трудовую и производственную дисциплину, нормы, правила и инструкции по охране труда; правильно применять коллективные и индивидуальные средства защиты; немедленно извещать руководителя о неисправности оборудования, приспособлений, инструментов, а также об ухудшении состояния своего здоровья и признаках острого профессионального заболевания (отравления), аварий и т.д.

Выполнение работ может сопровождаться следующими опасными факторами:

- возможность получения механических травм от вращающихся частей оборудования и инструмента;
- электроопасность при наличии открытых токоведущих частей, нарушении изоляции, неисправности заземления.

В соответствии с типовыми отраслевыми нормами средствами защиты работнику выдается:

- костюм вискозно-лавсановый 1 на год
- ботинки хромовые 1 пара на год
- очки защитные до износа

Работник должен соблюдать меры пожарной безопасности, знать и уметь пользоваться средствами пожаротушения. Курить только в специально оборудованном месте. В случае загорания немедленно позвонить в пожарную охрану по телефону 01 и приступить к тушению имеющимися средствами пожаротушения

4.3 Мероприятия по созданию безопасных условий эксплуатации и ремонта кабин

На предприятии должны проводиться следующие виды инструктажей: вводный, его проводит главный специалист отрасли в кабинете. Инструктаж работающих сотрудников работающих проводят в соответствии с типовой программой, как

правило, в кабинете охраны труда с использованием технических средств и наглядных пособий.

						Лист
					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

На предприятии приказом директора принимается инженер по охране труда. Инженер по охране труда должен иметь стаж работы и соответствующее образование. На предприятии работает инженер по охране труда с опытом работы 7 лет, критерием эффективности его работы считается отсутствие или снижение травматизма на предприятии.

Принимаем к выдаче автослесарю следующие СИЗ:

— костюм х/б для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий – 1 на 1 г.;

— ботинки кожаные с жестким подноском или сапоги кожаные с жестким подноском – 1 пара на 1 г.;

— перчатки трикотажные с полимерным покрытием – 12 пар на 1 г.;

— очки защитные – до износа;

— вкладыши противозумные — до износа.

При выезде Урал-4320 механик проверяет исправность автомобиля и подвески кабины. Заполняет путевой лист, при отклонениях выдает лист на ремонт. Необходимо проверять автомобиль с линии. При необходимости водитель заполняет лист неисправностей, на которые механик должен обратить внимание.

Перед установкой подвески на автомобиль, она проходит испытание определяющее состояние упругих элементов конструкции. Испытания проводятся с помощью весов, которые имитируют необходимый груз и фиксируется изменение состояния подвески с помощью датчиков, проверяются элементы подвески кабины до и после нагрузки. Испытания проводят с целью определения плавности хода, а так же срока службы элементов подвески. После прохождения испытаний в лабораторных условиях выезжают на полигон и проходят на различных дорогах тест на ударные нагрузки подвески кабины [5].

					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		56

Расположение точек приложения амортизаторов подбиралось с учетом необходимых вибрации на кабину автомобиля, что соответствует безопасности эксплуатации автомобиля и дорожного движения.

4.4 Итоговая Оценка безопасности модернизированной подвески кабины

Модернизированная подвеска кабины водителя позволяет проводить эксплуатацию автомобиля в соответствии с безопасностью предъявляемых к конструкциям подвески. Важно помнить, что от регулярной проверки состояния подвески кабины зависит безопасность и комфорт водителя. Необходимо осуществлять проверку в лабораторных условиях, затем дорожных, а после на основе листа испытания внедрять на производство.

Так же для улучшения организации охраны труда, рекомендуется следующее:

своевременно и добросовестно проводить инструктажи, обучения по технике безопасности и безопасным приемам работ;

своевременно проводить ремонт и обслуживания подвески кабины;

следить за источниками опасных и вредных факторов, не допускать производственного травматизма;

необходимо уделять большее внимание за соблюдением норм и правил эксплуатации автомобиля;

инженеру по охране труда проверить технологию ремонта подвески кабины перед ремонтом;

установить таблички и оградить опасные зоны щитами при осуществлении ремонта подвески;

руководству, выделить денежные средства на каждого работающего дополнительно, на приобретение спец. одежды и недостающего инвентаря в мастерских (наборов инструментов, специальных приспособлений для ремонта автомобиля).

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР					

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При создании выпускной квалификационной работы проводился анализ конструкций подвесок кабин автомобилей отечественных и зарубежных представительств. Для модернизации выбрана подвеска кабины Урал-4320, как автомобиль повышенной проходимости, он требует к себе особого отношения в плане вибрационных нагрузок на кабину водителя. Для разработки конструкции подвески кабины были определены необходимые изменения, в частности рассмотрены требования по надежности и вибронагруженности подвески. На основе требований спланирована модернизированная подвеска кабины Урал-4320. Для этого выявлены слабые места в ее конструкции, а именно подушки, которые не обеспечивают должного уровня вибрации при передаче на сиденье кабины автомобиля и находятся выше 1,3 Гц.

Кроме того, помимо увеличения сопротивления демпфера при отклонении кабины от положения статического равновесия возникал крен выше 6° . Это связано с тем, что изменение приведенной к кабине жесткости носило практически нелинейный характер за счет подушек, но при этом не обеспечивало должное гашение вибрации. Модернизация подвески кабины в свою очередь обеспечивает лучшую нелинейную характеристику, что влияет на комфортабельность водителя.

Для модернизации подвески были установлены крепления, рычаги и амортизаторы с пружинами обеспечивающие необходимый уровень вибронагруженности кабины, что позволяло обеспечивать вибрацию в пределах 1,3 Гц и избежать резонансных нагрузок на кабину при ударах от подвески во время проезда препятствий или бездорожья.

Проведены расчеты и указания по созданию модернизированной подвески. Так же рассмотрены мероприятия по безопасности, как при эксплуатации, так и при ремонте подвески.

					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		58

Произведены расчеты экономической целесообразности внедрения подвески кабины. Для этого описаны необходимые материалы и детали, затем рассчитаны необходимые работы и оценена их стоимость. Сравнение подвесок выявило, что базовый вариант служит 8 лет, модернизированный 10 лет, при этом модернизированная подвеска дешевле стандартного варианта на 27 598,48 руб. При этом экономия на обслуживании окупит данную подвеску за 5,4 года по сравнению с базовым вариантом.

						Лист
					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Багичев, С.А. Теоретические основы выбора безопасной силовой схемы кабины / С.А. Багичев, Л.Н. Орлов, К.С. Ившин // Вестник Ижевского государственного технического университета 2011. - №4 (52). - С. 27-31.

2 Багичев, С.А. Оценка влияния отдельных конструктивных решений на повышение пассивной безопасности кабин грузовых автомобилей / С.А. Багичев [и др.] // Проблемы транспортных и технологических комплексов: материалы междунар. науч. - тех. конф. / НГТУ. - Н. Новгород, 2008. - С. 217-220.

3 Багичев, С.А. Оценка влияния усилителей задней части кабины на ее пассивную безопасность в условиях опрокидывания / С.А. Багичев, Л.Н. Орлов // Будущее технической науки - VII: сб. тезисов докладов / НГТУ. - Н. Новгород, 2008. - С. 217-220.

4 Багичев, С.А. Оценка несущей способности тонкостенных силовых элементов кузовных конструкций / А.В. Тумасов [и др.] // Будущее технической науки - VI: сб. тезисов докладов / НГТУ. - Н. Новгород, 2007. - С. 125-126.

5 Багичев, С.А. Оценка прочности и несущей способности кабины грузового автомобиля в условиях аварийного нагружения / М.А. Егоров [и др.] // Будущее технической науки - V: сб. тезисов докладов / НГТУ. - Н. Новгород, 2007.-С. 119-120.

6 Багичев, С.А. Расчеты кабин грузовых автомобилей на пассивную безопасность в условиях фронтальных столкновений / С.А. Багичев, А.В. Герасин, Л.Н. Орлов И Безопасность транспортных средств в эксплуатации: сб. тр. конф. / НГТУ. - Н. Новгород, 2010. - С. 217-220.

7 Вейбулл, В. Усталостные испытания и анализ их результатов / Пер. с англ. Т. А. Бекш и Е. С. Муслина; Под ред. С. В. Серенсена. - Москва: Машиностроение, 1964. - 275 с.

					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		60

8 Влияние параметров амортизационных узлов на динамическую нагруженность несущей системы грузового автомобиля / Н.Г.Владыкин, Ф.Р.Геккер, Д.Н.Спицина, Б.В.Югов / – Автомобильная промышленность, № 10,2008.

9 Гусев, А.С. Расчет конструкций при случайных воздействиях. М., Машиностроение, 2008.

10 Дмитриченко, С.С. Исследование прочности рам с упругой подвеской. Дисс. канд. техн. наук, МВТУ, 2009.

11 Закс, М.Н. Исследование напряженного состояния автомобильной рамы при кручении. Канд. дисс., МВТУ, 2009.

12 Колокольцев, В.А. Расчет несущих систем машин при случайных стационарных колебаниях. Автореф. дисс. докт. техн. наук, СГТУ, 2010.

13 Ошноков, В.А. Теоретические и экспериментальные исследования прочности рам грузовых автомобилей. Канд. дисс., МАМИ, 2010.

14 СТО ЮУрГУ 04-2008. Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению.

						Лист
					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР	61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация чертежа «Подвеска кабины автомобиля Урал-43206-41»

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			23.03.02.2020.044.0100.000 СБ	Сборочный чертеж	1	
<i>Сборочные единицы</i>						
A2	1		23.03.02.2020.044.0101.000	Амортизатор подвески	4	
	2		23.03.02.2020.044.0102.000	Кронштейн в сборе	4	
	3		23.03.02.2020.044.0103.000	Рама автомобиля	1	
	4		23.03.02.2020.044.0104.000	Кабина автомобиля	1	
	5		23.03.02.2020.044.0105.000	Крепление в сборе	12	
	6		23.03.02.2020.044.0106.000	Кронштейн в сборе	4	
	7		23.03.02.2020.044.0107.000	Кронштейн в сборе	4	
<i>Детали</i>						
	8		23.03.02.2020.044.0100.001	Рычаг	4	
A3	9		23.03.02.2020.044.0100.002	Рычаг	4	
	10		23.03.02.2020.044.0100.003	Крепление в сборе	8	
	11		23.03.02.2020.044.0100.004	Поворотный рычаг	4	
	12		23.03.02.2020.044.0100.005	Чаша амортизатора нижняя	4	
A3	13		23.03.02.2020.044.0100.006	Пружина	4	
	14		23.03.02.2020.044.0100.007	Буфер сжатия	4	
	15		23.03.02.2020.044.0100.008	Чаша амортизатора верхняя	4	
	16		23.03.02.2020.044.0100.009	Крепление амортизатора верхнее	4	
			23.03.02.2020.044.0100			
			Изм./Лист	№ док.им.	Подп.	Дата
			Разраб.	Середняков А.А.		
			Проб.	Разношуская А.В.		
			И.контр.	Дююн В.И.		
			Утв.	Бондарь В.Н.		
				Подвеска кабины автомобиля УРАЛ-43206-41		Лист 1
				ЮУрГУ Кафедра "КГМ"		Листов 1
				Копировал		Формат А4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Лист
					ЮУрГУ-23.03.02.2020.044.00 ПЗ ВКР

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Спецификация чертежа «Амортизатор»

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A2			23.03.02.2020.044.02.00.000 СБ	Амортизатор. Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
		1	23.03.02.2020.044.02.00.001	Клапан перепускной	1	
A3		2	23.03.02.2020.044.02.00.002	Цилиндр наружный	1	
A3		3	23.03.02.2020.044.02.00.003	Цилиндр рабочий	1	
		4	23.03.02.2020.044.02.00.004	Шток	1	
		5	23.03.02.2020.044.02.00.005	Шайба	1	
		6	23.03.02.2020.044.02.00.006	Сальник	1	
		7	23.03.02.2020.044.02.00.007	Гайка резервуара	1	
		8	23.03.02.2020.044.02.00.008	Обойма сальника	1	
		9	23.03.02.2020.044.02.00.009	Пружина	1	
		10	23.03.02.2020.044.02.00.010	Направляющая штока	1	
		11	23.03.02.2020.044.02.00.011	Шайба разделительная	1	
		12	23.03.02.2020.044.02.00.012	Манжета штока	1	
		13	23.03.02.2020.044.02.00.013	Тарелка пружины	1	
		14	23.03.02.2020.044.02.00.014	Сальник	1	
		15	23.03.02.2020.044.02.00.015	Кольцо уплотнительное	1	
		16	23.03.02.2020.044.02.00.016	Сальник	1	
		17	23.03.02.2020.044.02.00.017	Тарелка ограничительная	1	
		18	23.03.02.2020.044.02.00.018	Кольцо уплотнительное	1	
		19	23.03.02.2020.044.02.00.019	Пружина	1	
		20	23.03.02.2020.044.02.00.020	Диск	1	
		21	23.03.02.2020.044.02.00.021	Поршень	1	
23.03.02.2020.044.02.00						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	Дата	
Разраб.		Середжаков А.А.				
Проб.		Разношеская А.В.				
Н.контр.		Дююн В.И.				
Утв.		Бондарь В.Н.				
Амортизатор				ЮУрГУ Кафедра "КТМ"		
Копировал				Формат А4		