

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет» (НИУ)
Политехнический институт
Факультет «Автотракторный»
Кафедра «Автомобильный транспорт»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

_____ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ Ю. В. Рождественский

_____ 2018 г.

ПРИМЕНЕНИЕ АДСОРБЦИОННОГО ОСУШИТЕЛЯ ХОЛОДНОЙ
РЕГЕНЕРАЦИИ В КОНСТРУКЦИИ ПНЕВМОПОДВЕСКИ ЛЕГКОВОГО
АВТОМОБИЛЯ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–23.04.03.2018.262.00.00 ПЗ ВКР

Руководитель проекта, доцент

_____ К.В. Гаврилов

_____ 2018 г.

Автор проекта

Студент группы П–219

_____ С.К. Федоров

_____ 2018 г.

Нормоконтролер, доцент

_____ А.А. Дойкин

_____ 2018 г.

АННОТАЦИЯ

Федоров С.К. Применение адсорбционного осушителя холодной регенерации в пневмоподвеске автомобиля. - Челябинск: ЮУрГУ, П-219; 2018, – 55л., 3 табл., Библиогр список - 20наимен. наименований. 10 слайдов презентации.

В данной выпускной квалификационной работе был проведен анализ конструкций подвесок легкового автомобиля, были выявлены достоинства и недостатки пневмоподвески. На основании этого, было предложено решение, позволяющее решить ряд указанных недостатков. Проработаны чертежи адсорбционного осушителя и пневмосхема для применения осушителя в пневмоподвеске. Так же в квалификационной работе были рассмотрены требования к безопасной эксплуатации и экономическая эффективность внедряемого оборудования.

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 . ОБЗОР КОНСТРУЦИИ ПОДВЕСОК.....	9
1.1 Виды зависимых подвесок.....	13
1.2 Подвеска McPherson.....	15
1.3 Подвеска на двойных поперечных рычагах.....	16
1.4 Многорычажная подвеска.....	17
1.5 Активная подвеска.....	18
1.6 Пневматическая подвеска.....	21
1.7. Основные причины выхода из строя пневмоподвески.....	25
2 ПРИМЕНЕНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ ОСУШИТЕЛЕЙ ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ В ПНЕВМОПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ.....	27
2.1 Применяемые осушители в пневмоподвеске автомобиля.....	27
2.2 Применение адсорбционногоосушителя холодной регенерации с двумя колоннами.....	29
2.3 Принцип работы адсорбционного осушителя холодной регенерации с двумя колоннами в пневмоподвеске автомобиля.....	31
2.4 Преимущества и недостатки применения адсорбционного осушителя холодной регенерации с двумя колоннами в пневмоподвеске автомобиля.....	32
2.5 Мероприятия по обслуживанию пневмоподвески автомобиля.....	32
2.6 Перспективы развития адсорбционных осушителей в пневмоподвеске автомобиля.....	33
2.7 Применение адсорбционного осушителя холодной регенерации с двумя колоннами в volkswagen touareg 2010 модельного года.....	38
2.8 Чертеж и пневмосхема внедрения ОВХР- 13/5.....	40
3 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ АДСОРБЦИОННОГО ОСУШИТЕЛЯ ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ В ПНЕВМОПОДВЕСКЕ АВТОМОБИЛЯ.....	42

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

3.1 Расчет стоимости комплектующих ОВХР-13/5.....	42
4 ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ ЭСПЛУАТАЦИИ СОСУДОВ.....	45
4.1 Область применения и назначения Правил.....	45
4.2 Проектирование сосудов под давлением.....	46
4.3 Ответственность за нарушение настоящих Правил.....	47
4.4 Общие требования к конструкции сосудов.....	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	54

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

В России создана и достаточно устойчиво функционирует современная транспортная система, которая является неотъемлемой частью производственной и социальной инфраструктуры страны, а так же она обеспечивает ее территориальную целостность и национальную безопасность. Являясь неразрывной составляющей экономики России, проводимые на транспорте реформы способствуют развитию рыночных отношений.

Автомобильный транспорт играет главную роль в развитии транспортной системы страны. Сегодня автомобильный транспорт развивается в условиях, когда наметилась тенденция к оживлению и восстановлению реального сектора экономики, постепенно нормализуется положение в финансовой и кредитной сфере. Seriously увеличился спрос на услуги автомобильного транспорта. Идут важные структурные преобразования, активно совершенствуются организационно-правовые, финансово-экономические механизмы, регулирующие транспортную деятельность. Но не смотря на это, в системе обеспечения безопасности дорожного движения имеется большой ряд серьезных проблем социально-экономического характера, которые в свою очередь диктуют необходимость принятия государственных мер, целью которых будет являться снижение негативных последствий автомобилизации на развитие государства и общества.

На долю автомобильного транспорта в Российской Федерации приходится более половины объема пассажирских перевозок и три четверти -грузовых перевозок.

Автомобилизация страны, решая задачи по перевозке пассажиров и грузов, ставит проблему обеспечения безопасности дорожного движения. В обстановке, которая характеризуется высокой интенсивностью движения автомобильного транспорта, вовлекает десятки миллионов людей и большое число транспортных средств, предупреждение аварийности становится одной из очень серьезных

						23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			7

социально-экономических проблем. От успешного решения данной проблемы в значительной степени зависят не только жизнь и здоровье людей, но и развитие экономики страны.

Сегодня перед производителями автомобилей стоит задача не только создавать новые автомобили, но самое главное, сделать их безопасными при эксплуатации, как для водителя, так и для окружающих. Именно по этим причинам автомобиль является источником повышенной опасности.

В данной квалификационной работе рассматривается именно совершенствование конструкции автомобиля в частности модернизация пневматической подвески легкового автомобиля и дальнейшие перспективы развития. Такой подход обеспечивает увеличение ресурса элементов подвески и повышает уровень безопасности дорожного движения.

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1. ОБЗОР КОНСТРУЦИИ ПОДВЕСОК

Подвеска автомобиля предназначена для обеспечения упругой связи между колесами и кузовом автомобиля за счет восприятия действующих сил и гашения колебаний. Подвеска входит в состав ходовой части автомобиля. Она состоит из направляющего и упругого элементов, гасящего устройства, стабилизатора поперечной устойчивости, опоры колеса, а также элементов крепления.

Направляющие элементы обеспечивают соединения и передачу сил на кузов автомобиля. Они определяют характер перемещения колес относительно кузова автомобиля. В их качестве используются всевозможные рычаги: продольные, поперечные, сдвоенные и др.

Упругий элемент воспринимает нагрузки от неровности дороги, накапливает полученную энергию и передает ее кузову автомобиля. Различают металлические и неметаллические упругие элементы. Металлические упругие элементы представлены пружиной, рессорой и торсионом.

В подвесках легковых автомобилей широко используются витые пружины, изготовленные из стального стержня круглого сечения. Пружина может быть двух видов жесткости постоянной и переменной. Цилиндрическая пружина, как правило, постоянной жесткости. Изменение формы пружины (например, применение металлического прутка переменного сечения) позволяет достичь переменной жесткости.



Рисунок 1.1 – Пружина круглого сечения

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Листовая рессора применяется на грузовых автомобилях. Рессора представляет собой металлический упругий элемент, работающий на скручивание. Она передаёт нагрузку от рамы или кузова на ходовую часть (колёса, опорные катки гусеницы и т. д.) и смягчает удары и толчки при прохождении по неровностям пути.



Рисунок 1.2 – Листовая рессора

К неметаллическим относятся резиновые, пневматические и гидропневматические упругие элементы. Резиновые упругие элементы (буферы, отбойники) используются дополнительно к металлическим упругим элементам. Работа пневматических упругих элементов основана на упругих свойствах сжатого воздуха. Они обеспечивают высокую плавность хода и возможность поддержания определенной величины дорожного просвета.

Гидропневматический упругий элемент представлен специальной камерой, заполненной газом и рабочей жидкостью, разделенных эластичной перегородкой.

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

Существуют следующие конструкции амортизаторов: однотрубные (один цилиндр) и двухтрубные (два цилиндра).

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

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.

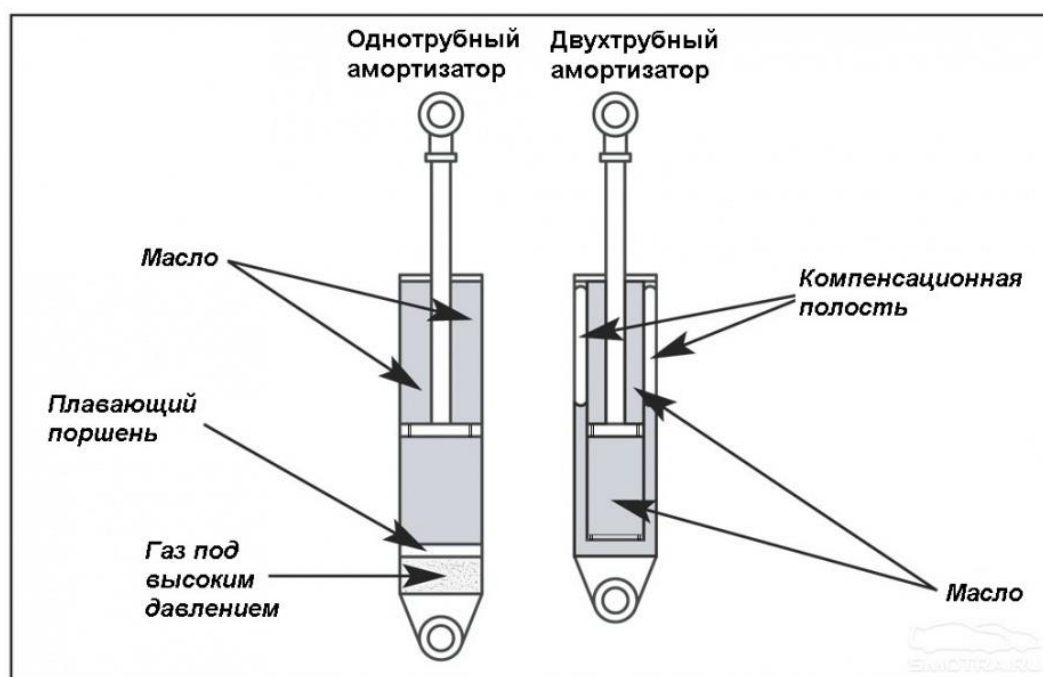


Рисунок 1.3 – Схема однотрубного и двухтрубного амортизатора

В ряде конструкций амортизаторов предусмотрена возможность изменения демпфирующих свойств:

ручная регулировка клапанов перед установкой амортизатора на автомобиль;

применение электромагнитных клапанов с изменяемой площадью калибровочных отверстий;

изменение вязкости рабочей жидкости за счет воздействия электромагнитного поля.

Стабилизатор поперечной устойчивости противодействует увеличению крена при повороте за счет перераспределения веса по колесам автомобиля. Он представляет собой упругую штангу, соединенную через стойки с элементами подвески. Стабилизатор может устанавливаться на переднюю и заднюю ось [1].

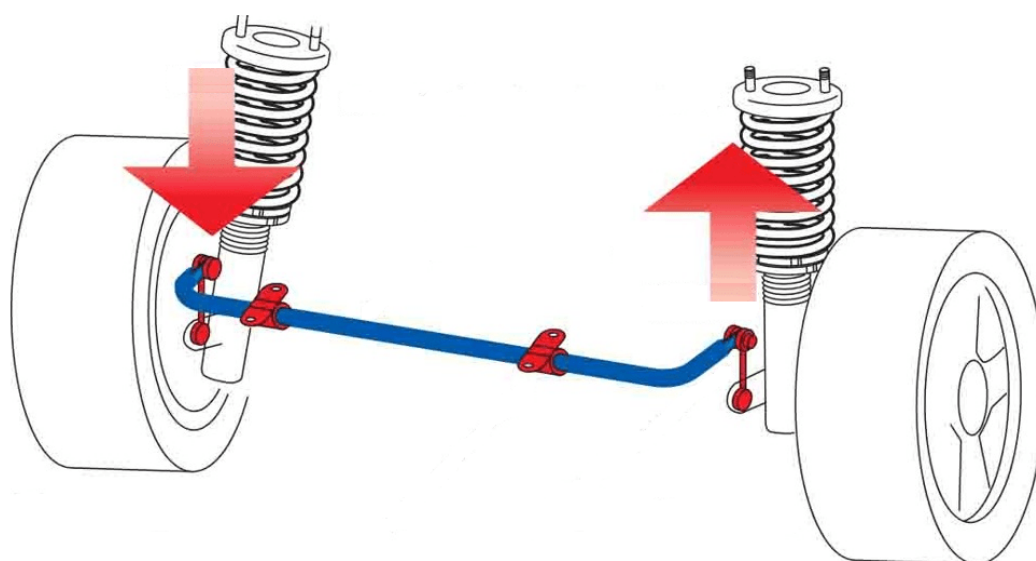


Рисунок 1.4 – Стабилизатор поперечной устойчивости

Элементы подвески соединяются между собой и с кузовом автомобиля с помощью элементов крепления. В подвеске используются, как правило, три вида креплений:

- жесткое болтовое соединение,
- соединение с помощью эластичных элементов (резино-металлические втулки, сайлент-блоки)
- шаровой шарнир (шаровая опора).

Эластичные элементы используются для присоединения элементов подвески к кузову и в отдельных случаях к опоре колеса. Соединение с кузовом

осуществляется через подрамник. Они гасят вибрации определенной частоты и, тем самым, снижают уровень шума в подвеске.

Шаровой опорой называется вид шарнирного соединения, который за счет степени свободы обеспечивает правильную геометрию поворота ведущих колес. Она устанавливается на нижнем рычаге передней подвески, а также на конце тяги рулевого механизма. Для удобства эксплуатации их делают съемными.



Рисунок 1.5 – Шаровая опора

В зависимости от конструкции направляющих элементов можно выделить два типа подвески - независимая и зависимая [2].

1.1 Виды зависимых подвесок

Зависимая подвеска представляет собой жесткую балку, которая связывает между собой правое и левое колеса. В совокупности она образует неразрезной мост. Отличительной особенностью данного вида подвески является передача перемещения одного из колес в поперечной плоскости другому колесу (зависимость колес). Сегодня зависимая подвеска применяется на некоторых моделях внедорожников, коммерческих автомобилях, а также малотоннажных

грузовых автомобилях. Зависимая подвеска используется в основном в качестве задней подвески, реже – на передней оси автомобиля. Можно выделить следующие виды зависимой подвески: подвеска на продольных рессорах и подвеска с направляющими рычагами.

Устройство зависимой подвески на продольных рессорах включает балку моста, подвешенную на двух продольных рессорах. Рессора состоит из одного или нескольких металлических листов овальной формы, скрепленных между собой. Ее соединение с балкой моста осуществляется с помощью специальных хомутов – стремянок. Концы крепятся к раме (несущему кузову) автомобиля посредством кронштейнов, один из которых (качающаяся серьга) имеет возможность продольного перемещения, другой (эластичная опора) снижает вибрации.

Основным недостатком зависимой подвески на продольных рессорах является слабое противодействие боковым и продольным силам на больших скоростях, это приводит к смещению (уводу) моста и потере управляемости.



Рисунок 1.6 – Зависимая подвеска на продольных рессорах

Этот недостаток отсутствует у зависимой подвески с направляющими рычагами. Самая распространенная схема данного вида зависимой подвески объединяет пять рычагов – четыре продольных и один поперечный. Рычаги одной стороной закреплены на балке моста, другой – на раме (несущем кузове) автомобиля. Рычаги обеспечивают восприятие вертикальных, продольных и

боковых усилий. В качестве упругого элемента используется, как правило, витая пружина. Гасящее устройство – амортизатор.



Рисунок 1.7 – Зависимая подвеска с направляющими рычагами

1.2 Подвеска McPherson

В независимой подвеске связь между колесами отсутствует. Колеса перемещаются в поперечной плоскости независимо друг от друга, чем достигается значительное снижение неподрессоренных масс и повышение плавности хода. На современных легковых автомобилях независимая подвеска используется в качестве основной конструкции передней и задней подвесок.

Подвеска МакФерсон (McPherson) вид самой распространенной независимой подвески, который применяется на передней оси автомобиля. По своей конструкции данный вид подвески является развитием подвески на двойных поперечных рычагах, в которой верхний поперечный рычаг заменен на амортизаторную стойку.

Благодаря компактности конструкции подвеска McPherson широко используется на переднеприводных легковых автомобилях, так как позволяет поперечно разместить двигатель и коробку передач в подкапотном пространстве.

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Так же преимуществами данного типа подвески относятся простота конструкции и большой ход подвески, препятствующий пробоям. Вместе с тем, конструктивные особенности подвески (шарнирное крепление амортизаторной стойки, большой ход) приводят к значительному изменению развала колес (угла наклона колеса к вертикальной плоскости). Подвеска МакФерсон состоит из поперечного рычага, поворотного кулака, амортизаторной стойки, стабилизатора поперечной устойчивости и подрамника.

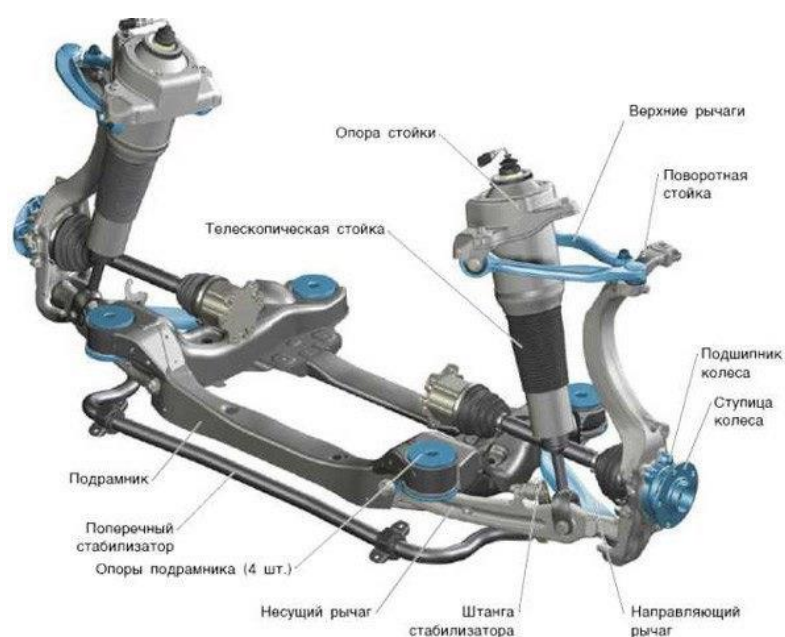


Рисунок 1.8 – Подвеска Mc Pherson

1.3 Подвеска на двойных поперечных рычагах

Подвеска на двойных поперечных рычагах может применяться на передней и задней оси автомобиля. Она используется в качестве передней подвески на многих спортивных автомобилях. Подвеска на двойных поперечных рычагах на задней оси автомобиля используется редко. В силу своей конструкции она занимает значительный объем при установке и уменьшает объем багажника. С

другой стороны применение подвески на задней оси приводит к избыточной управляемости (отклонению задних колес в противоположную к повороту сторону) и потере контроля над автомобилем. Конструкция подвески на двойных поперечных рычагах состоит из двух поперечных рычагов, пружины и амортизатора. Рычаг может иметь U-образную или L-образную форму. Каждый из них имеет две точки крепления к кузову автомобиля и одну к поворотному кулаку. Крепление к кузову осуществляется с помощью резинометаллических втулок – сайлентблоков, которые противостоят продольным нагрузкам при ускорении и торможении. Крепление рычагов к поворотному кулаку производится посредством шаровых шарниров – т.н. шаровых опор. Верхний рычаг, как правило, имеет меньшую длину, что дает отрицательный угол развала колеса при сжатии и положительный – при растяжении (отбое). Данное свойство придает дополнительную устойчивость автомобилю при прохождении поворотов, оставляя колесо перпендикулярным дороге независимо от положения кузова. Пружина и амортизатор в подвеске на двойных поперечных рычагах выполнены соосно. Амортизатор верхней частью крепиться к кузову автомобиля, нижней – шарнирно к нижнему поперечному рычагу. Несмотря на все преимущества, подвеска на двойных поперечных рычагах имеет ряд существенных недостатком, среди которых сложность конструкции и связанная с ней трудоемкость обслуживания, значительные геометрические размеры. Таких недостатков лишена подвеска МакФерсона, в которой верхний поперечных рычаг заменен на амортизаторную стойку [3].

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17



Рисунок 1.9 – Подвеска на двойных поперечных рычагах

1.4 Многорычажная подвеска

Многорычажная подвеска (Multilink) сегодня является самым распространенным видом подвески, применяемой на задней оси легкового автомобиля. Многорычажная подвеска может быть установлена как на переднеприводные, так и на заднеприводные автомобили. Данный тип подвески используется также на передней оси автомобиля, например на некоторых моделях автомобилей Audi. Основными преимуществами многорычажной подвески, обусловленными ее конструкцией, являются высокая плавность хода, низкий уровень шума, лучшая управляемость. Вместе с тем, подвеска достаточно дорогая и сложная, как в изготовлении, так и установке. Она является дальнейшим развитием подвески на двойных поперечных рычагах. Если каждый из поперечных рычагов разделить на две части (два отдельных рычага) получится простейшая многорычажная подвеска. В ней для крепления ступицы колеса используется не менее четырех рычагов, что обеспечивает независимую продольную и поперечную регулировки колеса. В современных конструкциях многорычажных подвесок вместе с поперечными рычагами используются продольные. Многорычажная подвеска состоит из поперечных и продольных рычагов, амортизатора, пружины, ступичной опоры, стабилизатора поперечной устойчивости и подрамника.

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ					

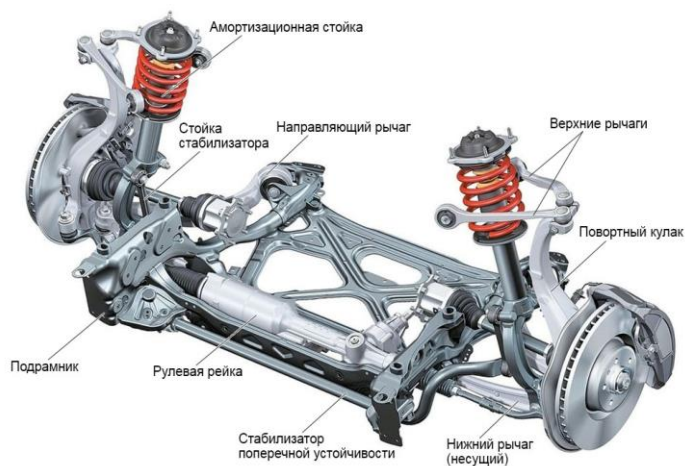


Рисунок 1.10 – Подвеска на двойных поперечных рычагах

1.5 Активная подвеска

Под термином «активная» понимается подвеска, параметры которой могут изменяться при ее эксплуатации. Электронная система управления в составе активной подвески позволяет регулировать параметры автоматически. Наиболее часто в конструкции активной подвески используются амортизаторы с регулируемой степенью демпфирования. Такой вид активной подвески имеет собственное устоявшееся название – адаптивная подвеска. Данную подвеску еще называют полуактивной подвеской, т.к. в ее конструкции не используются дополнительные приводы.

При регулировании демпфирующей способности амортизатора реализуется два подхода: использование электромагнитных клапанов в амортизаторной стойке и применение специальной магнитно-реологической жидкости для наполнения амортизатора. Электроника позволяет регулировать степень демпфирования индивидуально для каждого амортизатора, чем достигаются различные характеристики жесткости подвески (высокая степень демпфирования - жесткая подвеска, низкая степень демпфирования - мягкая подвеска). Активная подвеска с регулируемыми упругими элементами более универсальна, т.к. позволяет поддерживать определенную высоту кузова и жесткость подвески. Но так же

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ

Лист

19

такая подвеска имеет более сложную конструкцию (используется отдельный привод для регулирования упругих элементов), поэтому и стоимость ее намного выше. В качестве упругого элемента в активной подвеске используются традиционные пружины, а также пневматические и гидропневматические упругие элементы. В подвеске Active Body Control, ABC от Mercedes-Benz жесткость пружины изменяется с помощью гидравлического привода, обеспечивающего нагнетание масла в амортизаторную стойку под высоким давлением. На пружину, установленную соответственно с амортизатором, воздействует гидравлическая жидкость гидроцилиндра. Электронная система, осуществляющая управление гидроцилиндрами амортизаторных стоек, включает 13 различных датчиков (положения кузова, продольного, поперечного и вертикального ускорения, давления), блока управления и исполнительных устройств - электромагнитных клапанов. Система ABC практически полностью исключает крены кузова при различных условиях движения (поворот, ускорение, торможение), а также регулирует положение кузова по высоте (понижает автомобиль на 11 мм при скорости свыше 60 км/ч).

Гидропневматические упругие элементы используются в гидропневматической подвеске, позволяющие изменять жесткость и высоту кузова в зависимости от условий движения и желаний водителя. Работу подвески обеспечивает гидравлический привод высокого давления. С помощью электромагнитных клапанов производится управление гидросистемой. Современной конструкцией гидропневматической подвески является система Hydractive третьего поколения, устанавливаемая на автомобили Citroën. Отдельную группу составляют конструкции активной подвески, в которых изменяется жесткость стабилизатора поперечной устойчивости. При прямолинейном движении стабилизатор поперечной устойчивости выключается, за счет чего увеличиваются ходы подвески, лучше обрабатываются неровности и тем самым достигается высокая плавность и комфортность передвижения. При повороте или резком изменении направления движения жесткость стабилизаторов

						23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			20

увеличивается пропорционально воздействующим силам, и предотвращаются крены кузова. Известными конструкциями активной стабилизации подвески являются:

- Dynamic Drive от BMW;
- Kinetic Dynamic Suspension System, KDSS от Toyota.

Одну из наиболее интересных конструкций активной подвески предлагает на своих автомобилях компания Hyundai. Система активного управления геометрией подвески (Active Geometry Control Suspension, AGCS) позволяет изменять длину рычагов подвески, за счет чего изменяется схождение задних колес. Для изменения длины рычага используется электрический привод. При прямолинейном движении и маневрировании на небольшой скорости система устанавливает минимальное схождение. Поворот на высокой скорости, активное перестроение из ряда в ряд сопровождается увеличением схождения задних колес. Автомобиль получает дополнительную устойчивость и лучшую управляемость. Система AGCS взаимодействует с системой курсовой устойчивости.

1.6 Пневматическая подвеска

Пневматическая подвеска – это вид подвески, которая обеспечивает регулирование уровня кузова относительно дороги за счет применения пневматических упругих элементов. По своей сути пневмоподвеска не является отдельным видом подвески автомобиля, потому что реализована со многими конструкциями подвесок (МакФерсон, многорычажная подвеска и др.) Пневматическая подвеска состоит из пневматически упругих элементов на каждое колесо, модуля подачи воздуха, ресивера и системы управления.

Пневматический упругий элемент - выполняет основную функцию подвески – поддержание определенного уровня кузова автомобиля, что достигается путем изменения давления и соответствующего ему объема воздуха в упругих элементах. Пневматический упругий элемент состоит из корпуса с

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

направляющей, манжеты и поршня. Конструктивно пневматический упругий элемент может изготавливаться со встроенным амортизатором или устанавливаться отдельно. Упругий элемент, объединенный с амортизатором, имеет название пневматическая стойка (по аналогии с амортизаторной стойкой подвески МакФерсон). Манжета пневматического упругого элемента изготавливается из прочного многослойного эластомера. В некоторых конструкциях упругих элементов применяются дополнительные пневмоаккумуляторы. Для поддержания давления при утечке воздуха в упругом элементе может устанавливаться клапан остаточного давления.

Модуль подачи воздуха служит для питания упругих элементов воздухом. Он состоит из электродвигателя, компрессора со встроенным осушителем воздуха. Как правило применяются поршневые, безмасляные компрессора. Конструктивно в модуль включен блок электромагнитных клапанов системы управления подвеской [4].

Ресивер представляет собой резервуар для воздуха и обеспечивает регулирование дорожного просвета при движении на небольшой скорости без включения компрессора, а также корректировку положения кузова на стоянке.

Модуль подачи воздуха и пневматические стойки образуют пневматическую систему подвески. Система может быть открытой или закрытой (замкнутой). Предпочтительной является замкнутая пневматическая система, обеспечивающая минимальные потери воздуха, а значит экономию энергии на его создание.

С помощью электронной системы управления создается и регулируется давление в пневматической системе подвески, которая состоит из входных датчиков, блока управления и исполнительных устройств. К входным устройствам относятся датчики уровня кузова, ускорения кузова, температуры компрессора, давления в системе, а также переключатель режимов работы. С помощью переключателя на панели приборов осуществляется ручное регулирование уровня кузова. Датчики отслеживают параметры работы системы и

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

преобразуют их в электрические сигналы. Блок управления преобразует электрические сигналы входных датчиков в управляющие воздействия на исполнительные устройства. В своей работе блок управления взаимодействует с блоками системы управления двигателем, системы курсовой устойчивости. В системе управления пневматической подвески используются следующие исполнительные устройства:

клапаны пневматических упругих элементов (для создания давления),
выпускной клапан (для сброса давления),
переключающий клапан (для поддержания давления в ресивере),
реле включения компрессора.

Конструктивно все клапаны сосредоточены в блоке электромагнитных клапанов, расположенном в модуле подачи воздуха.

Принцип работы пневматической подвески

В пневматической подвеске реализовано, как правило, три алгоритма управления:

- автоматическое поддержание уровня кузова;
- принудительное изменение уровня кузова;
- автоматическое изменение уровня кузова в зависимости от скорости движения.

Автоматическое поддержание определенного уровня кузова в пневматической подвеске осуществляется независимо от степени загруженности автомобиля. Датчики уровня кузова постоянно измеряют расстояние от колес до кузова. Результаты измерений сравниваются с заданной величиной. При расхождении показаний электронный блок управления задействует необходимые исполнительные устройства: клапаны упругих элементов для подъема, выпускной клапан для опускания подвески. Принудительное изменение высоты кузова обычно предусматривает три уровня: номинальный, повышенный и пониженный. Номинальный уровень используется для передвижения по обычным дорогам со скоростью до 100 км/ч. Пониженный уровень применяется для

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

высокоскоростного движения. Повышенный уровень нужен для передвижения вне дорог и реализуется на скорости до 40 км/ч. Уровни кузова устанавливаются водителем с помощью переключателя. В конструкции пневмоподвески больших внедорожников предусмотрен дополнительный уровень для посадки пассажиров и погрузки багажа, который реализуется на неподвижном автомобиле [6].

Автоматическое изменение уровня кузова в зависимости от скорости обеспечивает устойчивость автомобиля в движении. При увеличении скорости программа управления подвеской переводит уровень кузова последовательно от повышенного к номинальному и далее, с ростом скорости, к пониженному. При снижении скорости система переводит положение кузова из пониженного в номинальное.

Применение амортизаторов с регулируемой степенью демпфирования значительно расширяет характеристики пневматической подвески, что позволяет помимо высоты кузова изменять жесткость подвески в зависимости от условий движения.



Рисунок 1.11 – Общий вид пневмоподвески

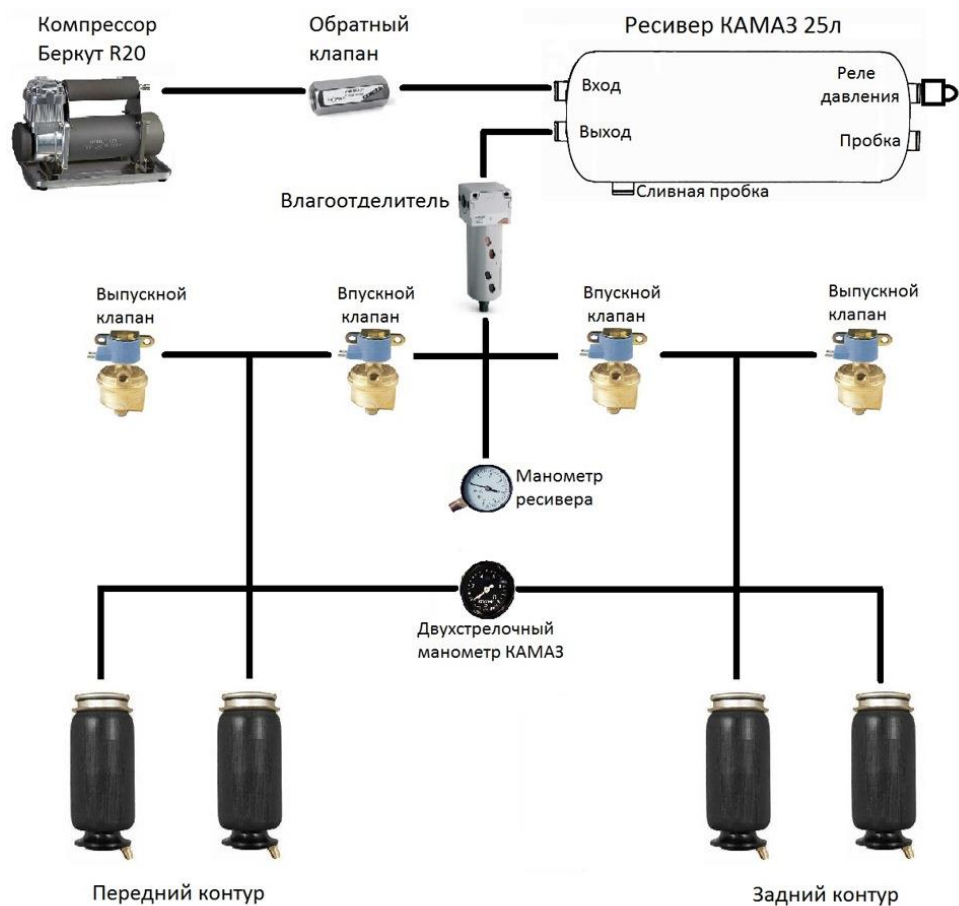


Рисунок 1.12 – Общая схема пневмоподвески

1.7 Основные причины выхода из строя пневмоподвески.

Очень часто причиной неисправности компрессора становится потеря герметичности пневмобаллонов. Так как пневмобаллоны при любом дефекте, теряют способность удерживать нужное давление (для нормальной работы подвески) самостоятельно, и поэтому компрессору приходится постоянно работать под нагрузкой, закачивая в баллоны воздух. Компрессор пневмоподвески предназначен только для периодической работы, чтобы поддерживать давление в баллонах и при смене клиренса в машине, если в ней имеется такая опция. То есть его работа заключается в циклическом включении/выключении. А увеличение количества циклов или непрерывная его работа, быстро приводит его к износу и поломке. Например, весьма часто выходит из

строю его поршневая группа. Ее износ становится причиной, по которой компрессор просто не в состоянии обеспечить то давление, которое нужно. И как итог, требуется ремонт компрессора пневмоподвески. Также встречаются случаи некачественной работы компрессоров, когда их воздушные магистрали забиты пылью и грязью. После того, как магистрали очищены и поставлен новый фильтр, очищающий заборный воздух, компрессор снова начинает работать в штатном режиме [7].

Следующей причиной некорректной работы пневмоподвески является выход из строя элементов запорно-регулирующей арматуры. Это происходит в следствии того, что в систему попадает плохо осушенный, не очищенный воздух, который в дальнейшем окисляет регулирующие клапана.

Как было сказано выше, воздух для пневмосистемы поступает из салона (пневматика закрытого типа), но на некоторых современных автомобилях, в частности Volkswagen Touareg 2018 модельного года, забор воздуха происходит напрямую с улицы (пневматика открытого типа).

Воздух забирается под днищем автомобиля, проходя через впускные фильтра и осушитель, встроенный в компрессор. Данное решение, я считаю сомнительным, т.к. при заборе воздуха из салона встречаются проблемы с попаданием влаги в пневмосистему, а что будет если воздух будет поступать напрямую с улицы, покажет время [8].

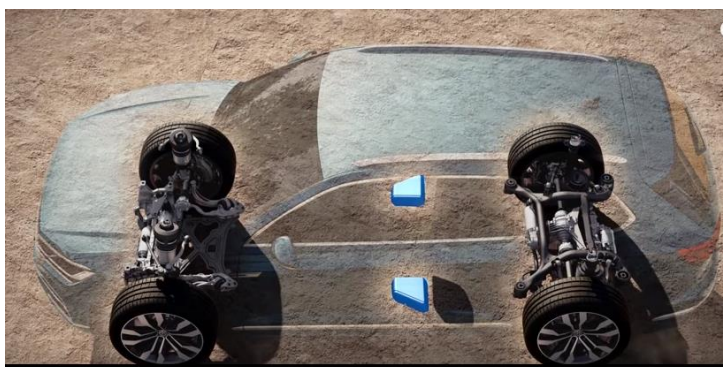


Рисунок 1.13 – Способ забора воздуха у пневматики открытого типа

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

2. ПРИМЕНЕНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ ОСУШИТЕЛЕЙ ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ В ПНЕВМОПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

2.1 Применяемые осушители в пневмоподвеске автомобиля

Основным параметром подбора адсорбционного осушителя является точка росы. Точка росы — это температура, до которой должен охладиться воздух, чтобы содержащийся в нём пар достиг состояния насыщения и начал конденсироваться в росу. Чаще всего применяются два значения этого параметра -40 и -70 $^{\circ}\text{C}$, потери на регенерацию составляют 15% и 20% от подаваемого объема сжатого воздуха соответственно.

В автомобилях уже применяется адсорбционный осушитель (фильтр-влагоуловитель). По заявлениям автопроизводителей он предназначен на весь срок службы автомобиля, однако наш холодный и влажный климат вносит свои корректировки. Замена осушителя должна проводиться как минимум два раза в год.

В теории, воздух проходящий из рабочего цилиндра осушается силикагелем, попадает дальше в систему. Затем, когда ЭБУ спускает баллоны по той или иной причине (изменение клиренса и т.д) сухой воздух проходит обратно через силикагель и забирает влагу с собой и удаляется наружу. Данный осушитель не обеспечивает заявленную точку росы т.к всю работу и регенерация происходит одной колонной [14].

Так как система не идеально герметична, то воздух немного уходит из системы, и если зашла 1 порция воздуха, которая была осушена, то вышла, например 0.95 порции воздуха, собственно не вся влага удалится из силикагеля. К тому же, наш климат с постоянной влажностью и заморозками, может добить систему так, что силикагель просто намоткнет из-за слишком высокой влаги и регенерация просто перестанет происходить. А так же если парковать машину в теплом паркинге, то конденсат так же не сказывается положительно на

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

осушителе. В итоге, осушитель перестает осушать воздух. Так же силикагель быстро намокает, если ездить с неисправными пневматическими баллонами.



Рисунок 2.1 – Компрессор поршневой для пневмоподвески автомобиля



Рисунок 2.2 – Применяемые осушители (фильтр-влагуловитель)

Недостатки применяемых осушителей (фильтр влагоуловитель) :

- 1) выход из строя элементов запорно-регулирующей арматуры. Это происходит в следствии того, что в систему попадает плохо осушенный, не очищенный воздух, который в дальнейшем окисляет регулирующие клапана.
- 2) Нарушение целостности пневмобаллонов из-за образования конденсата в них и дальнейшей кристаллизации при минусовых температурах
- 3) Загрязнение пневматических магистралей и как следствие не попадание воздуха к упругим элементам пневмоподвески.
- 4) Частая замена данного осушителя 1-2 раза в год.
- 5) Потери на регерацию.

2.2 Применение адсорбционноосушителя холодной регенерации с двумя колоннами.

Функционирование

Для того, чтобы осушить сжатый воздух методом адсорбции, поток сжатого воздуха проходит через сосуд, заполненный адсорбентом. Осушитель извлекает влажность из сжатого воздуха и удерживает ее в гранулах адсорбента, пока гранулы не насыщаются влажностью. Влажный адсорбент должен быть восстановлен, т.е. влага, сохраненная в его структуре, должна быть «удалена» прежде, чем адсорбент может использоваться для нового цикла адсорбции.

Непрерывная работа адсорбционного осушителя требует наличия как минимум двух сосудов, которые работают поочередно. Один сосуд используется для того, чтобы осушать сжатый воздух, а другой сосуд работает в то время в режиме регенерации адсорбента [9].

Часть осушенного воздуха отбирается из рабочего потока на выходе из осушителя (приблизительно 15-20% номинального расхода объема). Этот воздух направляется в регенерируемую колонну и расширяется в ней до атмосферного давления. Осушенный, расширенный воздух омывает влажный адсорбент и,

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

таким образом, извлекает влагу, накопленную на поверхности его гранул. Увлажненный воздух сбрасывает в атмосферу через глушитель. Этот процесс называется холодной, короткоцикловая регенерация. Баланс между остаточной насыщенностью адсорбента влагой и парциальным давлением потока регенерирующего газа устанавливается относительно быстро, для холодной регенерации необходимы автоматически переключающиеся циклы продолжительностью от 30 секунд до 1 минуты.



Рисунок 2.3 – Адсорбционный осушитель

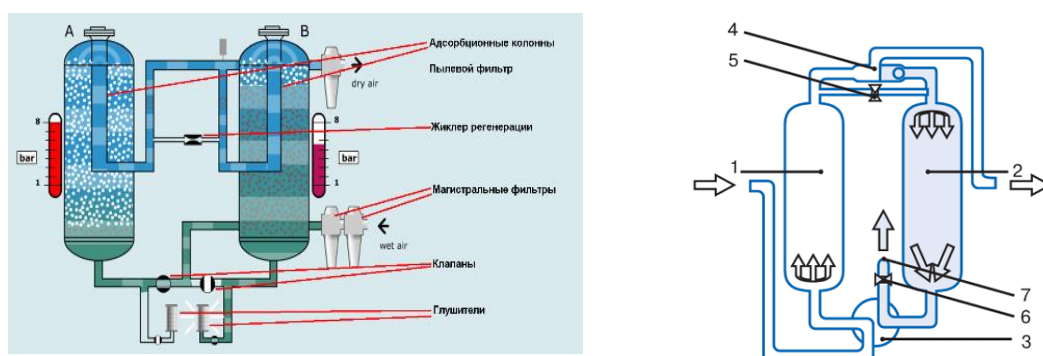


Рисунок 2.4 – Схема работы адсорбционного осушителя

1-адсорбционный сосуд, 2-десорбционный сосуд, 3-главный клапан, 4-верхний блок клапанов, 5-вентиль, 6-выпускной клапан, 7-выход регенерирующего воздуха с глушителем.

2.3 Принцип работы адсорбционного осушителя холодной регенерации с двумя колоннами в пневмоподвеске автомобиля.

При запуске двигателя, происходит мониторинг состояния пневмосистемы. Если положение кузова отклоняется от заданных параметров, которые считываются благодаря датчикам положения кузова, то включается компрессор. Компрессор берет прогретый воздух из салона автомобиля, далее воздух из компрессора под давлением 10 бар поступает в адсорбционный осушитель. В адсорбционном осушителе воздух осушается до точки росы минус 70 и происходит процесс регенерации с выбросом влажного воздуха через глушитель. Глушитель осушителя необходимо вывести вблизи выхлопной системы автомобиля, чтобы избежать кристаллизации влаги в выбрасываемом воздухе. После этого осушенный воздух поступает в ресивер, объем ресивера, как правило составляет 20-30 литров. Ресивер оснащается датчиками давления. Далее воздух проходя через клапана попадает в пневмоэлементы, благодаря которым кузов поднимается до заданного параметра. При запуске автомобиля в холодное время, когда воздух в салоне еще не прогреет, запрещается подавать холодный воздух на осушитель. Выход из данной ситуации следующий: перед тем как поставить прогретый автомобиль на парковку, будет подан сигнал компрессору на закачку воздуха в ресивер. После того, как ресивер наполнится осушенным воздухом, компрессор отключится. При дальнейшем холодном запуске автомобиля, осушенный воздух в пневмоэлементы будет поступать из ресивера. И после того, как прогреется воздух в салоне до температуры плюс 5, в работу включится компрессор [10].

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

В промышленных адсорбционных осушителях с холодной регенерацией время цикла регенерации рассчитывается шкафом автоматики. Для применения в автомобиле время цикла регенерации можно установить по таймеру. Время цикла для каждого осушителя рассчитывается в индивидуальном порядке.

2.4 Преимущества и недостатки применения адсорбционного осушителя холодной регенерации с двумя колоннами в пневмоподвеске автомобиля.

Преимущества:

- Исключено попадание влаги в пневмосистему при заданных параметрах точки росы, что приводит к увеличению ресурса пневмоэлементов.
- Увеличивается ресурс запорно-регулирующей арматуры.
- Срок службы адсорбента 65 000 часов непрерывной работы.
- Срок службы клапанов порядка 50 000- 75 000 циклов.
- Отсутствует попадания пыли в пневматические магистрали, т.к. фильтра улавливает размер частиц до 0,1 мкм.

Недостатки:

- Потери на регенерацию от 15 до 20 % производительности компрессора, в зависимости от заданных значений точки росы.
- Большие габаритные размеры, в сравнении уже с существующими осушителями (фильтр-влагоуловитель).
- Усложнение существующей конструкции

2.5 Мероприятия по обслуживанию пневмоподвески автомобиля.

Для увеличения срока службы пневмоподвески автомобиля следует проводить следующие мероприятия:

Пневмоподвеска с открытыми пневморессорами.

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Если автомобиль имеет открытые пневморессоры, то необходимо регулярно поднимать автомобиль в максимальное положение и мойкой высокого давления вымывать грязь из-под складок пневмокамеры. Самым надежным способом защиты пневмобаллонов является установка защитного стакана с пыльником. Данная доработка позволит избежать влияния механических воздействий на пневмобаллоны [2].

Если автомобиль оснащается закрытыми пневморессорами (пневмокамеры находятся в стаканах), то профилактика будет заключаться только в осмотре целостности защитных пыльников пневмостоек и верхних пломб. Но если автомобиль стал регулярно опускаться (особенно после долгой стоянки), стоит обратиться к специалистам и устранить неисправности пневмоподвески.

Адсорбционный осушитель холодной регенерации с двумя колоннами требует обслуживания только после 5 лет круглосуточной эксплуатации. В данных осушителях планируется применение клапана из латуни с ресурсом 1,5 млн. срабатываний, время адсорбции составляет 60 секунд (соответственно, время цикла 120 секунд), следовательно, 5,7 лет срок службы 1-го клапана, всего в составе осушителя применяется 4 клапана [11].

У представителей завода-изготовителя и непосредственных поставщиков адсорбента для осушителей сжатого воздуха нет и не может быть документации, которая могла бы регламентировать бы тот или иной гарантированный срок службы адсорбента, так как данный показатель в каждом конкретном случае зависит исключительно от условий эксплуатации. Мной был получен ответ от поставщика, согласно которому предполагаемый срок службы адсорбента 2-3 года. Данный срок службы адсорбента относится исключительно к адсорбционным осушителям с горячей регенерацией (продувка адсорбента осуществляется подогреваемым воздухом), так как помимо непосредственной продувки адсорбента, он так же подвергается влиянию высокой температуры от нагревательного элемента, что сильно сказывается на его сроке службы. Следует

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

добавить, что производители адсорбентов значительно занижают предполагаемый срок службы адсорбента, в угоду увеличения объема продаж [15].

Применяемый адсорбционный осушитель сжатого воздуха с холодной регенерацией не подвергается влиянию высокой температуры на адсорбент. Все это позволяет гарантировать срок службы адсорбента осушителе 4-5 лет.

2.6 Перспективы развития адсорбционных осушителей в пневмоподвеске автомобиля

Одним из самых основных направлений развития адсорбционных осушителей холодной регенерации это применение в грузовых автомобилях и на автомобилях где применяются пневматические системы.

На грузовых автомобилях очень актуальна проблема связанная с попаданием влаги в систему тормозов. Если на легковом автомобиле выход из строя пневмоподвески не столь критичен и опасен для жизни водителя, пассажиров и окружающих участников дорожного движения, то на грузовом автомобиле отказ тормозов и других систем, где рабочим телом является воздух может привести к серьезным последствиям. Основные причины выхода из строя пневмосистем грузовых авто такие же как и на легковом автомобиле. Некорректная работа компрессора и запорно-регулирующей арматуры.

Износ цилиндров, поршней, колец компрессора. Или же недостаточная пропускная способность впускного патрубка или воздушного фильтра.

Отсутствие необходимого уровня давления в пневмосистеме. Компрессор может не создавать его по причине износа цилиндропоршневых деталей. Препятствовать процессу может и образование нагара в нагревательном патрубке или на головке цилиндра.

Проблемы, связанные с нарушением ее герметичности, как результат этого - падение давления и следующий за этим отказ работы устройств и агрегатов. Самой основной проблемой считается нарушение работы воздухопроводной

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

арматуры, в связи с попаданием в систему масла, конденсата, грязи и просто предметов износа материалов, что обычно ведет к закупориванию каналов, клапанов, кранов и т.п.

Пневмосистема, как и любая другая не работает изолированно, она напрямую связана с электронной или электрической системой. Поэтому всякое замыкание, в результате разгерметизации и попадания влаги или внешнего динамического воздействия и поломки конструкции блока(модулятора) приведет в конечном счете к отказу всей электронно-пневматической системы [16].

Разработанный адсорбционный осушитель холодной регенерации позволяет решить практически все вышеперечисленные проблемы. Будет исключено попадание влаги в систему, а если как опцию установить дополнительный набор фильтров перед и после осушителя, то так же будет исключено попадание продуктов износа в систему и как следствие загрязнение пневмомагистралей.

Еще одним перспективным направлением развития конструкции адсорбционных осушителей холодной регенерации является внедрение встроенного адсорбционного генератора азота. В промышленности применяются генераторы азота со встроенным осушителем, состоящие из четырех колонн, где две колонны используются для генерации азота из воздуха под давлением, путем отделения молекулярным ситом азота и других составляющих входящих в состав окружающего воздуха, а остальные две колонны являются осушителем.

Принцип работы генератора азота со встроенным адсорбционным:

Для того, чтобы осушить сжатый воздух методом адсорбции, поток сжатого воздуха проходит через сосуд, заполненный адсорбентом. Осушитель извлекает влажность из сжатого воздуха и удерживает ее в гранулах адсорбента, пока гранулы не насыщаются влажностью. Влажный адсорбент должен быть восстановлен, т.е. влага, сохраненная в его структуре, должна быть «удалена» прежде, чем адсорбент может использоваться для нового цикла адсорбции.

Непрерывная работа адсорбционного осушителя требует наличия как минимум двух сосудов, которые работают поочередно. Один сосуд используется

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

для того, чтобы осушать сжатый воздух, а другой сосуд работает в то время в режиме регенерации адсорбента [12].

Отводимый от генератора азота осушенный пермеат (воздух с повышенным содержанием кислорода) направляется в регенерируемую колонну и расширяется в ней до атмосферного давления. Потребление воздуха на регенерацию отсутствует. Осушенный, расширенный газ омывает влажный адсорбент и, таким образом, извлекает влагу, накопленную на поверхности его гранул. Увлажненный воздух сбрасывается в атмосферу через глушитель.



Рисунок 2.5 – Адсорбционный генератор азота со встроенным адсорбционным осушителем.

Для применения в автомобилях данная схема будет немного отличаться. Так как габаритные размеры являются ключевым фактором, то применение четырех колонн не допустимо. В данном случае генератор азота со встроенным осушителем будет состоять из двух колонн. Нижняя половина колонны будет наполнена адсорбентом, а верхняя молекулярным ситом, принцип работы остается прежним. Расчет количества адсорбента и молекулярного сита зависит от индивидуальных параметров заказчика. Применение генератора азота со встроенным осушителем дает все преимущества адсорбционного осушителя, плюс получаемый азот чистотой 95% выступает консервантом и исключает

окисление запорно-регулирующей арматуры, потери по воздуху составляют 1-3%, так как регенерация осушителя проводится уже осушенным пермиатом.

Также в качестве перспективного направления можно выделить применение в пневмоподвески автомобиля адсорбционного осушителя горячей регенерации. Данные осушители позволяют достичь такие же значения точки росы, но регенерация происходит без потерь воздуха. Это достигается благодаря тому что после насыщения адсорбента влагой, регенерация происходит за счет нагревательных элементов. К недостаткам данной конструкции можно отнести следующее: адсорбционный осушитель горячей регенерации стоит значительно дороже и требует подогревателя мощностью 2 кВт.



Рисунок 2.6 – Адсорбционный осушитель горячей регенерации

Еще одним способом осушки сжатого воздуха является применение рефрижераторного осушителя. Рефрижераторные осушители разработаны для того, чтобы осушать сжатый воздух до значения точки росы $+3^{\circ}\text{C}$ при рабочем давлении в диапазоне давления до 16 бар. Осушители применяются для сжатого воздуха без содержания агрессивных веществ [17].

Рефрижераторные осушители состоят из двух теплообменников и управляемого фреонового контура. В первом теплообменнике воздух/воздух поступающий поток сжатого воздуха охлаждается протопотоком выходящего из осушителя потока сжатого воздуха, охлажденного до температуры точки росы. Во втором теплообменнике фреон/воздух сжатый воздух охлаждается до минимальной температуры (температуры точки росы) за счет испарения фреона во фреоновом контуре. В процессе охлаждения влага, содержащаяся в сжатом воздухе, конденсируется.

Конденсат собирается в сепараторе, встроенном во второй теплообменник, и отводится автоматически. Охлажденный сжатый воздух, свободный от капельной влаги, направляется обратным потоком через первый теплообменник, где нагревается за счет теплообменника с входящим в осушитель потоком сжатого воздуха [13].

К недостаткам рефрижераторного осушителя относится: максимальное значение точки росы «+3», следовательно его применение возможно в климатических условиях, где температура не опускается ниже +3 градусов Цельсия, требуемая мощность составляет 0,4 кВт.



Рисунок 2.7 – Рефрижераторный осушитель сжатого воздуха

2.7 Применение адсорбционного осушителя холодной регенерации с двумя колоннами в volkswagen touareg 2010 модельного года

Для примера возьмем автомобиль Volkswagen Touareg 2010 модельного года.

Пневмоподвеска данного автомобиля работает при следующих условиях:

Рабочее давление в стойках 10 Бар, при объёме воздуха в стойке 4 литра. Компрессор с рабочим давлением 13 бар и производительностью 55 л/мин. Объем ресивера составляет 15 л. Возьмем точку росы минус 70, потери по этому параметру составляют 20 % от проивводительности компрессора. То есть для того чтобы сохранить время наполнения ресивера необходимо увеличить проивводительность компрессора на 20 % [1].

Увеличенная производительность компрессора.

$$55 + 20\% = 66 \frac{\text{л}}{\text{мин}} \quad (2.1)$$

$$66 * 60 = 3960 \frac{\text{л}}{\text{час}} = 3.96 \frac{\text{м}^3}{\text{час}} \quad (2.2)$$

Нам необходимо подобрать осушитель под производительность 3,96 м³/час при рабочем давлении 13 бар и точкой росы «-70».

Номинальная пропускная способность = $\frac{\text{Требуемая производительность}}{\text{фактор давления} * \text{фактор температуры}}$

Фактор по давлению (13 бар) = 1,75.

Фактор температуры (от +15 C⁰ до + 35C на выходе из компрессора) = 1.

$$\frac{3,96}{1.75 * 1} = 2,27 \frac{\text{м}^3}{\text{час}} \quad (2.3)$$

Нам необходимо подобрать адсорбционный осушитель холодной регенерации с пропускной способностью 2,27 м³/час.

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

2.8 Чертеж и пневмосхема внедрения ОВХР- 13/5

В ходе просчета адсорбционного осушителя холодной регенерации для его корректной работы были просчитаны геометрические размеры, время адсорбции, диаметр пневмомагистралей и количество адсорбента.

Данный осушитель воздуха холодной регенерации имеет обозначение ОВХР-13/5, где 13 рабочее давление, 5 – пропускная производительность осушителя.

Таблица 2.8 – Основные характеристики ОВХР-13/

Время адсорбции, сек.	60
Высота колонн, мм.	400
Внутренний диаметр магистралей, мм	6
Внешний диаметр магистралей, мм	8
Количество адсорбента на две колонны, кг	1

Указанные данные получены, благодаря техническим калькуляторам, являющимися собственностью компании ООО «ЧЗМЭК».

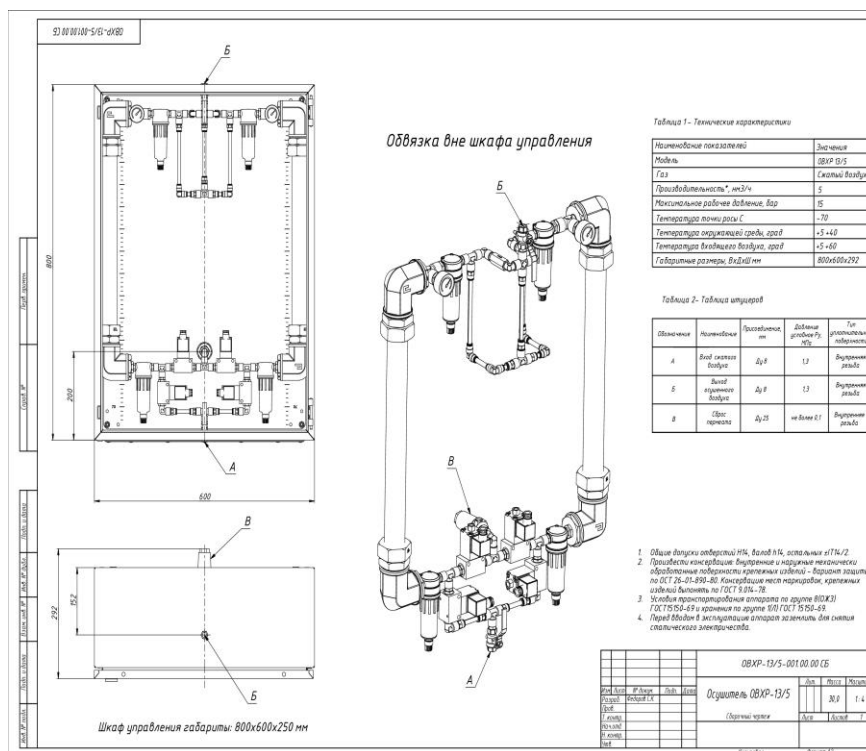


Рисунок 2.8 – Сборочный чертеж ОВХР-13/5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ

Лист

40

3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ АДсорбЦИОННОГО ОСУШИТЕЛЯ ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ В ПНЕВМОПОДВЕСКЕ АВТОМОБИЛЯ

3.1 Расчет стоимости комплектующих ОВХР-13/5

Основными комплектующими запорно-регулирующей арматуры ОВХР-13/5 является фирма итальянского пневмооборудования Camozzi. Данная фирма имеет большой опыт работы в данном направлении и ее продукция зарекомендовала себя самым лучшим образом. В качестве адсорбента применяется алюмогель, производства BASF (Германия). Данный адсорбент применяется для достижения точки росы свыше минус сорока градусов.

Таблица 3.2 – Стоимость комплектующих ОВХР-13

Наименование комплектующих	Цена, рубль	Количество, шт;кг.	Стоимость, рубль
Фильтр N204-F00 25 мкм (Camozzi)	1400	4	5600
Пневмокалапан 623-15E-A6B (Camozzi)	3000	4	12000
Шаровый кран S93B00 ¼ (Camozzi)	1150	2	2300
Соединение угловое Cast 34208 (Cast)	300	4	1200
Штуцер ввертной 100513 (Camozzi)	400	4	400
Сосуд Cast (Cast)	2000	2	4000
Шкаф управления навесной DKS серии ST	6500	1	6500
Обратный клапан 65783 (Camozzi)	500	2	1000
Глушитель 2921 1 дюйм (Camozzi)	1200	1	1200
Адсорбент	500	1	500
Соединительные магистрали (Camozzi)	3000	1	3000
Итого			37700

Замена клапанов и внутренняя прочистка пневмосистемы, в специализированном сервисе, на автомобиле Volkswagen Touareg обойдутся владельцу в 49000 р, включая работу. Статистика показывает, что 84% автомобилей на пробеге от 90 000-120 000 км. сталкиваются с этой проблемой. При среднегодовом пробеге 30 000-40 000 км. через 3-4 года владелец вынужден будет провести вышеуказанные мероприятия. Получается, что за 4-5 лет владения автомобилем, адсорбционный осушитель холодной регенерации окупается [18].

Применение на грузовых автомобилях адсорбционного осушителя холодной регенерации более экономически эффективно, так как простой автомобиля для прочистки, просушки и отогревания пневмоэлементов может повлечь за собой значительные убытки и финансовые потери предприятия.

Таблица 3.2 – Особенности и преимущества ОВХР-13/5

Особенности ОВХР- 13/5:	Преимущества:
<p>Конструктивно предусмотрен обратный поток осушенного газа из накопительного ресивера</p>	<p>В отличие от обычных осушителей, где на выходе используются обратные клапаны и необходимо дополнительно устанавливать байпасную линию с обратным клапаном для регенерации или наполнения адсорбера, специальная схема подключения дросселя для регенерации адсорбента в осушителях ОСВ обеспечивает обратный поток газа, что в значительной степени сохраняет ресурс компрессора и его основных узлов и деталей от дополнительного износа в связи с частым переходом компрессора из режима холостого хода в режим под нагрузку.</p>
<p>Большой размерный ряд с различной пропускной способностью.</p>	<p>Возможность самостоятельного выбора покупателем типоразмера осушителя. Нет необходимости в переразмеривании компрессора ввиду низких затрат сжатого воздуха на регенерацию.</p>

Окончание таблицы 3.2

<p>Конструкция осушителя состоит из надёжных, широко распространённых и недорогих комплектующих.</p>	<p>Запорно-регулирующая арматура, применяемая в осушителе, находится в наличии и по приемлемой цене в любом городе страны. Следовательно, исключается зависимость от эксклюзивных и дорогих комплектующих осушителя с большим сроком поставки.</p>
<p>Надёжная и безопасная система клапанами.</p>	<p>Питание клапанов осуществляется через блок питания низким напряжением 24 В с целью обеспечения защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током. Также, в случае больших перепадов напряжения в сети пользователя, блок питания обеспечивает стабильное напряжение в цепи управления клапанов, что гарантирует срабатывание пневматических отсечных клапанов даже при нестабильном напряжении в сети пользователя.</p>
<p>Система подготовки сжатых газов, включающая предварительный и финальный фильтры и</p>	<p>Полностью укомплектованная система, не требующая дополнительных монтажных работ.</p>
<p>Предварительный фильтр оборудован автоматическим электронным конденсатоотводчиком. (опция)</p>	<p>Отвод конденсата происходит без потерь, что снижает эксплуатационные затраты.</p>
<p>Фильтры переразмерены более чем на 40% (при условии использования опции фильтр)</p>	<p>Большая площадь поверхности фильтрации обеспечивает малое падение давления и низкие эксплуатационные затраты во всём диапазоне давлений.</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ

Лист

44

4. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОЙ ЭСПЛУАТАЦИИ СОСУДОВ

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, устанавливают требования к проектированию, устройству, изготовлению реконструкции, наладке, монтажу, ремонту, техническому диагностированию и эксплуатации сосудов, цистерн, бочек, баллонов, барокамер, работающих под избыточным давлением. При подготовке настоящего издания Правил были учтены замечания и предложения министерств, ведомств, научно-исследовательских институтов, промышленных предприятий и других заинтересованных организаций.

4.1. Область применения и назначения правил

Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, устанавливают требования к проектированию, устройству, изготовлению, реконструкции, наладке, монтажу, ремонту, техническому диагностированию и эксплуатации сосудов, цистерн, бочек, баллонов, барокамер, работающих под избыточным давлением. Требования к монтажу и ремонту аналогичны требованиям к изготовлению сосудов. Правила распространяются на сосуды, работающие под давлением воды с температурой выше 115°C или других нетоксичных, не взрывопожароопасных жидкостей при температуре, превышающей температуру кипения при давлении 0,07 МПа (0,7 кгс/см²); сосуды, работающие под давлением пара, газа или токсичных взрывопожароопасных жидкостей свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²); баллоны, предназначенные для транспортировки и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²); цистерны и бочки для транспортировки и хранения сжатых и сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50°C превышает давление 0,07 МПа (0,7 кгс/см²); цистерны и сосуды для транспортировки или хранения сжатых,

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых давление выше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²) создается периодически для их опорожнения; барокамеры.

4.2. Проектирование сосудов под давлением

Проекты сосудов и их элементов (в том числе запасных частей к ним), а также проекты их монтажа или реконструкции должны выполняться специализированными организациями. Руководители и специалисты, занятые проектированием, изготовлением, реконструкцией, монтажом, наладкой, ремонтом, диагностикой и эксплуатацией сосудов, должны быть аттестованы на знание Правил в соответствии с Положением о порядке подготовки и аттестации работников организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, подконтрольных Госгортехнадзору России, утвержденным постановлением Госгортехнадзора России от 30.04.02 № 21 и зарегистрированным Минюстом России 31.05.02 рег. № 1706. Проекты и технические условия на изготовление сосудов должны согласовываться и утверждаться в установленном порядке. Изменения в проекте и нормативных документах, необходимость в которых может возникнуть при изготовлении, реконструкции, монтаже, наладке, ремонте или эксплуатации, должны быть согласованы с организацией - разработчиком проекта и (или) нормативной документацией (далее по тексту НД) на сосуд. При невозможности выполнить это условие допускается согласовывать изменения в проекте и НД со специализированной организацией. При проектировании сосудов, используемых в химических отраслях промышленности, должны учитываться требования Общих правил промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, утвержденным постановлением Госгортехнадзора России от 18.10.02 № 61-А и зарегистрированных Минюстом России 28.11.02 рег. № 3968.

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Отступление от Правил может быть допущено лишь в исключительном случае по разрешению Госгортехнадзора России. Для получения разрешения необходимо представить Госгортехнадзору России соответствующее обоснование, а в случае необходимости - также заключение специализированной или экспертной организации. Копия разрешения на отступление от настоящих Правил должна быть приложена к паспорту сосуда.

4.3. Ответственность за нарушение настоящих Правил

Правила обязательны для исполнения всеми должностными лицами, специалистами, работниками, занятыми проектированием, изготовлением, реконструкцией, монтажом, наладкой, ремонтом, техническим диагностированием и эксплуатацией сосудов. Лица, допустившие нарушение настоящих Правил, несут ответственность в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

4.4. Общие требования к конструкции сосудов

Конструкция сосудов должна обеспечивать надежность и безопасность эксплуатации в течение расчетного срока службы и предусматривать возможность проведения технического освидетельствования, очистки, промывки, полного опорожнения, продувки, ремонта, эксплуатационного контроля металла и соединений. Для каждого сосуда должен быть установлен и указан в паспорте расчетный срок службы с учетом условий эксплуатации. Устройства, препятствующие наружному и внутреннему осмотрам сосудов (мешалки, змеевики, рубашки, тарелки, перегородки и другие приспособления), должны быть, как правило, съемными. При применении приварных устройств должна быть предусмотрена возможность их удаления для проведения наружного и внутреннего осмотров и последующей установки на место. Порядок съема и

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

установки этих устройств должен быть указан в руководстве по эксплуатации сосуда.

Если конструкция сосуда не позволяет проведение наружного и внутреннего осмотров или гидравлического испытания, предусмотренных требованиями Правил, разработчиком проекта сосуда в руководстве по эксплуатации должны быть указаны методика, периодичность и объем контроля, выполнение которых обеспечит своевременное выявление и устранение дефектов. В случае отсутствия в руководстве таких указаний методика, периодичность и объем контроля определяются специализированной организацией. Конструкции внутренних устройств должны обеспечивать удаление из сосуда воздуха при гидравлическом испытании и воды после гидравлического испытания. Сосуды должны иметь штуцера для наполнения и слива воды, а также для удаления воздуха при гидравлическом испытании. На каждом сосуде должны быть предусмотрены вентиль, кран или другое устройство, позволяющее осуществлять контроль за отсутствием давления в сосуде перед его открыванием; при этом отвод среды должен быть направлен в безопасное место. Расчет на прочность сосудов и их элементов должен производиться по НД, согласованной с Госгортехнадзором России. Сосуды, предназначенные для работы в условиях циклических и знакопеременных нагрузок, должны быть рассчитаны на прочность с учетом этих нагрузок.

При отсутствии нормативного метода расчет на прочность должен выполняться по методике, согласованной со специализированной научно-исследовательской организацией. Сосуды, которые в процессе эксплуатации изменяют свое положение в пространстве, должны иметь приспособления, предотвращающие их самопрокидывание. Конструкция сосудов, обогреваемых горячими газами, должна обеспечивать надежное охлаждение стенок, находящихся под давлением, до расчетной температуры. Для проверки качества приварки колец, укрепляющих отверстия для люков, лазов и штуцеров, должно быть резьбовое контрольное отверстие в кольце, если оно приварено снаружи, или в стенке, если кольцо

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

приварено с внутренней стороны сосуда. Данное требование распространяется также и на привариваемые снаружи к корпусу накладки или другие укрепляющие элементы.

Наружные глухие элементы (например, накладки), не работающие под давлением, должны иметь дренажные отверстия в самых низких местах. Сосуды должны быть снабжены необходимым количеством люков и смотровых лючков, обеспечивающих осмотр, очистку и ремонт сосудов, а также монтаж и демонтаж разборных внутренних устройств. Сосуды, состоящие из цилиндрического корпуса и решеток с закрепленными в них трубками (теплообменники), и сосуды, предназначенные для транспортировки и хранения криогенных жидкостей, а также сосуды, предназначенные для работы с веществами 1-го и 2-го классов опасности по ГОСТ 12.1.007-76, но не вызывающие коррозии и накипи, допускается изготавливать без люков и лючков независимо от диаметра сосудов при условии выполнения требования п. 2.1.4 Правил. Сосуды с внутренним диаметром более 800 мм должны иметь люки, а с внутренним диаметром 800 мм и менее - лючки. Внутренний диаметр круглых люков должен быть не менее 400 мм. Размеры овальных люков по наименьшей и наибольшей осям в свету должны быть не менее 325×400 мм. Внутренний диаметр круглых или размер по наименьшей оси овальных лючков должен быть не менее 80 мм. Люки, лючки необходимо располагать в местах, доступных для обслуживания. Требования к устройству, расположению и обслуживанию смотровых окон в барокамерах определяются проектной организацией и указываются в инструкции по монтажу и эксплуатации завода-изготовителя. Крышки люков должны быть съемными. На сосудах, изолированных на основе вакуума, допускаются приварные крышки. Крышки массой более 20 кг должны быть снабжены подъемно-поворотными или другими устройствами для их открывания и закрывания.

В сосудах применяются днища: эллиптические, полусферические, торосферические, сферические неотбортованные, конические отбортованные, конические неотбортованные, плоские отбортованные, плоские неотбортованные.

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ					

Эллиптические днища должны иметь высоту выпуклой части, измеренную по внутренней поверхности, не менее 0,2 внутреннего диаметра днища. Допускается уменьшение этой величины по согласованию со специализированной научно-исследовательской организацией. Торосферические (коробовые) днища должны иметь: высоту выпуклой части, измеренную по внутренней поверхности, не менее 0,2 внутреннего диаметра; внутренний радиус отбортовки не менее 0,1 внутреннего диаметра днища; внутренний радиус кривизны центральной части не более внутреннего диаметра днища. Сферические неотбортованные днища могут применяться с приварными фланцами, при этом: внутренний радиус сферы днища должен быть не более внутреннего диаметра сосуда; сварное соединение фланца с днищем выполняется со сплошным проваром. В сварных выпуклых днищах, за исключением полусферических, состоящих из нескольких частей с расположением сварных швов по хорде, расстояние от оси сварного шва до центра днища должно быть не более 1/5 внутреннего диаметра днища. Круговые швы выпуклых днищ должны располагаться от центра днища на расстоянии не более 1/3 внутреннего диаметра днища. Конические неотбортованные днища должны иметь центральный угол не более 45°. Центральный угол конического днища может быть увеличен по заключению специализированной научно-исследовательской организации по аппаратостроению. Плоские днища с кольцевой канавкой и цилиндрической частью (бортом), изготовленные механической расточкой, должны изготавливаться из поковки. Допускается изготовление отбортованного плоского днища из листа, если отбортовка выполняется штамповкой или обкаткой кромки листа с изгибом на 90°. При сварке обечаек и труб, приварке днищ к обечайкам должны применяться стыковые швы с полным проплавлением. Допускаются сварные соединения в тавр и угловые с полным проплавлением для приварки плоских днищ, плоских фланцев, трубных решеток, штуцеров, люков, рубашек. Применение нахлесточных сварных швов допускается для приварки к корпусу укрепляющих колец, опорных элементов, подкладных листов, пластин под площадки, лестницы,

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

кронштейны и т.п. Конструктивный зазор в угловых и тавровых сварных соединениях допускается в случаях, предусмотренных НД, согласованной в установленном порядке. Сварные швы должны быть доступны для контроля при изготовлении, монтаже и эксплуатации сосудов, предусмотренного требованиями Правил, соответствующих стандартов и технических условий. Продольные швы смежных обечаек и швы днищ сосудов должны быть смещены относительно друг друга на величину трехкратной толщины наиболее толстого элемента, но не менее чем на 100 мм между осями швов. Указанные швы допускается не смещать относительно друг друга в сосудах, предназначенных для работы под давлением не более 1,6 МПа (16 кгс/см²) и температуре стенки не выше 400°С, с номинальной толщиной стенки не более 30 мм при условии, что эти швы выполняются автоматической или электрошлаковой сваркой и места пересечения швов контролируются методом радиографии или ультразвуковой дефектоскопии в объеме 100%. При приварке к корпусу сосуда внутренних и внешних устройств (опорных элементов, тарелок, рубашек, перегородок и др.) допускается пересечение этих сварных швов со стыковыми швами корпуса при условии предварительной проверки перекрываемого участка шва корпуса радиографическим контролем или ультразвуковой дефектоскопией. В случае приварки опор или иных элементов к корпусу сосуда расстояние между краем сварного шва сосуда и краем шва приварки элемента должно быть не менее толщины стенки корпуса сосуда, но не менее 20 мм. Для сосудов из углеродистых и низколегированных марганцовистых и марганцово-кремнистых сталей, подвергаемых после сварки термообработке, независимо от толщины стенки корпуса расстояние между краем сварного шва сосуда и краем шва приварки элемента должно быть не менее 20 мм. В стыковых сварных соединениях элементов сосудов с разной толщиной стенок должен быть обеспечен плавный переход от одного элемента к другому путем постепенного утонения кромки более толстого элемента. Угол наклона поверхностей перехода не должен превышать 20°. Если разница в толщине соединяемых элементов составляет не

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

более 30% толщины тонкого элемента и не превышает 5 мм, то допускается применение сварных швов без предварительного утонения толстого элемента. Форма швов должна обеспечивать плавный переход от толстого элемента к тонкому.

При стыковке литой детали с деталями из труб, проката или поковок необходимо учитывать, что номинальная расчетная толщина литой детали на 25 - 40% больше аналогичной расчетной толщины стенки элемента из труб, проката или поковок, поэтому переход от толстого элемента к тонкому должен быть выполнен таким образом, чтобы толщина конца литой детали была не менее расчетной величины [14].

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе были рассмотрены различные варианты подвесок легковых автомобилей. Более детально была изучена пневмоподвеска, выявлен ряд основных преимуществ и недостатков. Для устранения ряда недостатков было предложено решение применения адсорбционного осушителя холодной регенерации, так же были рассмотрены различные варианты перспективного развития данного направления. Для конкретной модели легкового автомобиля были сделаны чертежи и обоснование экономической выгоды данного решения, были представлены инструкции безопасного проектирования и изготовления сосудов, работающих под давлением.

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современные системы автомобилей.-<http://systemsauto.ru/pendant.html>.
2. Пневмоподвеска автомобиля..- <https://www.drive2.ru/b/288230376394>.
3. Конструкция пневмоподвесок легковых автомобилей.-
<http://avtonov.com/что-такое-пневмоподвеска>.
4. Успенский И.В. Проектирование подвески автомобиля/И.В. Успенский.-
Букинистическое издание, 1976. – 168с.
5. Дес Хамилл. Подвеска и тормоза. Как построить и модифицировать
спортивный автомобиль/ХамиллДес.-Легион-Автодата, 2009.– 96с.
6. Кузнецов В.А, Дьяков И.Ф. Конструирование и расчет автомобиля.
Подвеска автомобиля: учебное пособие/В.А. Кузнецов, И.Ф. Дьяков. – Ульяновск:
Изд-во УлГТУ, 2003.– 60с.
7. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода/Р.В.
Ротенберг.- Москва, Изд. 3: Машиностроение, 1972.- 392с.
8. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль: анализ конструкций,
элементы расчета/ В.В. Осепчугов, А.К. Фрумкин.- М: Машиностроение, 1989.–
145с.
9. Лукин П.П., Гаспарянц Г.А. Конструирование и расчет автомобиля/П.П.
Лукин, Г.А. Гаспарянц.- М.:Машиностроение, 1984.-376 с.
10. Залманзон Л.А. Теория элементов пневмоники/Л.А. Залманзон.-
М.:Наука, 1969. — 508 с.
11. РД -200-РСФСР-15-0150-81 Руководство по диагностике технического
состояния подвижного состава автомобильного транспорта.-81-М.: 1982.-200с.
12. Неисправности пневмоподвесок. Журнал «За рулем». -
<https://www.zr.ru/content/articles/853069-poslednij-vzдох-pochemu-pnevmo-podveski-umirayut-ranshe-sroka-i-kak-ix-reanimirovat>.
13. Загорский А.В. Методика подбора оборудования, работающего под
давлением/А.В. Загорский. – Челябинск.– «ЧЗМЭК», 2013. – 76 с.

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

14. ПБ 03-576-03. «Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов. М.: Минюст рег. №4776, 2003.

15. Пневматика для всех. От теоретических основ к практическим навыкам/ Учебно-научный центр C_Competence, Camozzi, 2015.

16. Системы и компоненты транспортных средств. Техническая информация. /WABCO, 2003. — 61 с.

17. Бабин А.И., Санников С.П. Автоматизация технологических процессов. Элементы и устройства пневмогидроавтоматики: учебное пособие/А.И. Бабин, С.П. Санников. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. — 144 с.

18. Вавилин А.Я. Машинист компрессорных установок /А.Я. Вавилин.-М.: ГУЦ "Профессионал»,2009. - 72с.

19. Вегера И.И., Иванов И.А. Материалы вакуумной и компрессорной техники. Лабораторные работы/И.И. Вегера, И.А. Иванов. — Минск: БНТУ, 2011. — 103 с.

20. Герц Е.В., Крейнин Г.В. Теория и расчет силовых пневматических устройств/Е.В.Герц, Г.В. Крейнин.- М.: Издательство Академии Наук СССР, 1960. — 178 с.

					23.04.03.2018.269.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55