АНАЛИЗ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПОДВЕСКИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ КАТЕГОРИИ М1

Спивак Артём Владимирович, ст. гр. АА-41

a.spivak22@gmail.com

В нынешнее время, уделяется большое внимания анализу пневматической подвески. Это связано со значительными изменениями нагрузки на подвеску. Произошло снижение собственной массы автомобилей при повышении их грузоподъемности, особенно малолитражных, малогабаритных и компактных легковых автомобилей. Увеличение массы нагруженного автомобиля по сравнению с порожним достигает ста и более процентов. Существенно повысились скорости движения легковых автомобилей, поэтому появилась необходимость изменения положения кузова и «ужесточения» подвески для повышения устойчивости и управляемости. Также есть проблема повышения плавности хода и комфортабельности движения в различных дорожных условиях. При использовании регулируемых подвесок стало возможным получить дополнительные преимущества и удобства по сравнению с обычной подвеской.

Пневматическая подвеска автомобиля – это разновидность подвески, основным предназначением которой является обеспечение более высокого уровня безопасности и комфорта при вождении. Благодаря конструктивным особенностям, появляются возможности — регулировка расстояния между кузовом и автомобилем в полуавтоматическом или автоматическом режиме, повышение уровня комфорта и увеличение грузоподъемности. Пневматические подвески легковых автомобилей сложны по конструкции и работают, как правило, с амортизаторами регулируемого типа под управлением электроники. Такие системы называют адаптивной подвеской.

Можно выделить три основных типа пневматической подвески (рис. 1).

Одноконтурная система устанавливается только на одну ось автомобиля. Это может быть как передняя, так и задняя ось. В данном случае имеется

возможность регулировки жесткости задней оси в зависимости от загрузки автомобиля.

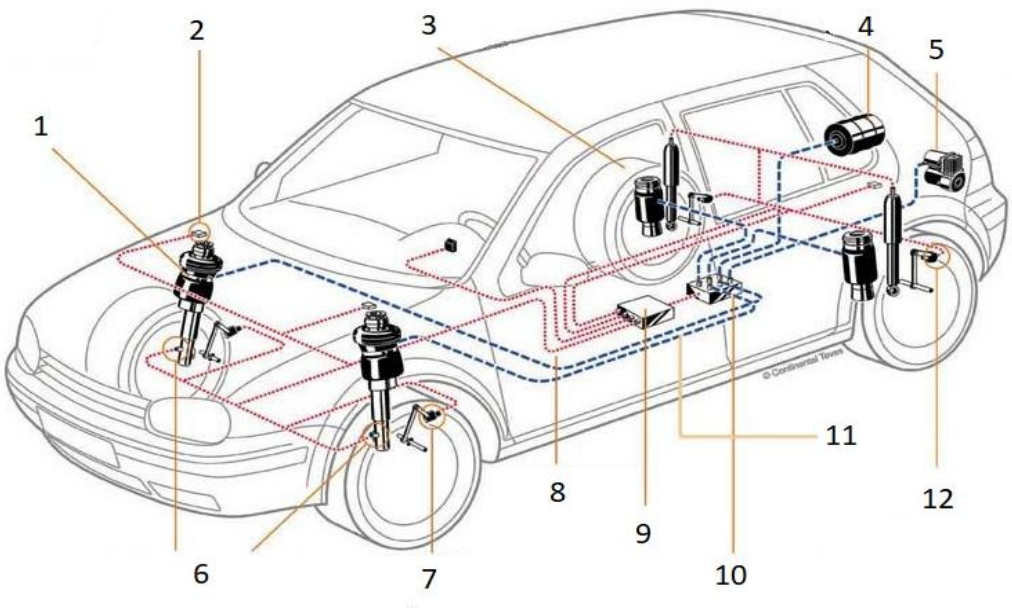
Рисунок 1 – Типы пневмоподвески

Двухконтурная система пневматической подвески может быть установлена как на одну ось, так и на две. В случае с установкой на одну ось, осуществляется независимое регулирование колес. Если двухконтурная система осуществляет управление двумя осями, то это аналогично двум одноконтурным системам.

Четырехконтурная система является наиболее сложной, но и наиболее функциональной. В такой системе осуществляется регулировка каждого колеса. В четырехконтурных системах, как правило, применяется электронный блок управления, который в совокупности с датчиками осуществляет автоматическую регулировку давления в пневматических элементах.

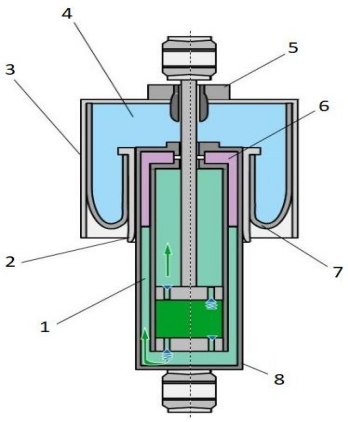
Основными элементами пневматической подвески является (рис. 2): пневматические упругие элементы, компрессор, ресивер, датчики положения кузова, система управления [2].

Функцией пневматического упругого элемента (рис. 3) является эффективность восприятия нагрузки от неровностей дороги и сохранять клиренс автомобиля на заданном уровне. Для этого ему необходимо поддерживать определённое давление воздуха и сохранять его. Конструктивно пневматический элемент может быть выполнен вместе с амортизатором или устанавливается отдельно.



1 – Передняя подвеска McPherson с пневматическими элементами и регулируемыми амортизаторами; 2 - датчик ускорения кузова; 3 – задняя подвеска с пневматическими элементами и регулируемыми амортизаторами; 4 - ресивер; 5 - компрессор; 6 - датчики ускорения передней оси; 7 - датчик положения кузова; 8 - электрические линии; 9 - блок управления; 10 - исполнительный блок; 11 - пневматический привод; 12 - датчик положения кузова.

Рисунок 2 - Основные элементы пневматической подвески

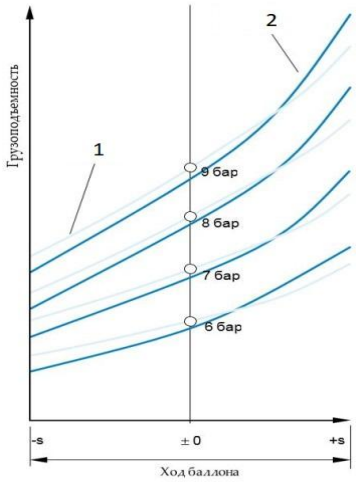


1 – масляный резервуар; 2 – шток; 3 – направляющая втулка; 4 – воздух; 5 – внешняя часть корпуса; 6 – газовая подушка; 7 – чехол баллона; 8 – двухтрубный демпфер вибраций.

Рисунок 3 – Пневматический упругий элемент

Грузоподъемность пневматического упругого элемента может быть отрегулирована в соответствии с текущей загрузкой транспортного средства изменением давления внутри пневматического упругого элемента. Изменение давления в зависимости от загрузки влечет за собой изменение характеристик подвески и ее жесткости. Коэффициент жесткости изменяется непропорционально изменению веса автомобиля.

Допуская, что ход подвески является постоянным при ударе, давление в системе с малым воздушным объемом возрастает более резко, чем в баллоне большего объема. Плоская характеристическая кривая (рис. 4) (мягкая подвеска) является отличительной характеристикой пневматического упругого элемента большой емкости [2].

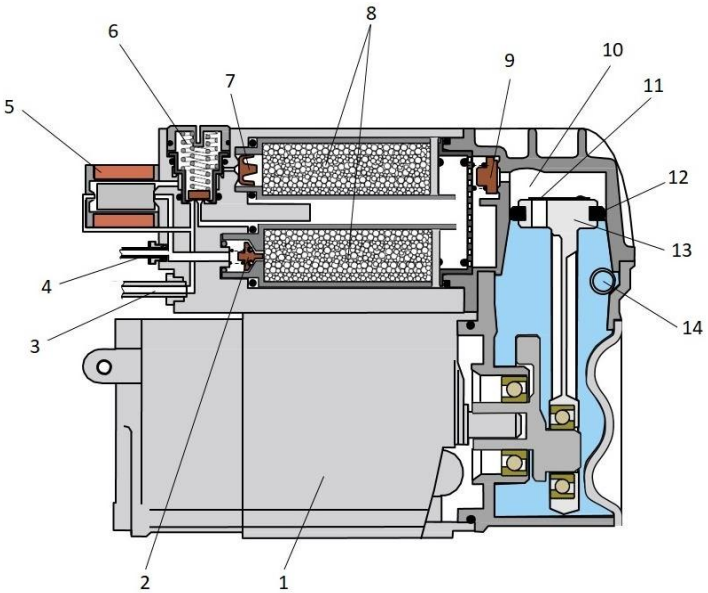


1 – пневматический баллон большого объёма; 2 – пневматический баллон малого объёма.

Рисунок 4 - Характеристическая кривая пневматический баллон большой емкости

Компрессор обеспечивает пневматические элементы подвески воздухом. Это не просто компрессор, а цепь элементов, контролирующих подачу воздуха и общее давление в системе; кроме того, в конструкцию компрессора обязательно входит осушитель для предотвращения накапливания влаги в системе (рис. 5).

Главный принцип работы осушителя — регенерация, то есть, воздух пропускается через гранулированный силикат, который поглощает влагу. Данное вещество способно поглощать влагу массой до 20% от собственного веса (рис. 6).



1 – электродвигатель; 2 – перепускной клапан; 3 – дренажное соединение; 4 – напорное соединение; 5 – дренажный клапан; 6 – пневматический дренажный клапан с клапаном ограничения давления; 7 – перепускной клапан; 8 – осушитель; 9 – перепускной клапан; 10 – цилиндр; 11 – диафрагменный клапан; 12 – поршневое кольцо; 13 – подъёмный шток; 14 – впускной фитинг

Рисунок 5 – Компрессор для подкачки воздуха в систему с осушителем

Ресивером называют резервуар, который служит для накопления сжатого воздуха и дальнейшего поддержания заданного давления в системе. Подача сжатого воздуха из ресивера позволяет быстро поднять транспортное средство.

Разница давления между ресивером и пневматическим баллоном должны быть не менее 3 атм до подъема транспортного средства. Ресивер сделан из алюминия, а его емкость составляет 5 литров. Максимальное давление в ресивере может достигать 16 атм.

Электронная система управления следит за давлением в пневматических элементах и распределяет его по каждому из них. Для этого в систему

пневматической подвески интегрированы ограничительные и перепускные клапаны. Датчики контролируют работу пневмосистемы, положение кузова, скорость движения автомобиля, качество дорожного покрытия, угол поворота рулевого колеса и положение педали акселератора. На основе информации из датчиков системы управления положения кузова система регулирует степень демпфирования амортизаторов (в случае адаптивной подвески).

Датчики ускорения колес монтируются прямо на пневматические стойки передних и задних колес. Блок управления подвеской (рис. 6) использует данные этих датчиков вместе с показаниями датчиков ускорения кузова для определения направления движения стоек относительно кузова транспортного средства.

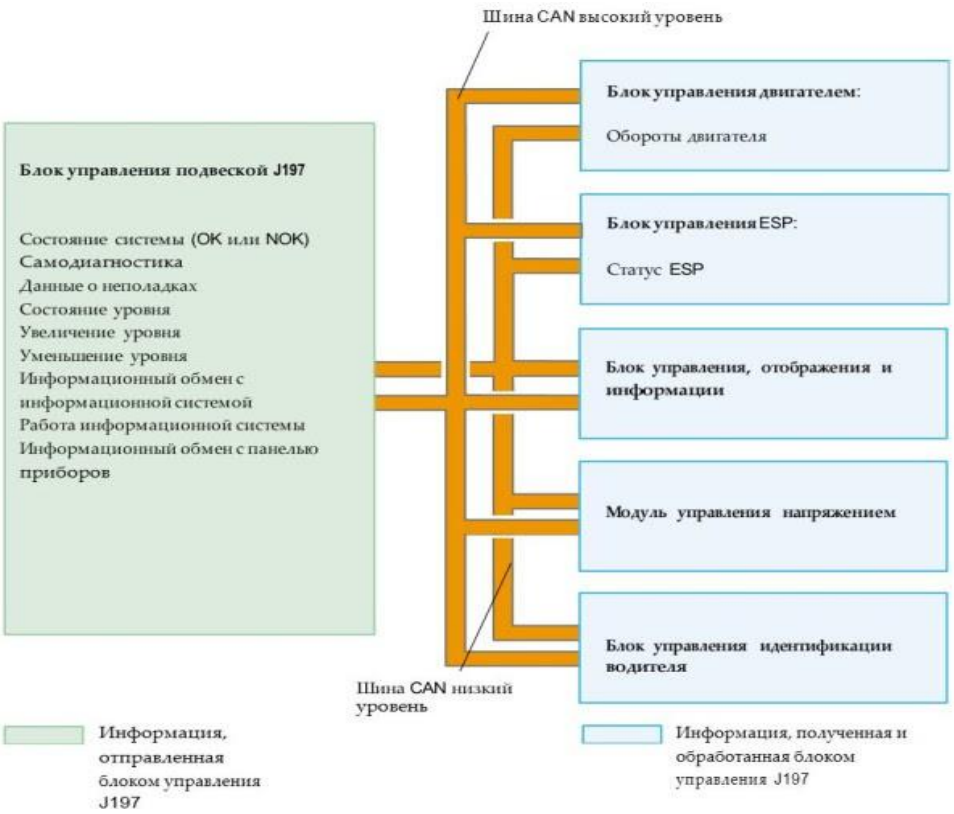
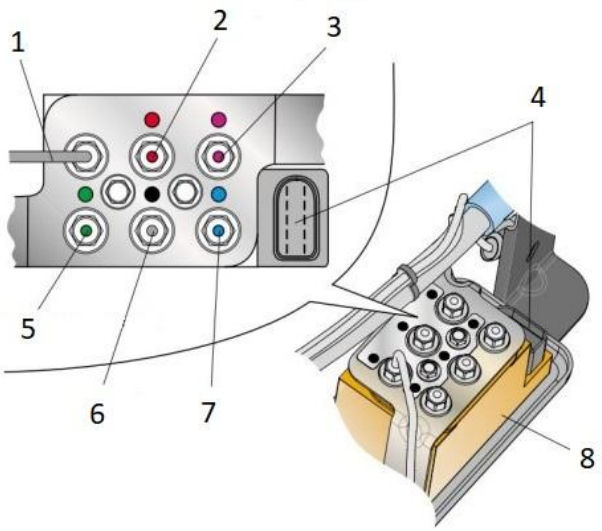


Рисунок 6 – Схему управления подвески с пневматическими элементами

В системе пневматической подвески используется шесть электромагнитных клапанов (рис. 7). Пневматический дренажный клапан выполняет две функции: ограничивает давление и поддерживает остаточное давление. Клапан ресивера и

четыре клапана пневматического элемента размещены в блоке электромагнитных клапанов.



1 – подключение компрессора; 2 – передний левый пневматический элемент; 3 – клапан ресивера; 4 – электрическое подключение блока клапанов; 5 – передний правый пневматический элемент; 6 – задний левый пневматический элемент; 7 – задний правый пневматический элемент; 8 – блок клапанов

Рисунок 7 – Блок электромагнитных клапанов

Датчик давления встроен в модуль клапанов и отслеживает давление в ресивере и пневматических баллонах. Информация о давлении в ресивере используется для дополнительной проверки правильной работы системы и для проведения операций самодиагностики. Давление в каждом из баллонов и ресивере определяется путем активации соответствующего электромагнитного клапана. Датчики ускорения кузова измеряют вертикальное ускорение кузова транспортного средства.

Система управления подвеской и система управления демпфированием переходят в аварийный режим (рис. 8) в случае неисправности датчиков, приводов либо внутренних ошибок в блоке управления. В данном режиме система управляет лишь частью параметров.

Основная функция пневматической подвески — поддерживать заданный уровень высоты положения кузова над дорогой и эффективно поглощать все неровности. Системой можно управлять как в ручном, так в автоматическом режиме.

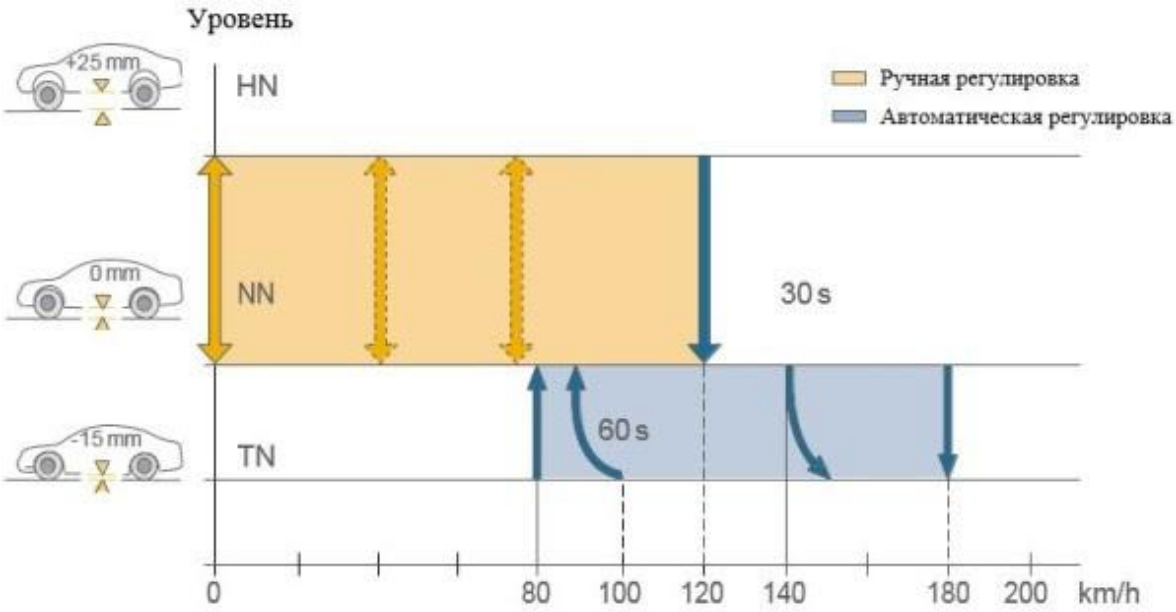


Рисунок 8 – Ручной и автоматический режим

Система управления демпфированием [2] фиксирует состояние дорожного полотна и движение автомобиля благодаря 4-м датчикам ускорения колес и 3-м датчикам ускорения кузова. Характеристики демпферов регулируются в соответствии с режимом движения автомобиля или программой настройки подвески.

Как итог, можно сказать, что пневматическая подвеска внесла новые впечатления для водителей и полюбилась многим за повышенную устойчивость транспортного средства на дороге, улучшенную управляемость на любом покрытии, за гибкие возможности настройки в соответствии с текущими дорожными условиями и индивидуальными предпочтениями водителя.

Список литературы

1. https://pnevmo-podveska.com/ustroystvo/vzglyad_na_vozdux_s_novogo_rakursa_razbiraemsya_v_pnevmaticheskoj.html
2. https://pnevmo-podveska.com/obzory/phaeton_pnevmaticheskaya_s_regulirovkoj_zhestkosti.html
3. https://autotopik.ru/obuchenie/1204-pnevmopodveska.html

Научный консультант: Шаповаленко В.А. ассистент кафедры автомобилей им. А.Б. Гредескула