**Специальность: 3.02.01** «Организация перевозок и управление движением на транспорте»

**Курс:** 2. **Группа:** ОП-189-1,2.

**Дисциплина:** Технические средства (автомобильные)

**Преподаватель:** Тахтамиров Олег Борисович

**Тема:** 1.3.1. Подвеска автомобиля

**Содержание учебного материала:**

**Подвеска автомобиля** - система механизмов и деталей соединения опорных элементов (колёс, катков, лыж) с корпусом машины, предназначенная для снижения динамических нагрузок и обеспечения равномерного распределения их на опорные элементы при движении, служащая также для повышения тяговых качеств машины.

**Подвеска** – это механизм, который связывает колеса с автомобилем и позволяет им перемещаться в заданных направлениях, поворачивать, повторять профиль дороги.

От ***подвески***  зависит множество аспектов поведения машины:

*устойчивость*, *управляемость*, *комфорт* и даже *тормозной путь*.

 **Автомобильная подвеска** по конструкции бывает *зависимой* и *независимой*.
- в *зависимой подвеске* -  жёсткая балка (передняя ось, картер заднего моста) связывает упругие элементы с колёсами. В зависимой два колеса находятся на одной оси, жестко их соединяющей. Важное преимущество этой подвески заключается также в способности поддерживать постоянный дорожный просвет.

Машина с ***зависимой подвеской*** не теряет способности двигаться даже при серьезных повреждениях. Как показывает практика, с погнутым мостом реально ехать, во всяком случае, добраться до цивилизации своим ходом вполне реально. В ситуации сильного повреждения моста его можно отключить вовсе (даже если у автомобиля постоянный полный привод, снять кардан). Если отсоединить полуоси от ступиц, то мост не будет мешать вращаться колесам.

Таким образом получится автомобиль с приводом на одну ось, который вполне может передвигаться.
  - в *независимой подвеске* имеется специальный направляющий аппарат (качающиеся рычаги, стойки) для каждого упругого элемента, связывающего подвешенную часть автомобиля с колесом. Поэтому правое и левое колёса одной оси имеют самостоятельные вертикальные перемещения. Независимая подвеска не имеет оси, жестко соединяющей колеса (как зависимая подвеска), следовательно, колеса в независимой подвеске имеют свободу действий относительно друг друга. То есть если одно из колес наедет на небольшое препятствие, это никак не отразится на другом. У подобной подвески более сложная кинематика, что значительно улучшает управляемость и влияет на комфорт. Также снижаются неподрессоренные массы, так как нет тяжелого моста, который обычно играет роль оси, соединяющей колеса.

Дорожный просвет под цельным мостом, всегда остается постоянным, тогда как независимая подвеска, отрабатывая неровности, или сжимаясь при торможении, не может этого обеспечить.

В жизни все намного сложнее, нежели на рисунке, ведь кузов тоже кренится в повороте, а это значит, что колесо не должно перемещаться строго параллельно ему. По этой причине верхний рычаг делают короче, вследствие чего пятно контакта останется максимальным. Следует учитывать, что кузов может крениться сильнее или слабее, поэтому нужно очень точно выбирать длину рычагов, жесткость крепления подвески к кузову, характеристики амортизаторов, тип резины и многое другое. Но добиться абсолютно стабильного пятна контакта все равно не получится, ведь при прохождении поворотов с различной скоростью и загрузкой кузов будет крениться по-разному, поэтому в конструкции подвески всегда есть компромисс.

«Однозначно» можно настроить лишь подвеску конкретного гоночного автомобиля, который будет ездить только по определенной трассе.

 **Механическая подвеска** - подвеска, не использующая пневматических устройств, только механические - *рессорная, пружинная*  или *торсионная подвеска*.

**1) Рессорная подвеска** - механическая подвеска, упругим элементом которой является листовая рессора. **Рессоры** обычно применяются в зависимой подвеске грузовых автомобилей, а также в задней подвеске некоторых легковых. ***Листовые рессоры*** применяются по сей день, в основном на тяжелой технике и типичных "рабочих лошадках". Когда-то это был самый распространенный тип *упругих элементов*. *Преимущества* ***рессор*** заключаются в том, что они могут выступать в качестве конструктивных элементов, крепящих ось к раме, и за счет трения между листами обладают небольшими амортизирующими свойствами. В основном используются там, где требуется высокая грузоподъемность, и почти всегда в задней подвеске современных пикапов.

**2) Пружинная подвеска** - механическая подвеска, упругим элементом которой является пружина подвески. На сегодняшний день ***витые пружины*** почти полностью вытеснили *рессоры*, ведь ***пружинная подвеска*** лучше «отслеживает» профиль дороги, а значит положительно влияет на комфорт и управляемость и обеспечивает лучшую артикуляцию подвески, что, в свою очередь, позитивно сказывается на проходимости. *Пружины* легче и меньше, с их помощью можно по-разному компоновать подвеску, они проще и дешевле в производстве. А столь распространенная сегодня подвеска, как ***McPherson***, вообще была бы немыслима без пружин.

**3) Торсионная подвеска** - механическая подвеска, упругим элементом которой является торсион. **Торсион** – это стальной стержень определенной длины, который работает на скручивание. Если взять в руки металлический прут и попробовать его скрутить, то он будет упруго сопротивляться. Так, например, автомобили ***Toyota Land Cruiser 100VX***, ***Mitsubishi Pajero II*** и ***Pajero Sport*** оснащены передней независимой подвеской, где в качестве упругих элементов применяются ***торсионы***. Они крепятся к рычагу подвески и располагаются вдоль рамы, не занимая места под капотом. Если ***торсион*** по причине износа начнет проседать, то его реально подтянуть, другие упругие элементы (***рессоры, пружины***) можно лишь заменить. Один из концов *торсиона* (этого стального стержня)жестко закреплен на раме или несущем кузове автомобиля, а на другом конце установлен ***рычаг***. Усилие на свободном конце рычага создает момент, закручивающий *торсион*. Продольная и боковая силы на торсион практически не действуют, поскольку воспринимаются его опорами. Если сравнивать ***торсион*** с ***витой пружиной подвески***, широко применяемой в подвесках современных авто, то можно заметить, что характер деформации материала в этих упругих элементах совершенно идентичен. Для подтверждения этого обстоятельства рассмотрим половину обособленного витка пружины. При возрастании общей силы сжатия пружины к концам такого полувитка приложена пара сил, создающая в сечении закручивающий момент. Характер деформаций стержня торсиона подобен деформации материала пружины. Вертикальная сила, действующая на рычаг подвески, создает момент, закручивающий торсион. Следовательно, *стержень торсиона можно рассматривать как витки пружины, растянутые в одну линию*. Получается, что при одинаковой длине и поперечном сечении прутка, из которого изготовлена пружина, и стержня торсиона характеристики их упругих свойств будут одинаковы.

В то же время *конструктивные возможности торсионов более широки, чем у витой пружины*. Ничто не мешает сделать стержень торсиона составным. Обычно это набор плоских пластин, как и в листовых рессорах. Распространены также торсионы из многогранных стержней, собранных в пучок. Известны и конструкции из пучка круглых стержней, соединенных по концам. Витую же пружину почти всегда изготавливают из сплошного круглого стержня, поэтому, *при равных с торсионом диаметре и длине жесткость пружины оказывается больше, а долговечность ниже.*

Упругие элементы в виде **пружин** и **торсионов** используются в независимой передней подвеске легковых автомобилей.

**Подвеска** может быть *рессорной, пружинной, торсионной* и пневматической.

**Пневматическая подвеска** - подвеска, в упругих элементах которой используется сжатый газ, обычно воздух. ***Пневмоэлементы*** обеспечивают отличную плавность хода и возможность изменять положение кузова над дорогой. Обычно применяются системы, автоматически поддерживающие заданное положение кузова над дорогой вне зависимости от загрузки. *Пневмосистемы конструктивно сложны* и включают в себя сами ***пневмобаллоны***, ***компрессор***, ***ресивер***, ***блок управления***. Естественно, надежность таких подвесок ниже по сравнению с обычными.

**Рычаг подвески** - элемент ***подвески*** автомобиля - часть направляющего устройства ***подвески колеса*** в виде рычага, один конец которого прикреплен к ***кузову (раме)***, а второй - к ***колесу***. Обеспечивает вертикальное (вверх-вниз) перемещение ***колеса***, относительно ***кузова***, ограничиваемое ***пружиной подвески***, и передает усилия от колеса на кузов (или раму). **Рычаги подвески** могут быть: *диагональными*, *поперечными* и *продольными*; *стержневыми* и *треугольными (А-образными)*. Очень важным составляющим элементом подвески **автомобиля** являются ***амортизаторы***.

По-английски – ***shock absorbers***, что в буквальном переводе означает ***«поглотители колебаний»***. Если бы в подвеске были только *пружины*, то автомобиль после каждой кочки прыгал бы как резиновый мячик.

Современный **амортизатор** представляет собой телескопический элемент, который можно сжимать и разжимать, при этом он сопротивляется с усилиями, заданными его техническими характеристиками. У амортизатора могут быть разные усилия сопротивления при сжатии и отбое. Настраиваются эти усилия, как правило, раз и навсегда на заводе, путем подбора клапанов и отверстий, через которые протекает специальное масло. Существуют специальные амортизаторы с регулировкой жесткости. Иногда с раздельной, для хода сжатия и хода отбоя. От настроек и состояния этих узлов очень сильно зависит управляемость транспортного средства. Один и тот же автомобиль, с различными амортизаторами в подвеске, может вести себя абсолютно по-разному. Износ амортизаторов тоже может сильно сказаться на поведении транспортного средства.

Элементы подвески автомобиля:

**Подвеска** автомобиля, или **система подрессоривания** — совокупность деталей, узлов и механизмов, играющих роль соединительного звена между кузовом автомобиля и дорогой. Входит в состав шасси.

Подвеска выполняет *следующие функции*:

* Физически соединяет колёса или неразрезные мосты с несущей системой автомобиля — кузовом или рамой;
* Передаёт на несущую систему силы и моменты, возникающие при взаимодействии колёс с дорогой;
* Обеспечивает требуемый характер перемещения колёс относительно кузова или рамы, а также необходимую плавность хода.

*Основными элементами* подвески являются:

* **Упругие элементы**, которые воспринимают и передают нормальные (направленные по вертикали) силы реакции дороги, возникающие при наезде колеса на её неровности;
* **Направляющие элементы**, которые задают характер перемещения колёс и их связи между собой и с несущей системой, а также передают продольные и боковые силы и их моменты.
* Амортизаторы, которые служат для гашения колебаний несущей системы, возникающих вследствие действия дороги.

В реальных подвесках зачастую один элемент выполняет сразу несколько функций. Например, многолистовая рессора в классической рессорной подвеске заднего моста воспринимает одновременно как нормальную реакцию дороги *(то есть, является упругим элементом)*, так и боковые и продольные силы *(то есть, является и направляющим элементом)*, а также за счёт межлистового трения выступает в качестве несовершенного фрикционного амортизатора.

Однако в подвесках современных автомобилей, как правило, каждую из этих функций выполняют отдельные конструктивные элементы, достаточно жёстко задающие характер перемещения колёс относительно несущей системы и дороги, что обеспечивает заданные параметры устойчивости и управляемости.

Современные автомобильные подвески становятся сложными конструкциями, сочетающими механические, гидравлические, пневматические и электрические элементы, зачастую имеют электронные системы управления, что позволяет достичь сочетания высоких параметров комфортабельности, управляемости и безопасности.

Подвеской автомобиля называется совокупность устройств, обеспечивающих упругую связь между несущей системой и мостами или колёсами автомобиля, уменьшение динамических нагрузок на несущую систему и колёса, и затухание их колебаний, а также регулирование положения кузова автомобиля во время движения. Подвеска, являясь промежуточным звеном между кузовом автомобиля и дорогой, должна быть лёгкой и наряду с высокой комфортабельностью обеспечивать максимальную безопасность движения.

Для этого необходимы точная кинематика колёс, высокая информативность управления (не только рулевого), а также изоляция кузова от дорожных шумов и жесткого качения радиальных шин (особенно с низким профилем). Кроме того, надо учитывать, что подвеска передаёт на кузов силы, возникающие в контакте колеса с дорогой, поэтому она должна быть прочной и долговечной.

Применяемые шарниры должны легко поворачиваться, быть мало податливыми и вместе с тем обеспечивать шумоизоляцию кузова. Рычаги должны передавать силы практически во всех направлениях, а также тяговые и тормозные моменты, и быть при этом не слишком тяжелыми. Упругие элементы при эффективном использовании материалов должны быть простыми и компактными, и допускать достаточный ход подвески.

Упругая характеристика подвески должна обеспечивать высокую плавность хода и отсутствие ударов в ограничители хода, противодействовать кренам при повороте, «клевкам» при торможении и разгоне автомобиля;

Кинематическая схема должна создать условия для возможного малого изменения колеи и углов установки колёс, соответствие кинематики колес кинематике рулевого привода, исключающее колебания управляемых колес, вокруг оси поворота;

 -оптимальная величина затухания колебаний кузова и колес;

 -надежная передача от колес кузову или раме продольных и поперечных усилий и моментов;

 -малая масса элементов подвески и особенно неподрессоренных частей;

-достаточная прочность и долговечность деталей подвески и особенно упругих элементов, относящихся к числу наиболее нагруженных частей подвески.

Теперь коротко рассмотрим конструкции подвесок. Вообще подвесок существует огромное множество, они классифицируются по типу направляющего аппарата (зависимые и независимые) и по типу упругих элементов (пружинные, торсионные, рессорные, пневматические и т.д.) Каждая подвеска имеет свои недостатки и преимущества.

Зависимая проще, дешевле, имеет постоянную колею, но в тоже время балка не является подрессоренной, поэтому назвать лёгкой эту подвеску нельзя. Кроме этого, при противоположных ходах левого и правого колёс одной оси, наблюдается значительный их наклон, следствием чего являются автоколебания колёс (т.н. эффект шимми). Независимые имеют гораздо больше преимуществ, поэтому и распространены сейчас больше. Они различаются по расположению плоскости качания колёс: продольная, поперечная, диагональная на косых рычагах. И по количеству рычагов: однорычажные, двухрычажные, многорычажные, свечные. В отдельный класс ещё необходимо выделить т.н. полузависимую подвеску. Более правильное её название: подвеска с закручивающейся балкой. Как правило, это задняя подвеска недорогих переднеприводных автомобилей.

Чуть подробнее остановимся на двух типах передних подвесок автомобилей.

***Подвеска типа «МакФерсон»*** (пример ВАЗ – 2108-12). Впервые подвеска «МакФерсон» была применена в 1965 году на автомобиле «Пежо-204», через год – на Форде, а в 1969 году на «Фиат-128». Настоящее широкое использование началось в начале 70-х годов. Почти все новые переднеприводные автомобили оснащены такой подвеской. Ввиду некоторых своих преимуществ «МакФерсон» завоевал себе место и в автомобилях с иным приводом. Малые затраты на изготовление, небольшое по объёму занимаемое пространство (соответственно большое подкапотное пространство и, как следствие, возможность разместить большой двигатель), значительное расстояние по высоте между опорными узлами, определяющее возникновение меньших по величине сил в местах присоединения к кузову, возможность осуществления больших ходов, являются, пожалуй, основными преимуществами и причиной того, что большинство появляющихся в последние годы крупносерийных автомобилей имеют на переднем мосту подвеску такого типа. К её недостаткам можно отнести: несколько худшие кинематические параметры чем у подвески на двойных поперечных рычагах, большие трудности, связанные с обеспечением изоляции от дорожных шумов и вибраций, неблагоприятно длинные рулевые тяги при верхнем расположении реечного рулевого механизма, меньшая компенсация продольного крена при торможении, высокие изнашивающие нагрузки между штоком и направляющей.

***Подвеска на двойных поперечных рычагах.*** В этой конструкции есть два поперечных рычага, имеющих поворотные опоры на раме, поперечине или кузове. Наружные концы рычагов – в случае передней подвески (пример ВАЗ-2101-07) – соединяются посредством шаровых шарниров с поворотной цапфой или кулаком. Чем больше может быть расстояние между поперечными рычагами, тем меньше силы, действующие в рычагах и их опорах, т. е. тем меньше податливость всех деталей и точнее кинематика подвески.

Надо отметить, также, эластичное восприятие жесткого качения радиальных шин верхними рычагами (что возможно только при этой конструкции независимой подвески). Хотя продольные силы, вызываемые сопротивлением качению, на верхнем рычаге лишь незначительно меньше, однако нижний рычаг и его опоры выполняются с расчётом на явно большие нагрузки. Последние возникают под действием боковых сил или при торможении. Главное преимущество подвески на двойных поперечных рычагах – её кинематические свойства: взаимным положением рычагов можно определить высоту, как центра поперечного крена, так и центра продольного крена. Кроме того, за счёт разной длины верхнего и нижнего рычагов можно влиять на угловые перемещения колёс при ходах отбоя и сжатия, т. е. на изменение развала и, независимо от этого, на изменение колеи. При более коротких верхних рычагах колёса при ходе сжатия наклоняются в сторону отрицательного развала, а при ходе отбоя – в сторону положительного. За счёт этого можно противодействовать изменению развала, обусловленному боковым креном кузова. Также, изменив угол плоскости качания верхнего рычага относительно нижнего, можно добиться антиклевковкового эффекта.

Обычно при оценке подвески автомобиля обращают внимание на такие её потребительские свойства как комфортность, управляемость и устойчивость (для кого-то важнее первое, для кого-то второе). Большинству людей абсолютно всё равно, какого типа подвеска стоит на их автомобилях, сколько там рычагов, и тем более всё равно по какой оси проходит центр крена кузова. И это практически правильно. Это удел заводов изготовителей: выбор типа подвески, подбор ее геометрических параметров и технических характеристик отдельных её элементов. При разработке, автомобиль проходит огромное количество расчётов, испытаний и тестов. Поэтому, в принципе, подвеска стандартной машины имеет приемлемые потребительские характеристики и удовлетворяет требованиям большинства водителей. Но всегда находятся те, для кого «…жестковато» или «…крены как у корабля…».

Не секрет, что комфорт и управляемость являются свойствами трудно совместимыми, и при этом прямо зависят от жесткости подвески. Сочетать несочетаемое удаётся только в достаточно сложных или автоматически регулируемых подвесках дорогих автомобилей. Хотя с этим, наверное, можно спорить. Многие водители, предпочитающие активный стиль вождения понимают, что подвеска стандартного семейного автомобиля, призванного иногда и картошку с огорода привезти, не может реализовать всех их амбиций. И тут начинается «борьба» за управляемость. В меру своих средств и сил каждый идёт своим путём. В первую очередь большинство начинает с амортизаторов, полагая стандартные изделия виновниками всех своих бед. Кто-то устанавливает дополнительные или более жёсткие стабилизаторы поперечной устойчивости, растяжки передних стоек. Некоторые меняют резиновые сочленения в подвеске на более жёсткие или вообще на так называемые сферические шарниры. Естественно не забывая о пружинах, что-то подбирают, режут и т.д. Всё это приносит свои плоды. В каждом конкретном случае свои. Конечно это всё работает, с этим трудно спорить. Но вот сочетание тех или иных элементов приводит иногда к «фатальным» результатам. При всём этом не многие до конца понимают «что и как работает». Например, не все знают, что можно понизить автомобиль, и практически не потерять энергоёмкость подвески, при приемлемой её жёсткости. Здесь нам могут помочь пружины с прогрессивной характеристикой. При этом важно помнить, что наиважнейшим параметром при выборе пружин является сочетание угловых жёсткостей передней и задней подвесок. Большинство стандартных машин, с целью безопасности, настроены на недостаточную управляемость. Идеальной считается нейтральная, но её недостаток заключается в том, что машина, идущая на пределе сцепных свойств покрышек может преподнести неопытному водителю неприятный сюрприз в виде неожиданного срыва передних или задних колёс. Другими словами, отсутствует однозначность в управляемости.

**Различные типы подвесок.**

На ходовую часть автомобиля возложена тройная задача: везти мягко, везти точно, везти безопасно. Иными словами, подвеска должна одновременно обеспечивать приемлемый комфорт, хорошую управляемость и активную безопасность. Задача не из простых, или, по крайней мере, простыми средствами ее не решишь. Та схема, что применялась на массовых моделях еще пятнадцать лет назад (спереди – McPherson, сзади зависимая или полузависимая подвеска), сегодня отходит в прошлое – теперь даже автомобили гольф – класса имеют заднюю многорычажную подвеску, которая к тому же обладает подруливающим эффектом! Массовые модели научились ездить не только по прямой, но и лихо заходить в повороты, ведь конструкции и настройкам ходовой части сегодня уделяется повышенное внимание. Чтобы достичь желаемого результата, конструкторы прибегают к сложным схемам подвесок: на одно колесо теперь приходится не один, а два, четыре или даже пять рычагов. Но несмотря на то, что хитроумные конструкции все чаще используются даже в доступных моделях гольф-класса, век простых стоек McPherson и зависимых балок еще не окончен. Причина очевидна: применяется та схема, которая наиболее оправдана и обоснована, та, которая лучше всего подходит для данной конструкции.

Почему в свое время появилась подвеска McPherson? Она имеет целый ряд преимуществ над другими схемами, важнейшие из которых – компактность, легкость и простота конструкции, а стало быть, низкая стоимость самой подвески в изготовлении (что немаловажно для производителя) и ремонте (что уже небезразлично владельцу автомобиля). Судите сами: на каждое колесо приходится всего по одному рычагу. А это – минимум сайлент-блоков и шаровых опор, то есть, минимум веса и максимум надежности. Нет необходимости в погоне за снижением неподрессоренных масс использовать алюминий и прибегать к другим ухищрениям. Через сайлент-блоки поперечный рычаг крепится к подрамнику (поперечной балке), через шаровую опору он соединен с поворотным кулаком колеса. Роль верхнего рычага выполняет сам кузов автомобиля, к которому крепится амортизационная стойка (амортизатор плюс пружина). Для переднеприводных автомобилей особо малого и малого классов такая конструкция еще долго будет оставаться актуальной, хотя бы даже из-за ее компактности, но при конструировании моделей более высоких классов от схемы McPherson постепенно отказываются. Основная причина – в неидеальной кинематике, которую задает колесу подвеска. Кроме того, это ограниченный комфорт при движении. Ведь все удары, приходящиеся на колесо, в той или иной степени передаются через верхнюю опору амортизатора и на кузов, снижая ездовой комфорт. Но хуже, то обстоятельство, что при сильных ударах и сам амортизатор, и кузов оказываются уязвимыми, что потенциально грозит их преждевременным износом или даже разрушением.

**Подвеска автомобиля** предназначена для обеспечения упругой связи между [колесами](http://systemsauto.ru/pendant/car_wheel.html) и [кузовом автомобиля](http://systemsauto.ru/carring/car_body.html) за счет восприятия действующих сил и гашения колебаний. Подвеска входит в состав**ходовой части автомобиля**.

Подвеска автомобиля имеет следующее **общее устройство**:

* направляющий элемент;
* упругий элемент;
* гасящее устройство;
* стабилизатор поперечной устойчивости;
* опора колеса;
* элементы крепления.

**Направляющие элементы** обеспечивают соединения и передачу сил на кузов автомобиля. Направляющие элементы определяют характер перемещения колес относительно кузова автомобиля. В качестве направляющих элементов 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 иметь постоянную и переменную жесткость. Цилиндрическая пружина, как правило, постоянной жесткости. Изменение формы пружины (применение металлического прутка переменного сечения) позволяет достичь переменной жесткости.

**Листовая рессора** применяется на грузовых автомобилях.

**Торсион** представляет собой металлический упругий элемент, работающий на скручивание.

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.[](http://systemsauto.ru/pendant/shema_singletube_amortizator.html)

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

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

[](http://systemsauto.ru/pendant/shema_amortizator.html)

[Схема двухтрубного газонаполненного амортизатора](http://systemsauto.ru/pendant/shema_amortizator.html)

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.

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](http://systemsauto.ru/pendant/anti-roll-bar.html) противодействует увеличению крена при повороте за счет перераспределения веса по колесам автомобиля. Стабилизатор представляет собой упругую штангу, соединенную через стойки с элементами подвески. Стабилизатор может устанавливаться на переднюю и заднюю ось.

**Опора колеса** (для передней оси - **поворотный кулак**) воспринимает усилия от колеса и распределяет их на другие элементы подвески (рычаги, амортизатор).

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

* жесткое болтовое соединение;
* соединение с помощью эластичных элементов (резинометаллические 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**. Эластичные элементы 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. Шаровая опора устанавливается на нижнем рычаге передней подвески, а также на конце тяги рулевого механизма. Для удобства эксплуатации шаровые опоры делают съемными.

В зависимости от конструкции направляющих элементов различают **два типа подвески** - независимая и зависимая.

**Зависимая подвеска** объединяет колеса жесткой балкой, и образует так называемый мост автомобиля. Перемещение одного из колес в поперечной плоскости передается другому колесу. Зависимая подвеска вследствие своей простоты имеет высокую надежность.

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.

### Виды подвесок

Различают следующие **виды независимых подвесок**:

* [подвеска на двойных поперечных рычагах](http://systemsauto.ru/pendant/double_wishbone_suspension.html);
* подвеска МакФерсон;
* многорычажная подвеска;
* подвеска на продольных рычагах;
* [торсионная подвеска](http://systemsauto.ru/pendant/torsion_bar_suspension.html).

В качестве задней подвески автомобиля используется**подвеска на продольных рычагах**. Остальные виды подвесок могут использоваться как на передней, так и на задней оси автомобиля. Наибольшее распространение на легковых автомобилях получили следующие виды подвесок:

* на передней оси – [подвеска МакФерсон](http://systemsauto.ru/pendant/mcpherson.html);
* на задней оси – [многорычажная подвеска](http://systemsauto.ru/pendant/multilink.html).

На некоторых внедорожных автомобилях и автомобилях премиум-класса устанавливается [пневматическая подвеска](http://systemsauto.ru/pendant/air_suspension.html), в которой используются пневматические упругие элементы. Особое место в конструкции подвесок занимает [гидропневматическая подвеска](http://systemsauto.ru/pendant/hydroactive.html), разработанная фирмой Citroen. Конструкция пневматической и гидропневматической подвески построена на известных типах подвесок.

В настоящее время многие автопроизводители оборудуют свои автомобили [активной подвеской](http://systemsauto.ru/pendant/active_suspension.html). Разновидностью активной подвески является т.н. [адаптивная подвеска](http://systemsauto.ru/pendant/adaptive_chassis.html), в которой предусмотрено автоматическое регулирование демпфирующей способности амортизаторов.

*Список литературы:*

1. Пехальский А.П., Пехальский И.А. Устройство автомобилей. Учебник для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования – М. Издательский центр «Академия», 2015. – 521 с.
2. Пузанков А.Г. Автомобили. Конструкция, теория и расчет. Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования. 2-е издание, переработанное – М. Издательский центр «Академия», 2013. – 544 с.
3. Стуканов В.А. Устройство автомобилей. Сборник тестовых заданий. Учебное пособие для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования – М. ИД «Форум» - ИНФРА-М. 2013. 191 с.

**Электронные учебники:**

1. Стуканов В. А. Устройство автомобилей: Учебное пособие (Профессиональное образование). 2018
2. Передерий В. П. Устройство автомобиля: Учебное пособие (Профессиональное образование). 2017

*Контрольные вопросы*

1. Объясните понятие и назначение подвески автомобиля;
2. Основные отличия, устройство и работа зависимой и независимой подвесок;
3. Виды и понятие механической и пневматической подвески;
4. Устройство и работа амортизаторов;
5. Дайте понятие различных типов подвесок и их элементов;

***Примечание:***

Ответы сдать до 10 апреля на электронную почту Otakhtamirov@yandex.ru в виде фотографии ответов на поставленные вопросы по форме:

Номер вопроса – ответ в письменном виде, кратко, по существу (4-7 строк).