

По заказу EUROAUTO
Курс лекций по устройству
современных транспортных
средств

Понедельник 4-я неделя обучения

Тема 27. Подвеска колес и осей. – 1,0 час.

27.1. Плавность хода и технические решения, позволяющие улучшить плавность хода;

27.2. Влияние соотношения подрессоренных и неподрессоренных масс;

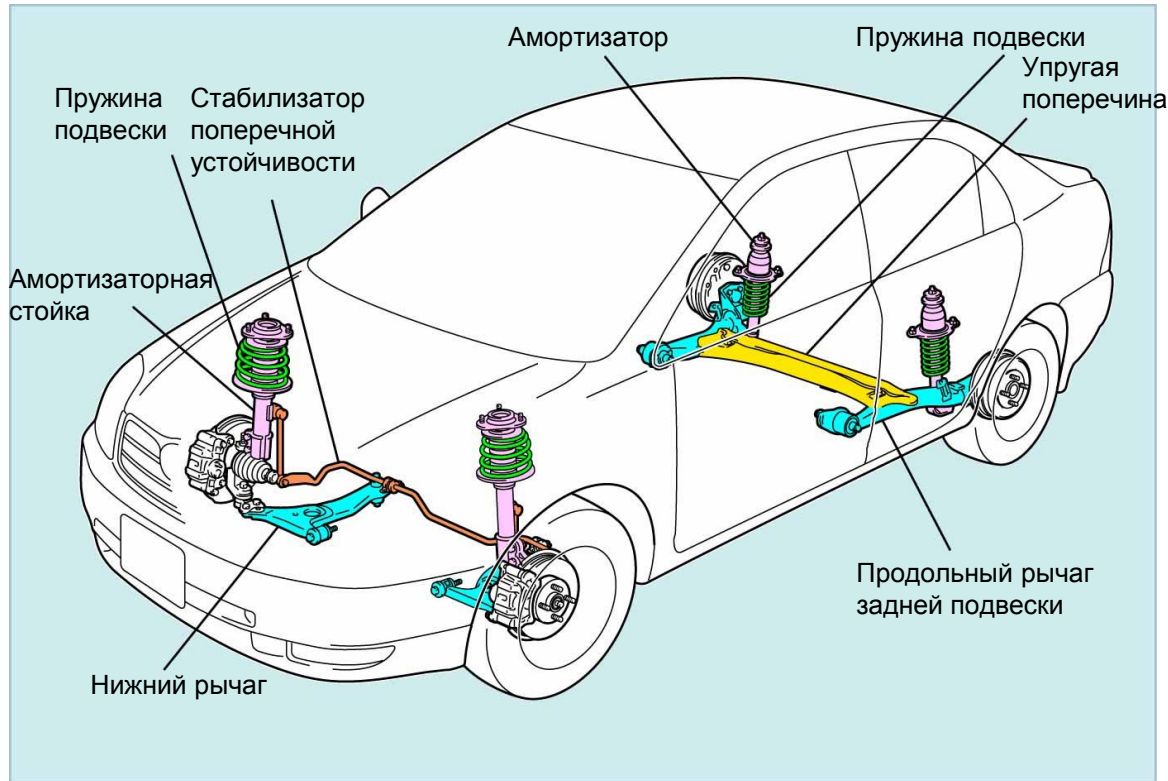
27.3. Типы и характеристики подвесок;

27.4. Направляющие элементы подвесок

27.5. Упругие элементы подвесок;

27.6. Демпфирование колебаний;

27.7. Меры безопасности при ремонте подвески.



Описание

Подвеска связывает кузов автомобиля с колёсами. Функции подвески:

- Подвеска повышает плавность хода автомобиля благодаря смягчению толчков и ударов от неровностей дороги. Это обеспечивает сохранность перевозимых грузов, а также повышает устойчивость движения.
- Подвеска обеспечивает передачу тяговых и тормозных усилий колёс на кузов автомобиля.
- Подвеска обеспечивает передачу веса автомобиля на ступичные подшипники и задаёт кинематику перемещения колёс.

В состав подвески входят следующие элементы и узлы:

(1) Упругие элементы

Упругие элементы служат для снижения толчков и ударов, передаваемых на кузов со стороны дорожного покрытия.

(2) Амортизаторы (гасящие элементы)

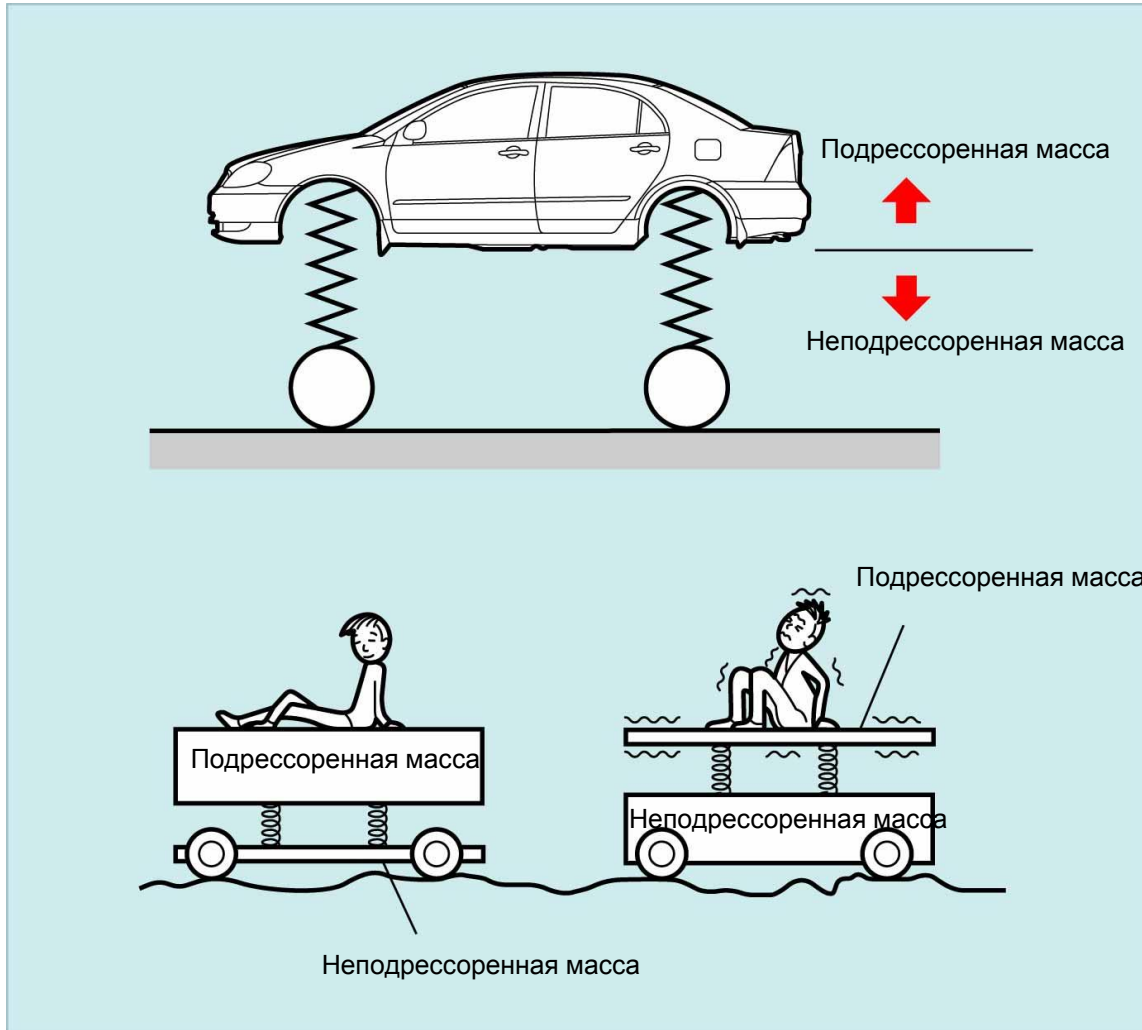
Служат для гашения колебаний кузова и повышают уровень комфорта во время движения.

(3) Стабилизаторы поперечной устойчивости

Служат для уменьшения поперечных кренов автомобиля.

(4) Направляющее устройство

Направляющее устройство связывает между собой все компоненты подвески и обеспечивает вертикальные перемещения колёс.



Плавность хода и колебания кузова

1. Поддрессоренные и неподдрессоренные массы

Кузов автомобиля опирается на упругие элементы подвески. Те части кузова, вес которых передаётся на упругие элементы подвески, составляют поддрессоренную массу автомобиля. Колёса и ступицы, а также другие компоненты автомобиля, вес которых не передаётся на упругие элементы, составляют неподдрессоренную массу автомобиля. Чем больше поддрессоренная масса, тем лучше плавность хода автомобиля. Это связано с законом инерции - чем больше масса тела, тем труднее изменить его скорость. И наоборот, чем больше неподдрессоренная масса, тем хуже плавность хода. Колебания поддрессоренных масс - в особенности колебания кузова - оказывают сильное влияние на плавность хода автомобиля.

2. Колебания поддресоренных масс

Различают следующие виды колебаний поддресоренных масс:

(1) Продольно-угловые колебания

Продольно-угловые колебания - это вертикальные колебания передней и задней частей автомобиля относительно его центра масс.

Продольно-угловые колебания кузова возникают при проезде одиночных выбоин или неровностей дорожного покрытия, а также во время движения по неусовершенствованным грунтовым дорогам.

Чем меньше жёсткость упругих элементов подвески, тем более склонен автомобиль к возникновению продольно-угловых колебаний кузова.

(2) Поперечно-угловые колебания

Во время поворотов, а также при движении по неровным дорогам упругие элементы подвески сжимаются с одной стороны автомобиля и одновременно растягиваются с другой стороны.

Это приводит к возникновению поперечно-угловых колебаний кузова.

(3) Вертикальные колебания кузова

Вертикальными колебаниями кузова называют такие колебания кузова, при которых кузов перемещается поступательно в вертикальной плоскости.

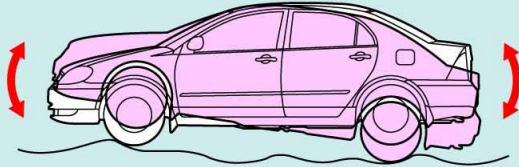
Вертикальные колебания кузова возникают при движении автомобиля с высокой скоростью по дороге с продольными волнами.

Чем меньше жёсткость упругих элементов подвески, тем более склонен автомобиль к возникновению вертикальных колебаний кузова.

(4) Рыскание

Рысканием называется боковое отклонение продольной оси автомобиля от направления скорости центра масс автомобиля. Обычно рыскание возникает при тех же условиях, при которых возникают продольно-угловые колебания кузова.

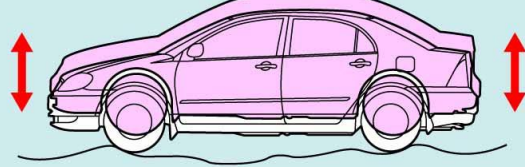
(1) Продольно-угловые колебания



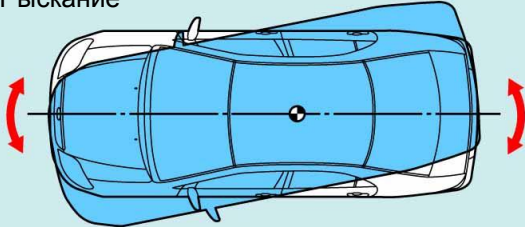
(2) Поперечно-угловые колебания



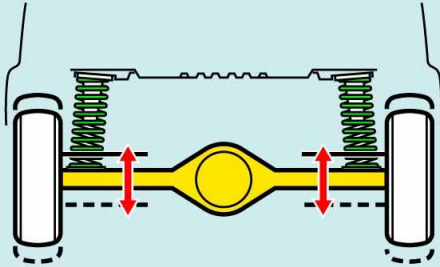
(3) Вертикальные колебания



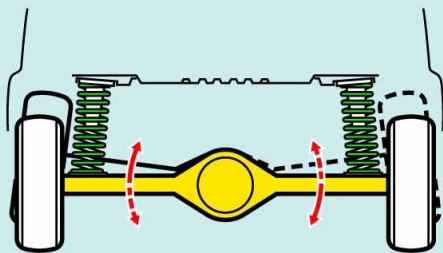
(4) Рыскание



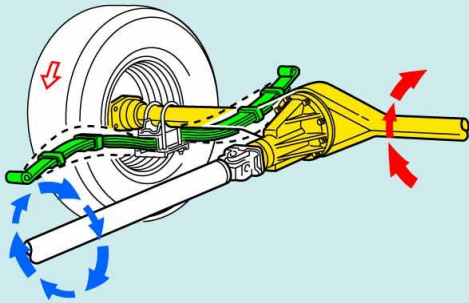
(1) Вертикальные колебания



(2) Поперечно-угловые колебания



(3) Крутильные колебания рессор (S-образный изгиб)



3. Колебания неподрессоренных масс

Различают следующие виды колебаний неподрессоренных масс:

(1) Вертикальные колебания

Вертикальные колебания неподрессоренных масс - это синфазные колебания колёс в вертикальной плоскости. Такие колебания обычно возникают при движении автомобиля по дороге с продольными волнами со средней или высокой скоростью.

(2) Поперечно-угловые колебания

Поперечно-угловые колебания это такие колебания, при которых левое и правое колёса перемещаются в противоположенной фазе. При этом колёса стремятся оторваться от поверхности дороги. Поперечно-угловые колебания колёс наиболее характерны для зависимых подвесок.

(3) Крутильные колебания

Во время разгона или торможения автомобиля на рессору начинает действовать изгибающий момент, стремящийся закрутить рессору вокруг горизонтальной оси вращения колеса.

Крутильные колебания рессор ухудшают плавность хода автомобиля.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ:

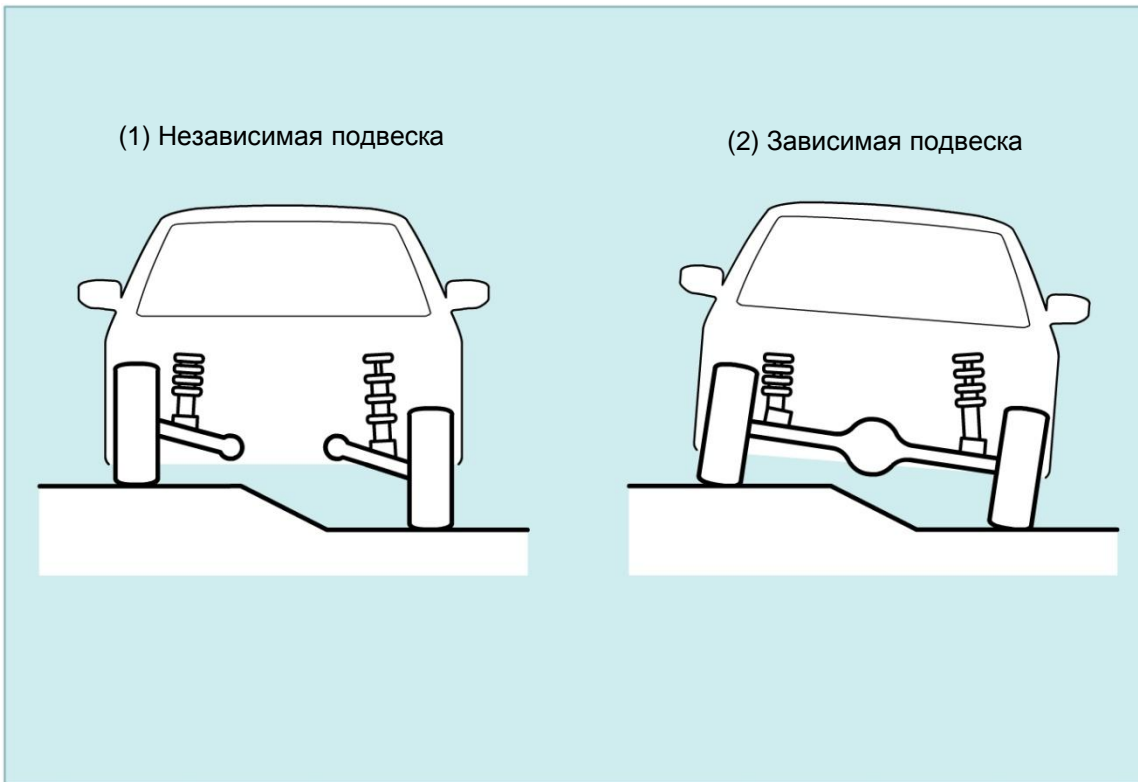
Способы снижения крутильных колебаний рессор:

- Применение асимметричных рессор

Для уменьшения кручения (S-образного изгиба) рессор заднюю ось смещают вперёд относительно центра рессоры. Это также уменьшает продольный крен автомобиля во время торможения или разгона.

- Выбор места расположения амортизаторов

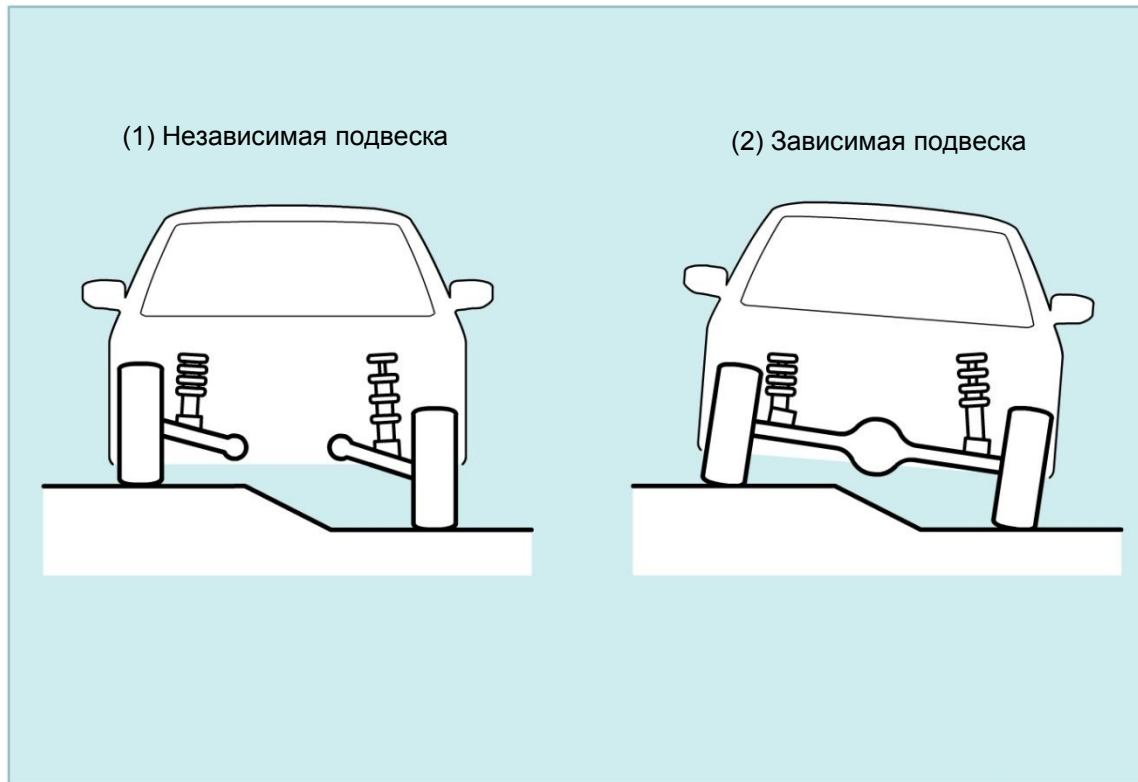
Для уменьшения крутильных колебаний рессор амортизаторы смещают относительно оси колеса. При этом один из амортизаторов устанавливается спереди оси, а другой - сзади.



Типы подвесок и их характеристики

1. Общие сведения

Все типы подвесок можно разделить на две группы.

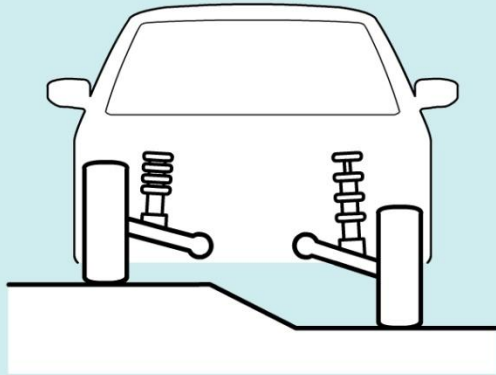


(1) Зависимые подвески

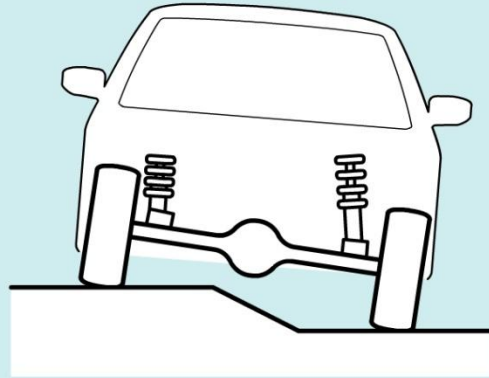
При зависимой подвеске оба колеса связаны жёсткой балкой. Поэтому перемещения колёс взаимосвязаны. Характеристики зависимой подвески:

- Простота конструкции и изготовления. Лёгкость технического обслуживания.
- Зависимая подвеска обладает высокой прочностью и надёжностью.
- При зависимой подвеске колёс уменьшается поперечный крен кузова автомобиля во время поворота.
- Небольшие изменения углов установки колёс при ходах подвески. При этом уменьшается износ шин.
- Ухудшение плавности хода из-за увеличения неподрессоренной массы.
- Повышенная склонность к колебаниям и вибрациям из-за жёсткой связи колёс.

(1) Независимая подвеска



(2) Зависимая подвеска



(2) Независимые подвески

При независимой подвеске каждое из колёс имеет собственное направляющее устройство. Поэтому перемещения колёс не влияют друг на друга.

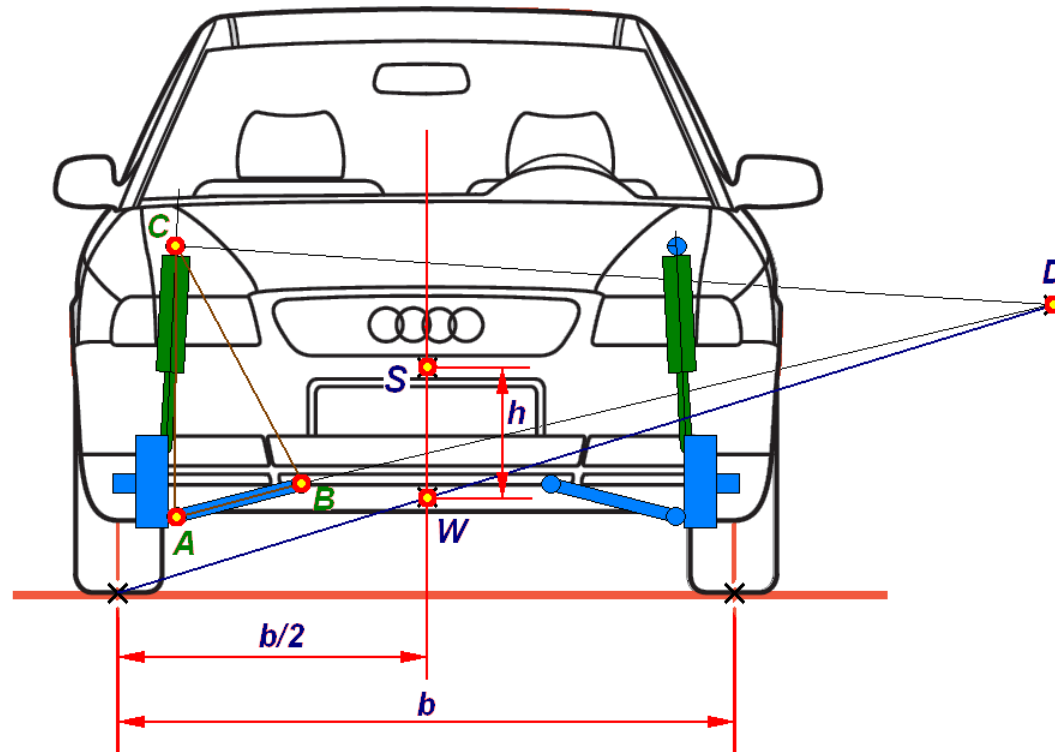
Характеристики независимых подвесок:

- Независимые подвески имеют небольшие неподрессоренные массы и обеспечивают хорошую плавность хода.
- Пружины являются только упругими элементами подвески. Это позволяет использовать пружины с небольшой жёсткостью.
- В случае независимой подвески отсутствует балка, что позволяет опустить уровень пола в пространстве между колёсами. При этом центр тяжести автомобиля будет ниже.
- Устройство независимой подвески более сложное.
- Изменение колеи и углов установки колёс при ходах подвески.
- Большинство автомобилей с независимой подвеской оборудованы стабилизатором поперечной устойчивости, уменьшающим крен кузова во время поворотов.

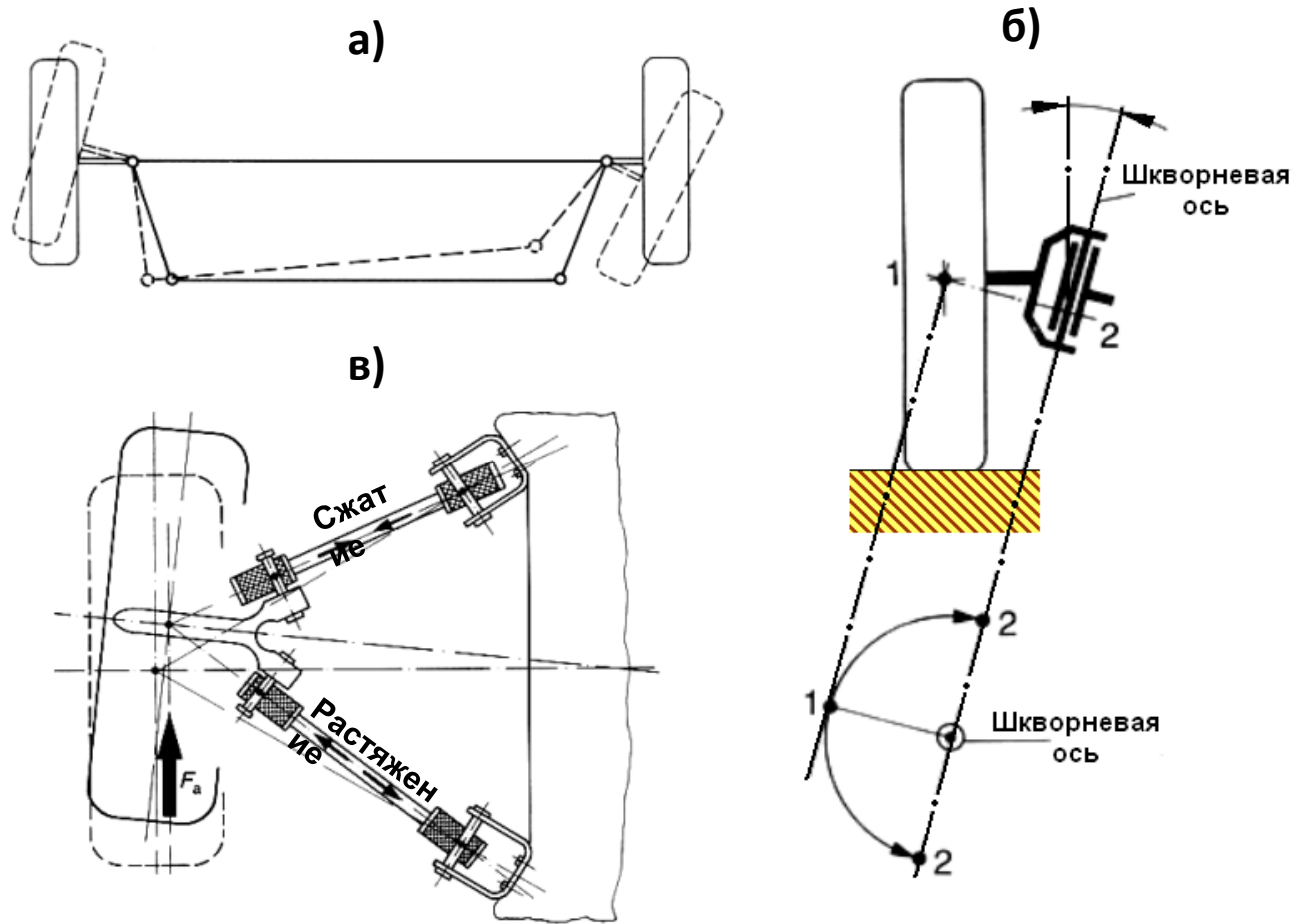
Направляющий аппарат подвески

Независимо от типа подвески, применяемого на автомобиле, при её проектировании должны соблюдаться определенные закономерности.

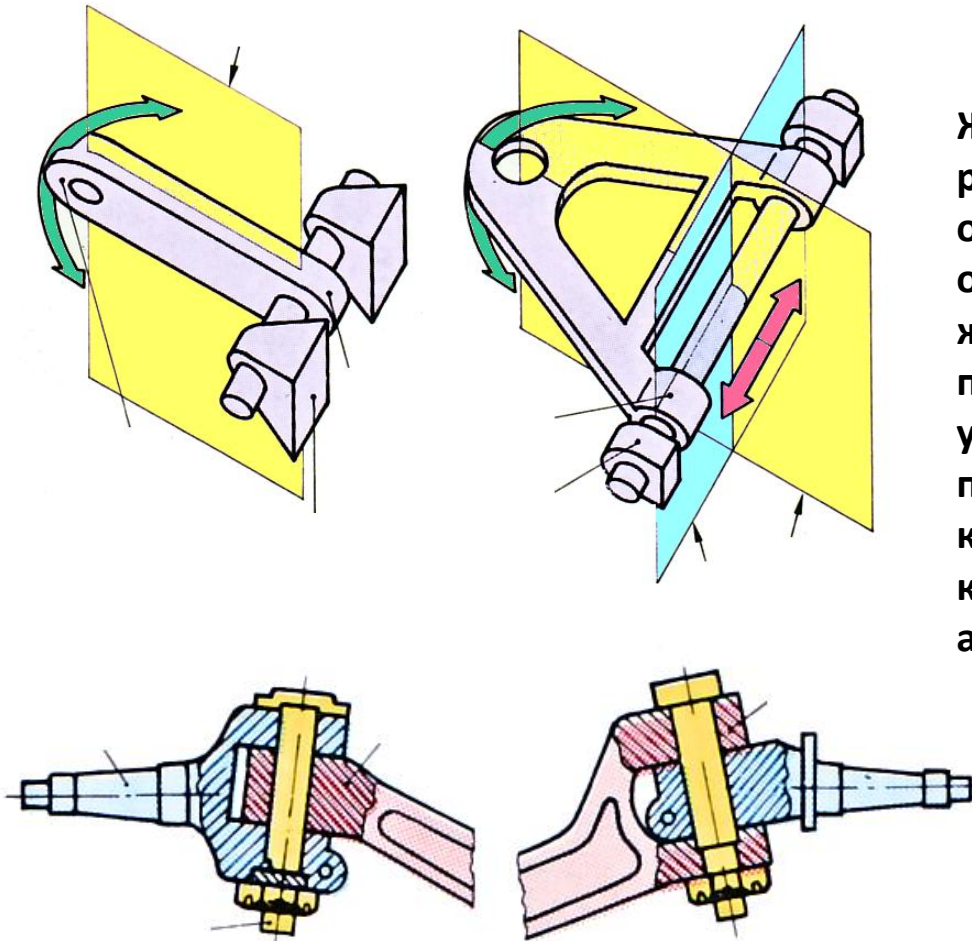
Любая подвеска – это система рычагов и шарниров, вокруг которых эти рычаги вращаются (совершают маятниковые колебания). У любой подвески существует мгновенный центр крена – это условная точка, вокруг которой кузов совершает вращательное движение при крене кузова.



Управление автомобилем изменением положения колес относительно его кузова

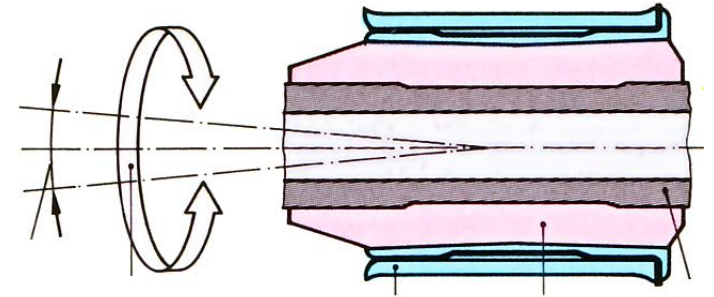
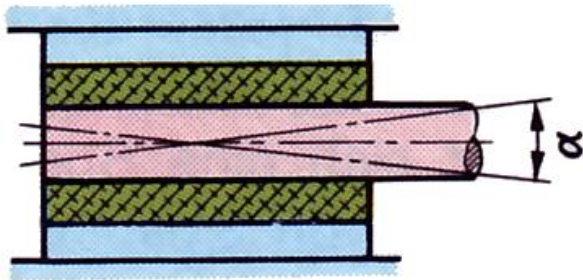


Жесткие шарнирные элементы

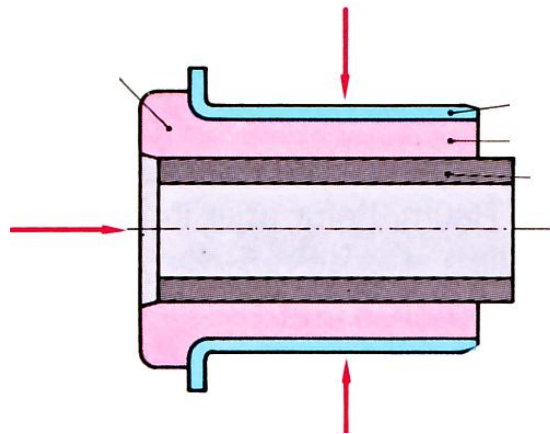


Жесткий шарнирный элемент позволяет рычагу подвески вращаться вокруг оси, ограничивая перемещение рычага вдоль оси вращения. Основным недостатком жесткого шарнирного элемента рычага подвески или поворотного кулака управляемого колеса является повышенная шумность при её работе, так как вибрация, возникающая при жестком качении колеса передается на кузов автомобиля.

Эластичные шарнирные элементы

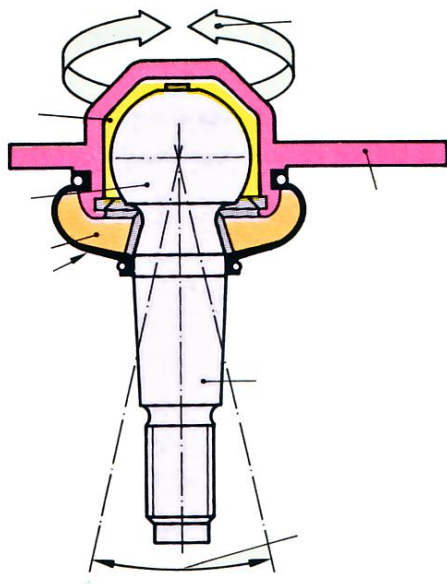


Эластичный шарнирный элемент позволяет рычагу вращаться вокруг оси, при этом вращение внутренней втулки шарнира должно происходить за счет упругости резинового элемента, а не за счет трения, возникающего между элементами шарнира. Эластичный шарнир позволяет рычагу совершать ограниченные движения вдоль оси вращения и отклоняться от оси вращения на небольшой угол.



Применение эластичных шарнирных элементов вызвано необходимостью снизить шумность движения, так как радиальные шины имеют высокую жесткость в продольном направлении, и все неровности дороги вызывают появление ударных нагрузок в подвеске.

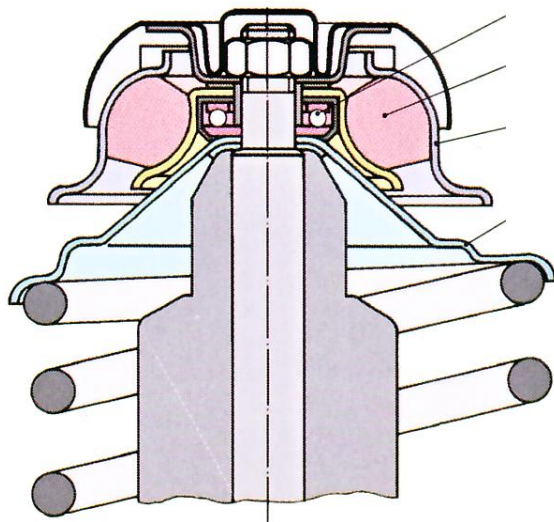
АКАДЕМИЯ ПОСТДИПЛОМНОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

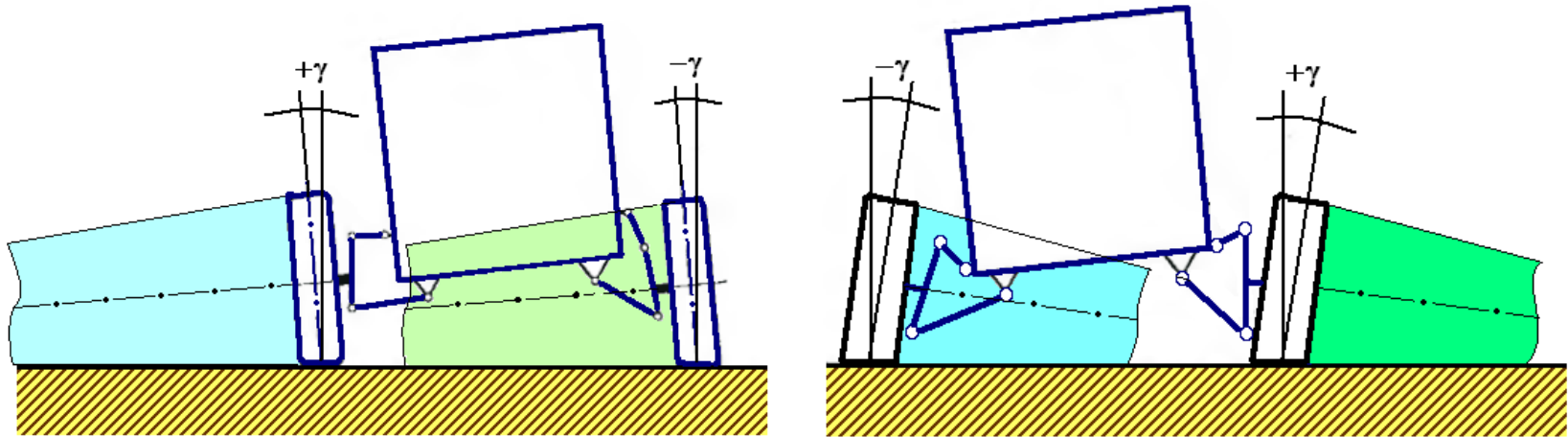


Эластичные опоры, которые называют шаровыми шарнирами, предназначены для обеспечения поворота управляемого колеса относительно рычагов подвески

Верхняя опора поворотной стойки управляемого колеса позволяет снизить влияние вертикальных нагрузок на кузов автомобиля. При этом обеспечивается свободное вращение вокруг оси штока амортизаторной стойки, и обеспечивает незначительные отклонения оси вращения поворотной стойки относительно опорного элемента («столба») кузова автомобиля на небольшой угол.

Вышеназванные отклонения необходимы для изменения величин продольного и поперечного углов поворота управляемого колеса, что необходимо для обеспечения стабилизации управляемых колес автомобиля.





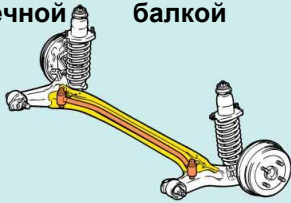
Кинематика подвески

Если колеса автомобиля в ходе сжатия подвески перемещаются параллельно кузову, то в результате бокового крена кузова на наружном колесе, несущем большую часть нагрузки возникает положительный развал $+\gamma$, а на внутреннем – отрицательный $-\gamma$.

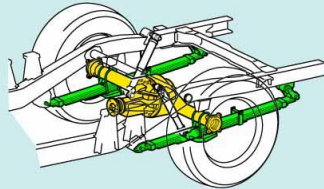
Качение конуса по опорной поверхности вызывает его стремление обернуться вокруг вершины конуса. То же самое происходит с колесами автомобиля, установленного под углом к вертикали (развале колес).

Кинематика подвески определяется системой рычагов и шарнирных соединений, которые задают траекторию перемещения колеса относительно кузова и, как следствие, положение колеса относительно опорной поверхности.

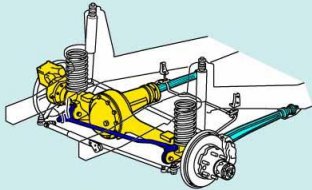
(1) Подвеска на продольных рычагах, соединённых упругой поперечной балкой



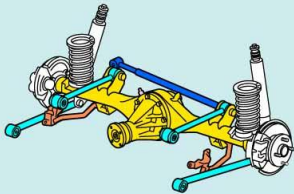
(2) Подвеска на продольных рессорах



(3) Зависимая подвеска на парных продольных рычагах с поперечной тягой



(4) Зависимая подвеска на 4 продольных рычагах

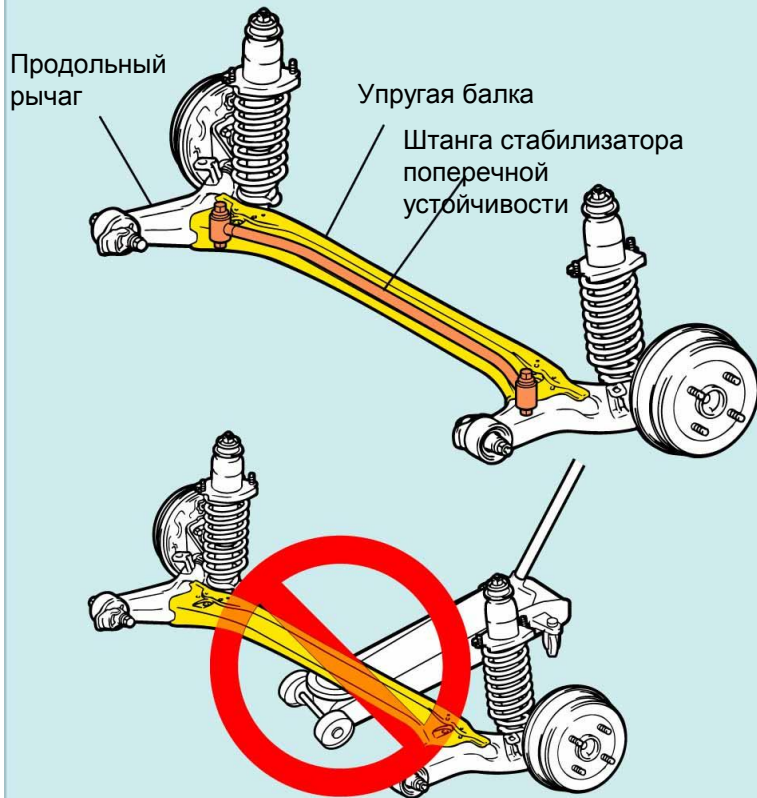


Типы подвесок и их характеристики

Существует несколько типов зависимых подвесок, но каждая из подвесок имеет мгновенный центр крена. Длина рычагов подвески и расположение шарниров рычагов подбираются так, чтобы все элементы многорычажной структуры работали согласовано. Например, если дверь навесить на петли, установленные неверно, при открытии и закрытии дверей будут возникать силы, стремящиеся согнуть дверь или петлю. То же самое будет происходить с рычагами и шарнирными узлами подвески, если, например, после кузовного ремонта, опоры шарнирных узлов окажутся на нештатном месте.

Подвески задней оси автомобиля имеют различную конструкцию. Это зависит от назначения задней оси (ведущая или ведомая), типов упругих элементов (пружина или рессора).

(1) Подвеска на продольных рычагах, соединённых упругой поперечной балкой



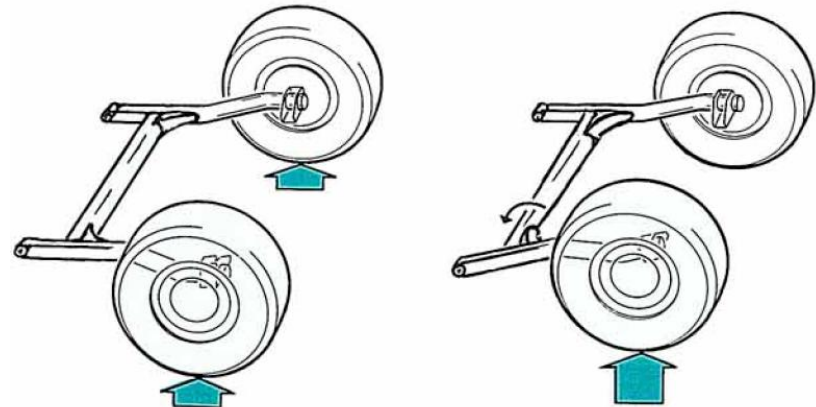
Запрещается упирать домкрат в упругую балку

(1) Подвеска на продольных рычагах, связанных упругой балкой

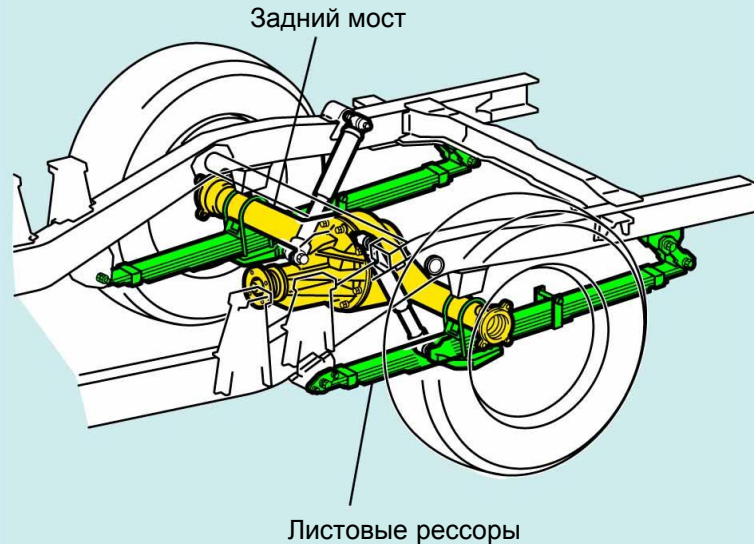
Задняя подвеска переднеприводных автомобилей часто выполняется по указанной схеме. Подвеска состоит из продольных рычагов, связанных между собой полужесткой балкой и стабилизатора поперечной устойчивости, который приваривается к полужесткой (упругой) поперечной балке. Некоторые модели автомобилей не имеют стабилизатора поперечной устойчивости или стабилизатор поперечной устойчивости установлен отдельно.

При действии на автомобиль боковой силы (во время движения в повороте) стабилизатор поперечной устойчивости закручивается вместе с упругой балкой подвески. Закручивание стабилизатора уменьшает крен кузова и повышает устойчивость автомобиля.

Во время подъёма автомобиля домкратом запрещается упирать его шток в упругую балку подвески.



(2) Подвеска на продольных рессорах

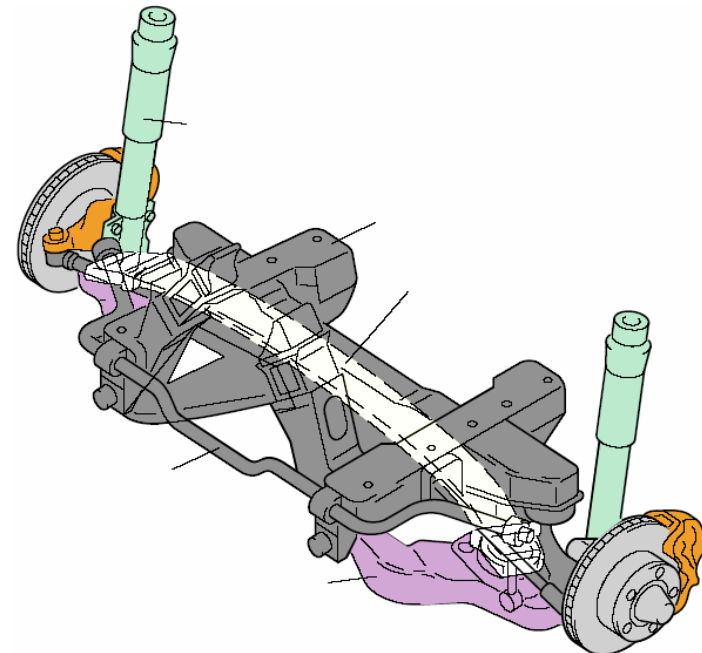


(2) Подвеска на продольных рессорах

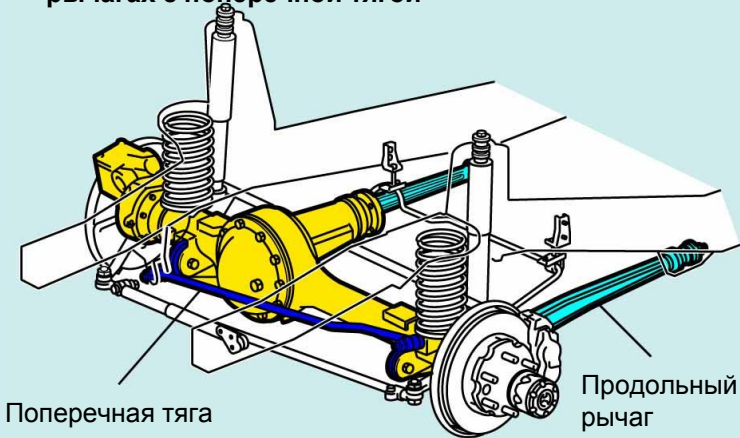
Такая подвеска используется в качестве передней и задней подвески грузовиков и автобусов. На внедорожниках задний ведущий мост часто устанавливают на продольно расположенных листовых эллиптических рессорах. Эллиптическая рессора может располагаться и поперек автомобиля

Характеристики:

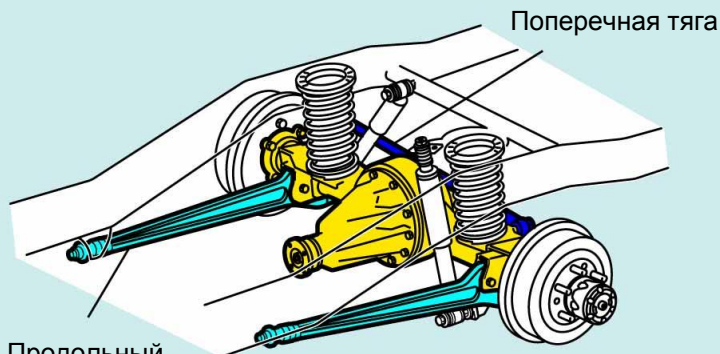
- Подвеска отличается простой конструкцией и высокой нагрузочной способностью.
- Рессоры подвески имеют высокую жёсткость, что ухудшает плавность хода автомобиля.



(3) Зависимая подвеска на парных продольных рычагах с поперечной тягой



Подвеска передних колёс



Подвеска задних колёс

(3) Зависимая подвеска на парных продольных рычагах с поперечной тягой

Подвеска с пружинными упругими элементами может применяться в качестве передней и задней подвесок легковых автомобилей, небольших грузовиков и автобусах небольшой вместимости.

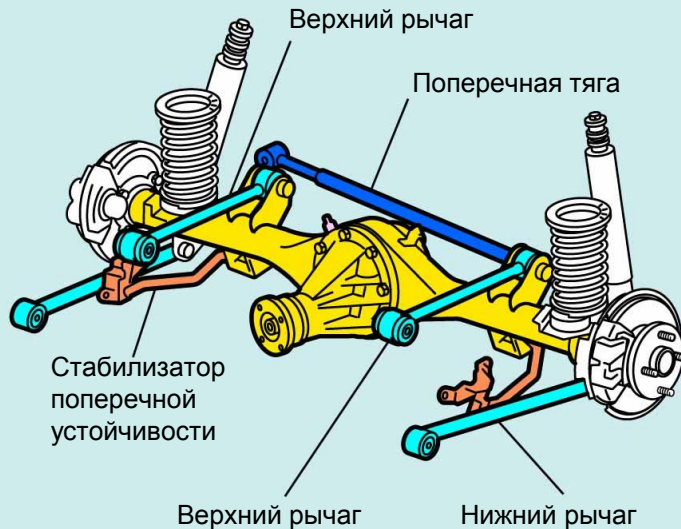
На представленном рисунке показан направляющий аппарат подвески заднего ведущего моста внедорожника.

Чтобы предотвратить стремление ведущего моста к вращению под автомобилем во время его разгона или торможения, приходится устанавливать длинные продольные рычаги и систему продольных и поперечных тяг, удерживающих ведущий мост под автомобилем

Характеристики:

- Хорошая плавность хода.
- Высокая прочность и надёжность.

(4) Зависимая подвеска на 4 продольных рычагах



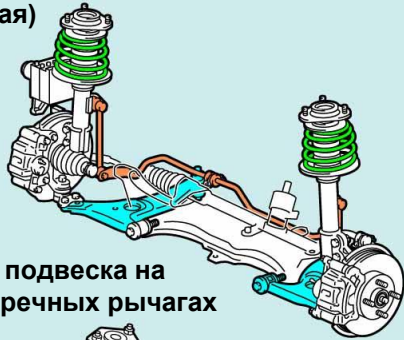
(4) Зависимая подвеска на 4 продольных рычагах

Такая подвеска используется в качестве подвески задних колёс. Подвеска на 4 продольных рычагах обеспечивает наилучшую плавность хода среди всех типов зависимых подвесок.

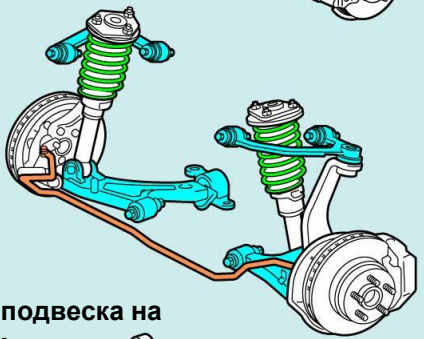
Пружины в отличие от рессор не обладают свойствами направляющего аппарата, поэтому ведущий мост необходимо снабжать дополнительными тягами, которые называют реактивными. Эти тяги препятствуют реактивному вращению моста под автомобилем, возникающему при его разгоне и торможении.

Поперечная тяга носит название «Тяги Панара», и служит для удержания заднего моста от стремления выкатиться вбок при повороте автомобиля.

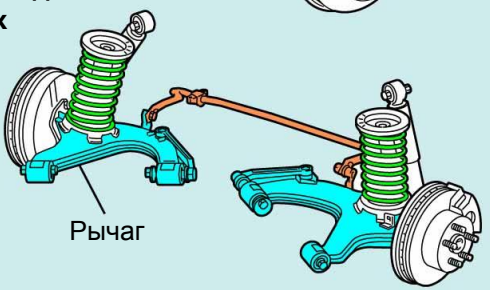
(1) Независимая подвеска типа "Мак-Ферсон" (рычажно-свечная)



(2) Независимая подвеска на сдвоенных поперечных рычагах



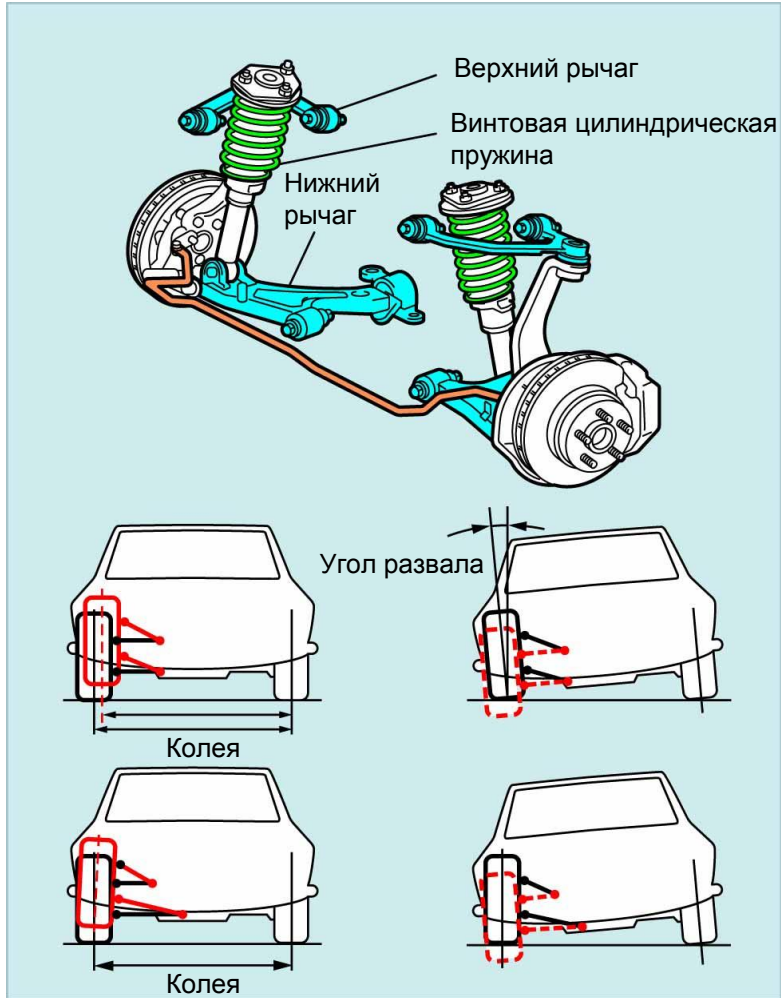
• Независимая подвеска на косых рычагах



Типы независимых подвесок и их характеристики

Независимые подвески обеспечивают более комфортное движение автомобиля и могут применяться как на передней, так и на задней оси легкового автомобиля, легкого грузовика или автобуса малой вместимости.

Существует несколько типов независимых подвесок, но, как мы упоминали ранее, все типы подвесок должны строиться с соблюдением законов кинематики. Это значит, что движение всех элементов подвески должны быть согласованы при вертикальных перемещениях кузова и при его крене в повороте.



(2) Подвеска на сдвоенных поперечных рычагах

Такая подвеска применяется в качестве передней подвески небольших грузовиков, а также в качестве передней и задней подвески легковых автомобилей.

Характеристики:

- В случае подвески на сдвоенных поперечных рычагах колёса автомобиля связаны с кузовом с помощью верхнего и нижнего рычагов. Кинематика подвески может настраиваться в зависимости от длины верхнего и нижнего рычагов и углов их наклона.

Например, если верхний и нижний рычаги параллельны друг другу и имеют одинаковую длину, то колея и угол развала колёс будут изменяться при ходах подвески. При этом ухудшаются характеристики поворачиваемости автомобиля. Кроме того, изменение колеи вызывает повышенный износ шин.

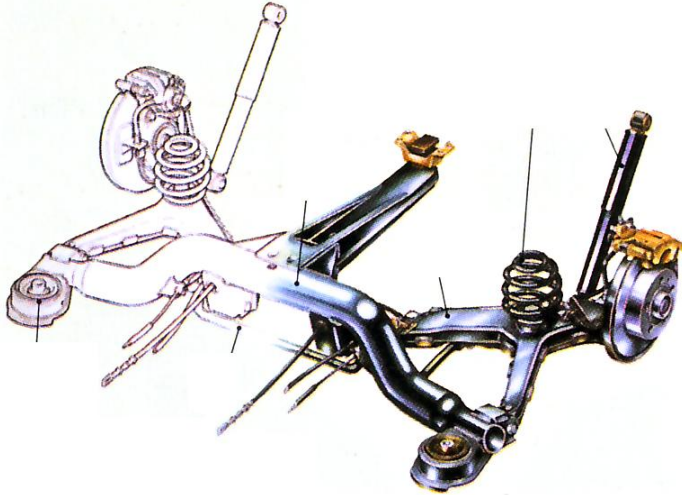
Для того чтобы колея и угол развала колёс мало изменялись при ходах подвески верхний рычаг делают короче, чем нижний.

ССЫЛКА:

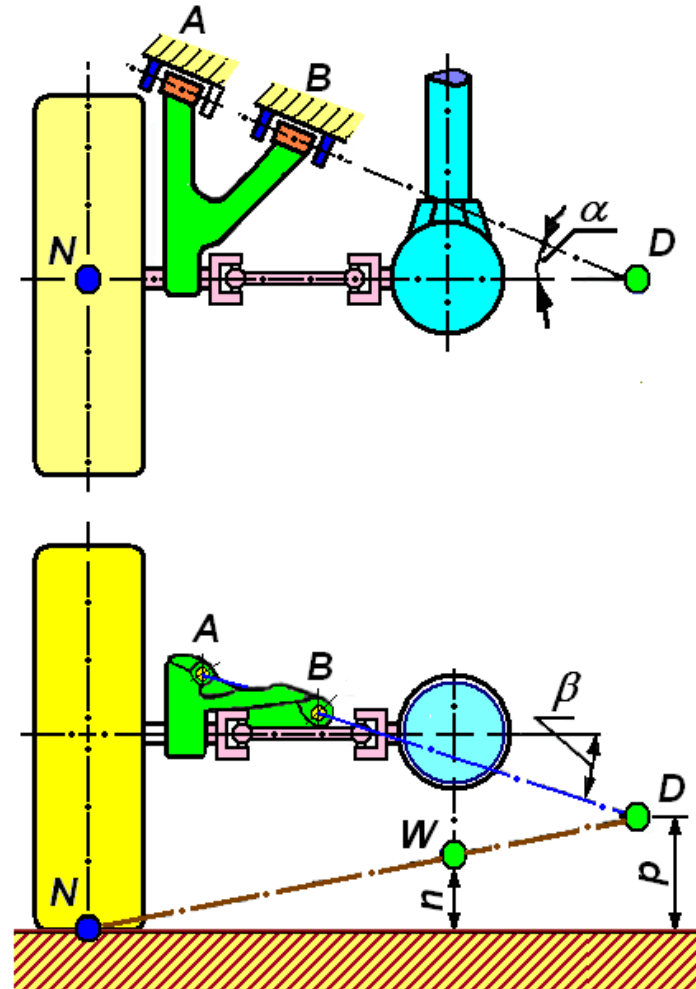
- Подвеска на косых рычагах
Подвески этого типа ограниченно используются в качестве задних подвесок некоторых автомобилей.

Подвеска на косых рычагах позволяет в процессе разработки автомобиля изменять углы развала и схождения колёс и легко настраивать характеристики поворачиваемости автомобиля.

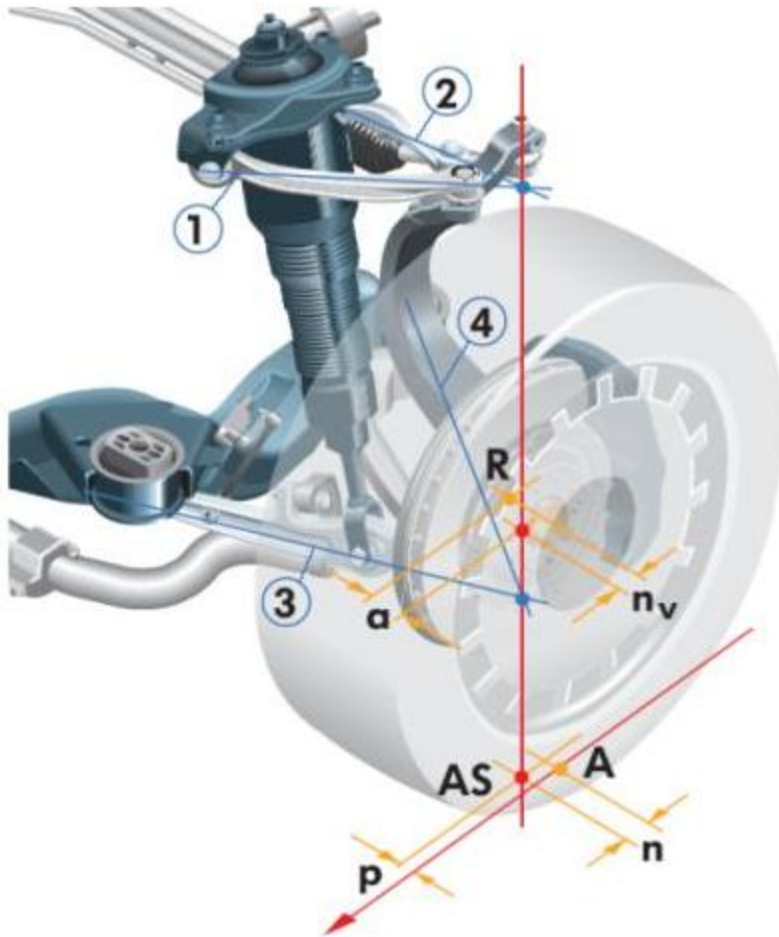
Академия постдипломного педагогического образования



Независимая подвеска на косых рычагах позволяет получить подруливающий эффект задних колес, возникающий при крене кузова в повороте. В ходе отбоя/сжатия подвески изменяется схождение и развал колеса.



Современная многорычажная подвеска



1...4 – направляющие оси поперечных рычагов;

R – центр колеса;

A – центр пятна контакта колеса с дорогой;

n – вынос оси поворота колеса по отношению к центру пятна контакта;

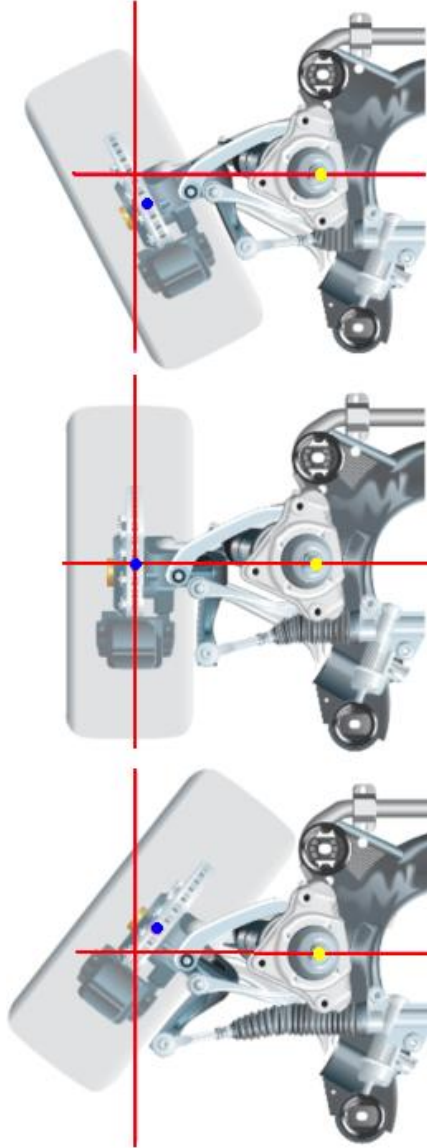
n_v – вынос оси поворота колеса по отношению к центру колеса;

p – плечо обкатки;

a – плечо действия возмущающих сил

Точка AS – точка пересечения оси поворота колеса с поверхностью дороги

Современная многорычажная подвеска



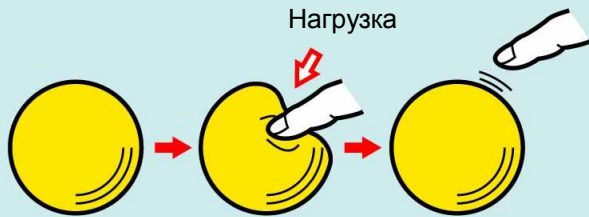
При подвеске переднего колеса на четырех поперечных рычагах ось его поворота проходит через верхний и нижний шарнир поворотной стойки, как это имеет место, например, в подвеска классики ВАЗ-2107, а через точки пересечения продольных осей верхних и нижних рычагов.

В этом случае ось поворота колеса расположена как бы в свободном пространстве и меняет свое положение при повороте колеса. Такую ось поворота называют «виртуальной».

Данная конструкция позволяет существенно приблизить ось поворота колеса к его плоскости вращения, проходящей через середину шины.

Это положительно сказывается на величинах плеча обката и плеча действия возмущающих сил, благодаря чему улучшается устойчивость и управляемость автомобиля.

1. Упругость

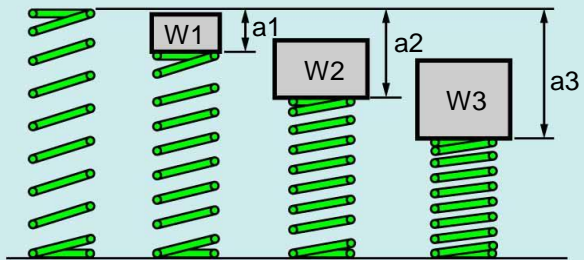


2. Коэффициент жёсткости

$$k = \frac{W}{a}$$

Где W = внешняя сила (нагрузка), Н
 a = абсолютная деформация (перемещение), мм

k = Коэффициент жёсткости пружины, Н/мм



$$\frac{W1}{a1} = \frac{W2}{a2} = \frac{W3}{a3} = k \text{ (постоянная величина)}$$

Характеристики

1. Упругость тел

Если приложить усилие к предмету, изготовленному, например, из резины, то этот предмет изменит свою начальную форму (деформируется). После прекращения действия силы предмет восстановит свою начальную форму. Мы говорим, что в этом случае предмет обладает свойством упругости.

На этом свойстве основана работа автомобильной подвески, защищающей кузов автомобиля от динамических воздействий со стороны дороги.

Упругие элементы, изготовленные из стали, работают на изгиб или кручение.

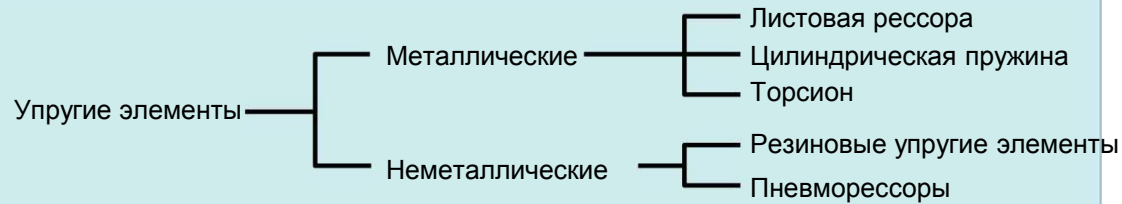
2. Коэффициент жёсткости (постоянная величина)

Изменение размеров пружины прямо пропорционально приложенной к пружине внешней силе. При этом частное от деления приложенной силы (w) на изменение размеров пружины (a) является постоянной величиной. Эта постоянная величина (k) называется коэффициентом жёсткости пружины.

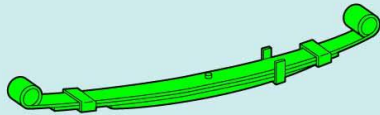
Пружины с малым значением коэффициента жёсткости называют "мягкими" пружинами, а пружины с высоким значением коэффициента жёсткости называют "жёсткими" пружинами.

ССЫЛКА:

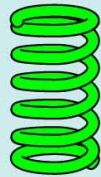
Если к упругому телу приложить силу, превышающую предел упругости, то после прекращения действия силы тело не полностью восстановит свои начальные размеры. В этом случае говорят об остаточной или пластической деформации твёрдого тела.



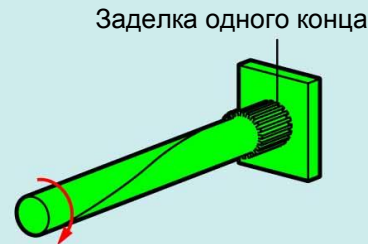
Листовая рессора



Цилиндрическая пружина

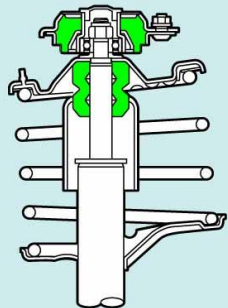


Торсион

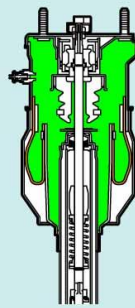


Крутящий момент передаётся торсиону с помощью рычага

Резиновые упругие элементы



Пневморессора (пневмобаллон)

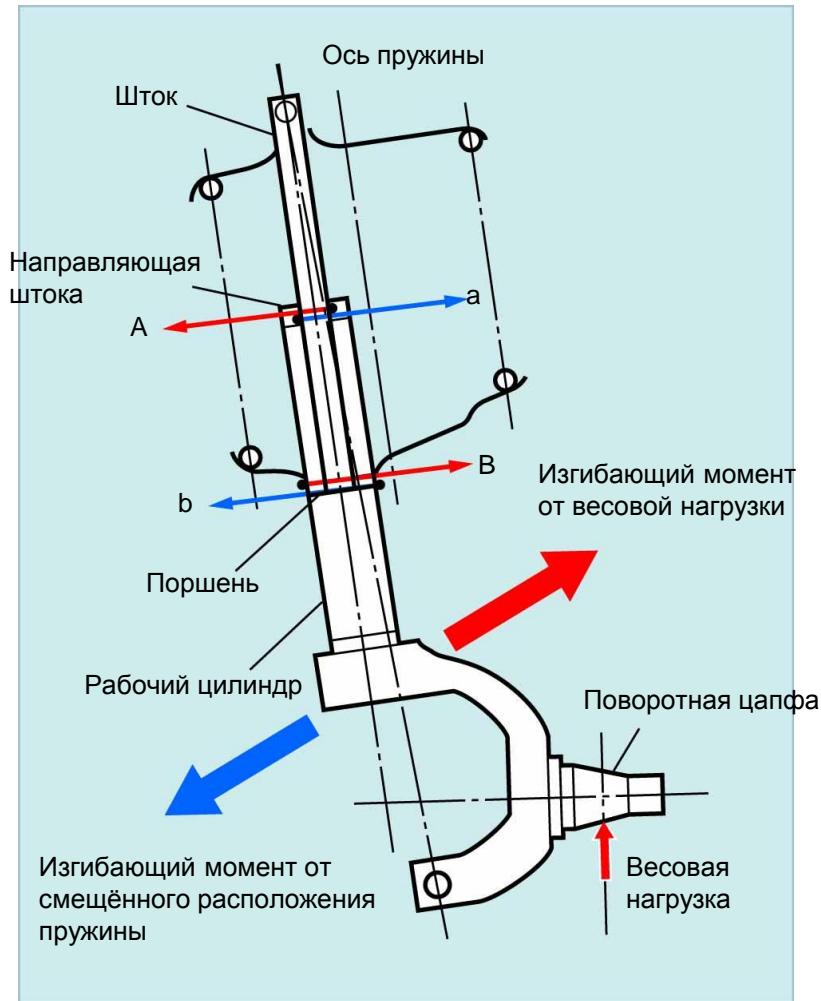


Различные типы упругих элементов подвески

1. Общие сведения

В качестве упругих элементов автомобильных подвесок используются металлические и неметаллические упругие элементы

- Металлические упругие элементы
 - Листовые рессоры
 - Винтовые пружины
 - Торсионы
- Неметаллические упругие элементы
 - Резиновые упругие элементы
 - Пневморессоры



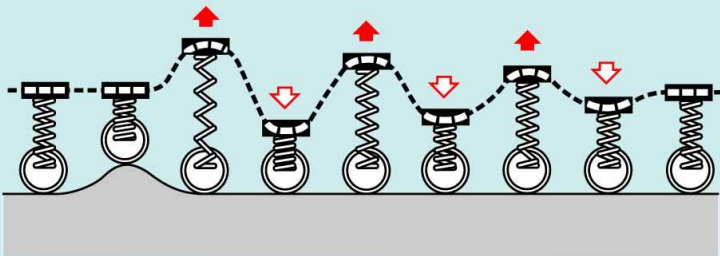
Смещение пружины

Амортизационные стойки подвески типа "Мак-Ферсон" выполняют роль направляющего устройства и воспринимают весовое усилие автомобиля. Из-за того, что колёса расположены не на одной оси со стойками, при нагружении вертикальной силой происходит изгиб стоек подвески.

Это приводит к появлению боковых усилий (A и B на рисунке), повышающих трение между штоком и направляющей втулкой, а также между поршнем и внутренним цилиндром. Возникающие силы трения ухудшают плавность хода и повышают шумность работы стойки.

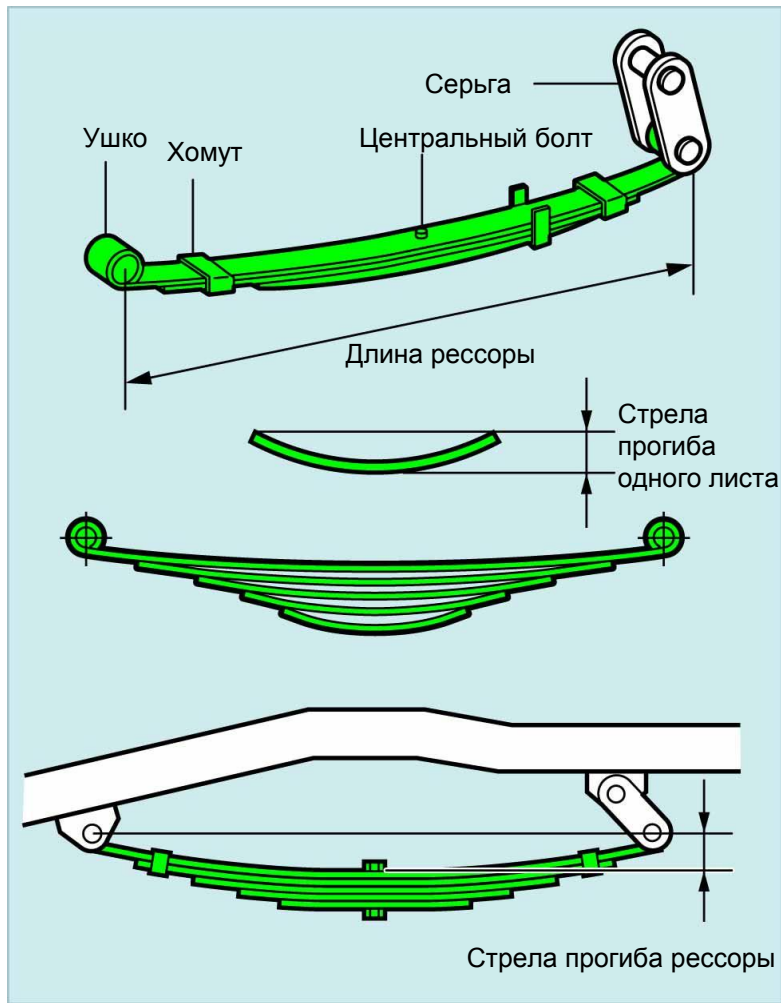
Для компенсации возникающего изгибающего момента пружину смещают относительно оси стойки. При этом усилия a и b направлены противоположно силам A и B.

3. Колебания кузова



3. Колебания кузова

При быстром наезде колёс автомобиля на препятствие происходит быстрое сжатие пружин подвески. А так как пружина после проезда препятствия стремится возвратиться к своим первоначальным размерам, то начнётся обратный ход подвески. Из-за того, что кузов в ходе отбоя приобретёт кинетическую энергию, положение статического равновесия будет пройдено и конечная длина пружины в ходе отбоя окажется больше первоначальной длины. В конечном положении хода отбоя пружина снова будет стремиться восстановить свои начальные размеры - начнётся ход сжатия. Такой периодически повторяющийся процесс называется колебанием. До того момента, как пружина окончательно вернётся в положение статического равновесия, произойдёт несколько колебаний. Если не предусмотреть в подвеске автомобиля гасящий элемент, то это не только ухудшит плавность хода, но и затруднит управление автомобилем. Роль гасящих элементов в подвеске автомобиля выполняют амортизаторы.



2. Листовые рессоры

Листовые рессоры изготавливают из изогнутых пластин пружинной стали, которые называют листами. Листы собирают в пакет в порядке увеличения их длины. Листы рессоры скрепляются друг с другом посредством центрального болта или заклёпки. Дополнительно листы удерживаются от смещения при помощи хомутов. Оба конца коренного (самого длинного) листа рессоры изогнуты в виде ушков, используемых для крепления рессоры к раме или несущим элементам кузова.

С увеличением длины рессоры её жёсткость уменьшается. С другой стороны, чем больше число листов рессоры, тем большую нагрузку может воспринимать рессора. Однако при этом рессора становится более жёсткой, что может привести к ухудшению плавности хода.

Характеристики:

- Рессоры имеют достаточную жёсткость в поперечном и продольном направлениях, что позволяет использовать их одновременно и в качестве направляющих элементов подвески.
- Межлистовое трение рессор позволяет в ряде случаев не использовать в подвеске дополнительные гасящие элементы.
- Рессоры обладают достаточной прочностью и выносливостью, что позволяет использовать их в подвесках грузовых автомобилей.
- Межлистовое трение ухудшает показатели плавности хода при проезде небольших неровностей. Рессоры используются, в основном, в подвесках тяжёлых и средних грузовиков, для которых особенно актуальны высокая прочность и выносливость деталей подвески.

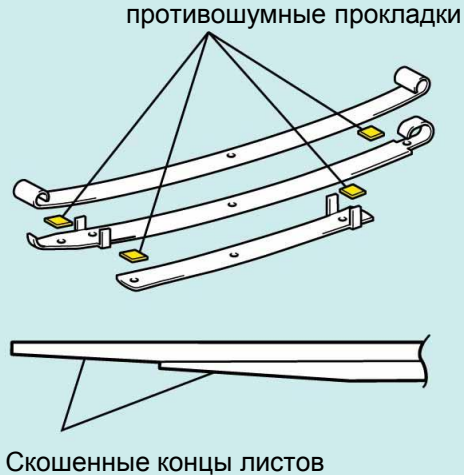
Расстояние, измеренное по высоте между крайними точками листа, называется стрелой прогиба листа. Так как стрела прогиба листа увеличивается с уменьшением его длины, то отдельные листы рессоры, собранные в пакет, касаются друг друга только в двух точках.

При затяжке центрального болта происходит некоторое выпрямление рессорных листов, при этом обеспечивается очень плотное прилегание листов друг к другу.

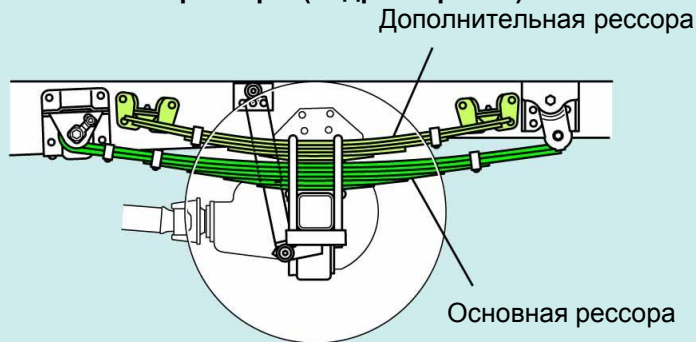
Расстояние, измеренное по высоте между крайними точками собранной рессоры, называется стрелой прогиба рессоры.

Межлистовое трение ухудшает показатели плавности хода, так как препятствует прогибу рессоры.

Снижение межлистового трения рессор



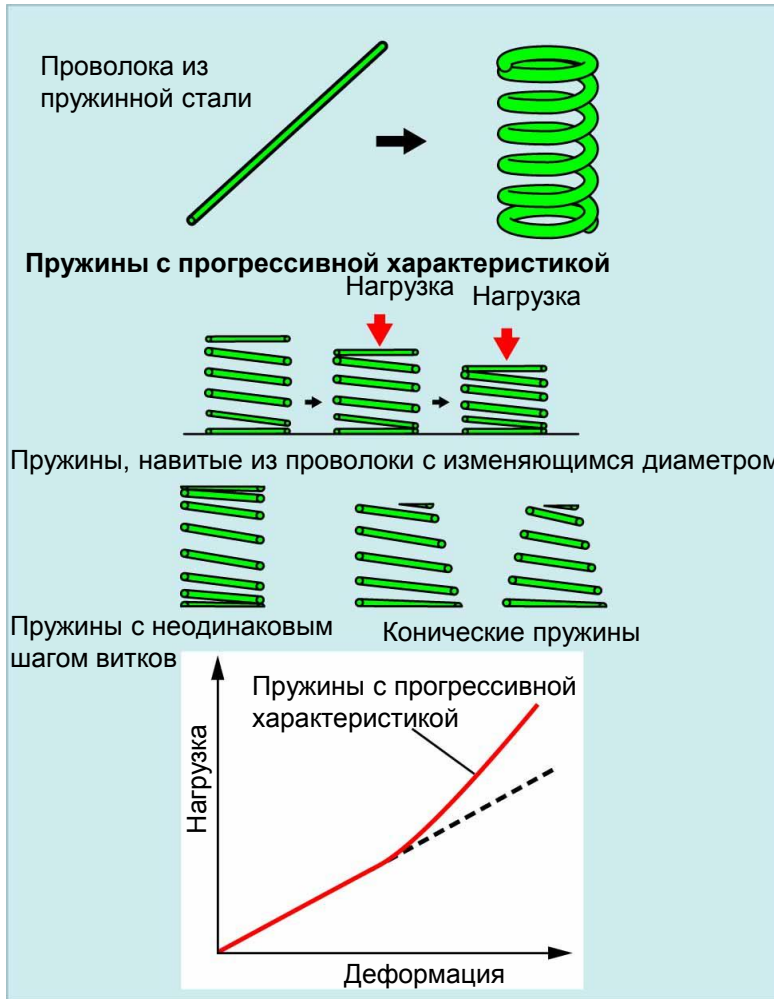
Дополнительные рессоры (подрессорники)



Почему отдельные листы рессоры имеют различную кривизну?

- Изготовление листов рессоры с различной кривизной приводит к интенсивному межлистовому трению при работе подвески, что позволяет быстро гасить возникающие колебания. Межлистовое трение является главной характерной особенностью рабочего процесса листовой рессоры. Межлистовое трение ухудшает показатели плавности хода, так как препятствует свободному прогибу рессоры. Поэтому листовые рессоры получили наиболее широкое распространение на грузовых автомобилях.
- Различная кривизна листов препятствует образованию зазоров между листами при ходе отдачи, что предотвращает попадание песка и грязи между листами и их абразивный износ.
- Меры по снижению межлистового трения рессор
Между соседними листами рессоры устанавливают противошумные прокладки, снижающие трение между ними. Концам рессорных листов придают клиновидную форму, что выравнивает величину давления между листами.

Дополнительные рессоры (подрессорники)
Полная и снаряженная массы грузового автомобиля сильно отличаются друг от друга. В этом случае используют дополнительные рессоры или подрессорники. Дополнительные рессоры устанавливают над основной рессорой. Если автомобиль перевозит лёгкий груз, то весовая нагрузка передаётся только через основные рессоры. Как только фактическая масса автомобиля превысит установленное значение, вместе с основными рессорами начинают работать и дополнительные рессоры.



3. Винтовые цилиндрические пружины

Винтовые цилиндрические пружины изготавливают навивкой из специальной пружинной проволоки. Во время сжатия пружины материал проволоки испытывает напряжения кручения. При этом происходит превращение энергии удара в энергию сжатой пружины. Динамические воздействия, передаваемые на кузов со стороны дороги, смягчаются.

Характеристики:

- Удельная энергоёмкость пружин (то есть приходящаяся на килограмм собственного веса) больше удельной энергоёмкости листовых рессор.

- Возможно изготовление пружин с малым значением коэффициента жёсткости.

- По сравнению с листовыми рессорами, обладающими внутренним трением, внутреннее трение пружин мало. Поэтому пружинная подвеска обязательно должна иметь гасящие элементы (амортизаторы).

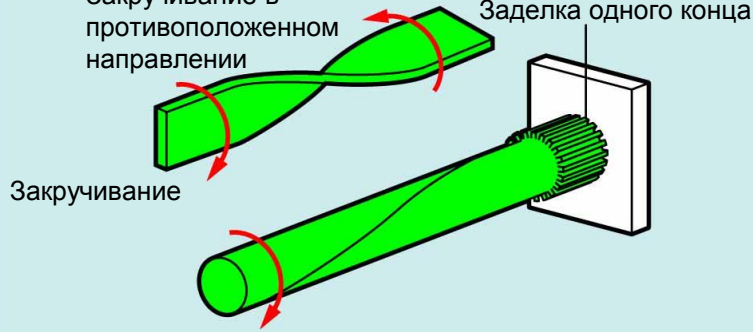
- Пружины не обладают жёсткостью в поперечном направлении, поэтому пружинная подвеска должна иметь направляющее устройство в виде системы тяг и рычагов.

Пружины с прогрессивной характеристикой

Если цилиндрическая пружина изготовлена из проволоки с одинаковым диаметром, то при любой нагрузке деформация всех витков пружины будет одинаковой. Следствием этого является то, что "мягкие" пружины не позволяют использовать полную грузоподъёмность автомобиля, а "жёсткие" пружины не обеспечивают хорошей плавности хода при частичной загрузке. Если же пружина изготовлена из проволоки с изменяющимся диаметром, как показано на рисунке слева, то жёсткость концевых витков пружины будет меньше, чем жёсткость средних витков. Поэтому при нагружении пружины частичными нагрузками деформироваться будут, в основном, концевые витки. Полные нагрузки будут восприниматься средними витками пружины. Прогрессивной характеристикой обладают конические пружины и пружины с переменным шагом витков.

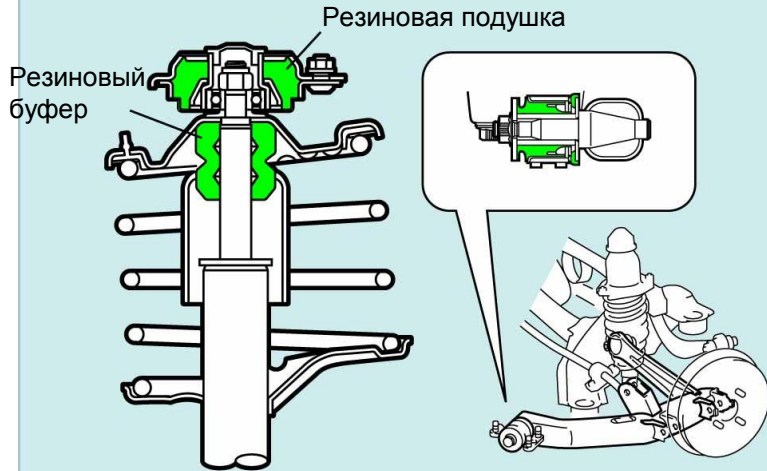
4. Торсионы

Закручивание в противоположном направлении



Крутящий момент передаётся торсиону с помощью рычага

5. Резиновые упругие элементы



4. Торсионы

Торсионом называется упругий стержень из рессорно-пружинной стали, работающий на кручение. Один конец торсиона неподвижно закрепляется на кузове автомобиля, а другой конец крепится к рычагу, обеспечивающему закрутку торсиона. Торсионы используются в качестве упругих элементов стабилизаторов поперечной устойчивости.

Характеристики:

- Торсионы имеют самую большую удельную энергоёмкость по сравнению с другими упругими элементами. Это позволяет облегчить конструкцию торсионной подвески.
- Торсионы облегчают компоновку подвески.
- Торсионы имеют малое внутреннее трение, поэтому, так же как и цилиндрические пружины, требуют обязательного применения гасящих элементов подвески.

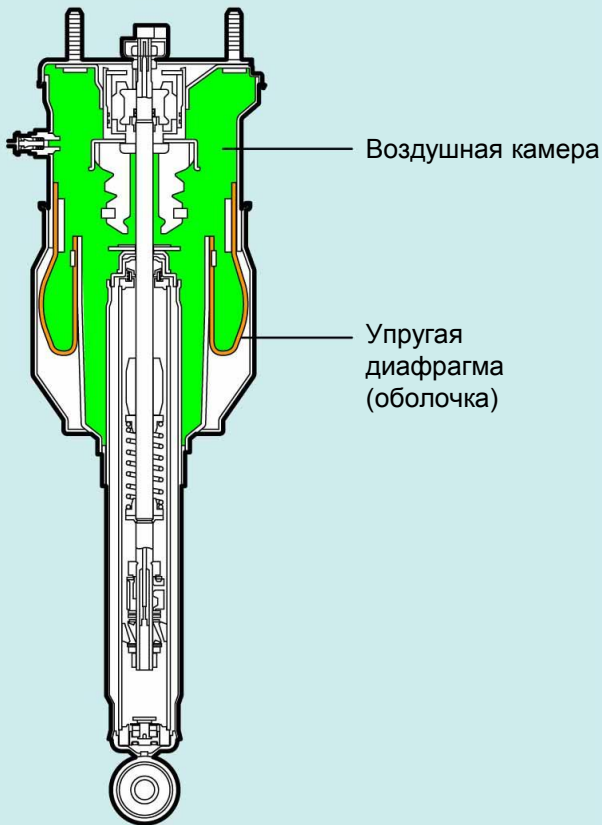
5. Резиновые упругие элементы

Резиновые упругие элементы обладают внутренним трением, что позволяет им гасить колебания.

Характеристики:

- Резиновые упругие элементы могут иметь любую форму.
- Резиновые упругие элементы бесшумны во время работы.
- Резиновые упругие элементы не рассчитаны на работу с высокими нагрузками.

Поэтому резиновые упругие элементы используют в качестве ограничителей хода (буферов), а также в качестве различных втулок и подушек для крепления других компонентов подвески.



6. Пневморессоры

Принцип работы пневморессор основан на использовании упругости сжатого воздуха.

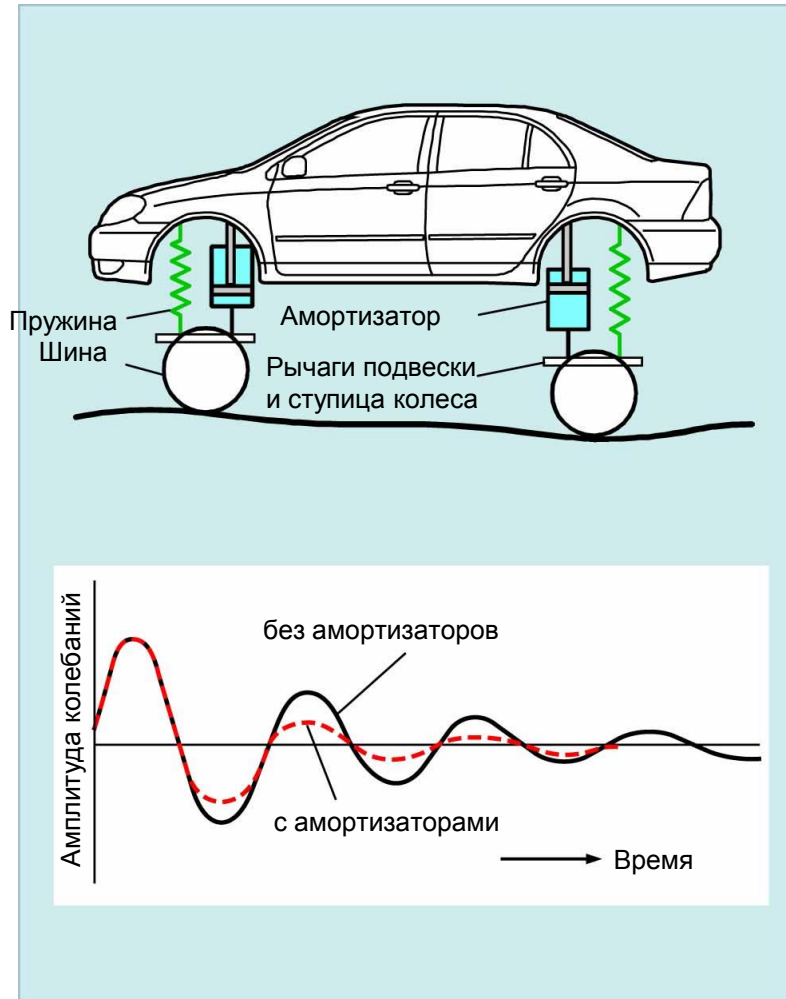
Характеристики:

- За счёт изменения внутреннего давления в пневморессорах можно в широких пределах изменять их жёсткость. Это позволяет уменьшать жёсткость подвески при частичной загрузке автомобиля, сохраняя при этом высокую жёсткость подвески при полной загрузке. За счёт этого обеспечивается оптимальная плавность хода как при частичной, так и при полной загрузке автомобиля.

- Изменение давления воздуха позволяет поддерживать постоянный дорожный просвет автомобиля при изменении весовой нагрузки.

Однако для использования пневмоподвески на автомобиль необходимо установить дополнительную пневмосистему, состоящую из компрессора и ряда других компонентов, что увеличивает сложность конструкции.

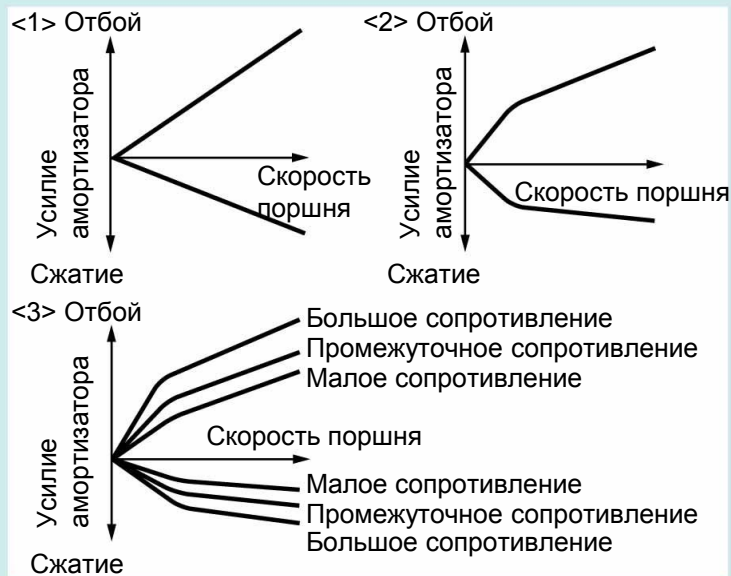
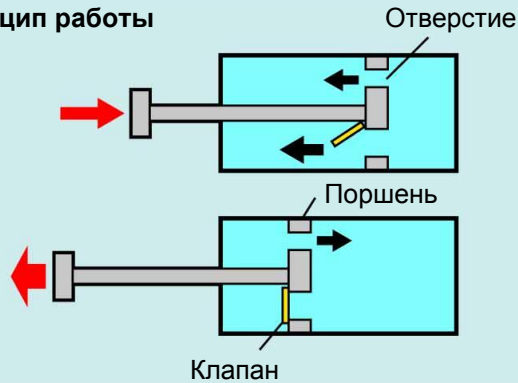
На некоторые модели автомобилей в качестве дополнительного оборудования может устанавливаться пневмоподвеска с электронным управлением.



Описание

Упругие элементы подвески смягчают динамические воздействия на кузов автомобиля со стороны дороги. Однако упругие элементы подвески после проезда препятствия совершают несколько затухающих колебаний, что ухудшает условия движения. Для быстрого гашения колебаний подвеска автомобиля имеет гасящие элементы - амортизаторы. Амортизаторы не только улучшают показатели плавности хода, но и повышают устойчивость движения автомобиля.

1. Принцип работы



1. Принцип работы

В подвесках автомобилей используют гидравлические телескопические амортизаторы, заполненные специальной амортизаторной жидкостью. В гидравлических амортизаторах сопротивление создаётся за счёт перетекания жидкости через отверстия малого диаметра. Для вытеснения жидкости используется движущийся поршень.

(1) Сопротивление амортизатора

Чем больше сила сопротивления амортизатора, тем быстрее амортизатор способен погасить энергию колебаний, однако при этом одновременно ухудшается плавность хода.

Сопротивление амортизатора зависит от скорости перемещения поршня. Различают несколько типов характеристик сопротивления (демпфирования) амортизаторов:

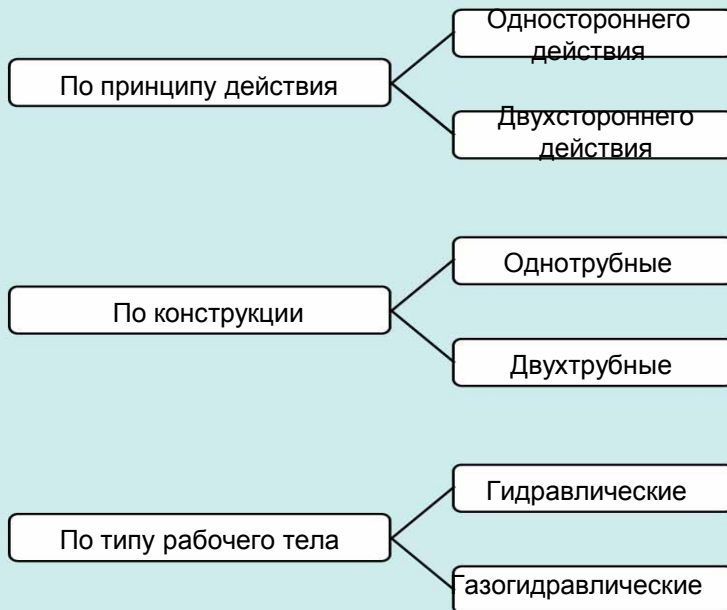
<1> Линейная характеристика. В этом случае сила сопротивления прямо пропорциональна скорости поршня

<2> Характеристика с двумя характерными участками

<3> Амортизаторы с изменяемой характеристикой

На большинстве автомобилей установлены амортизаторы с характеристиками <1> и <2>. Амортизаторы с характеристикой <3> применяются на автомобилях с системой EMS (электронная система управления демпфированием)

Классификация амортизаторов

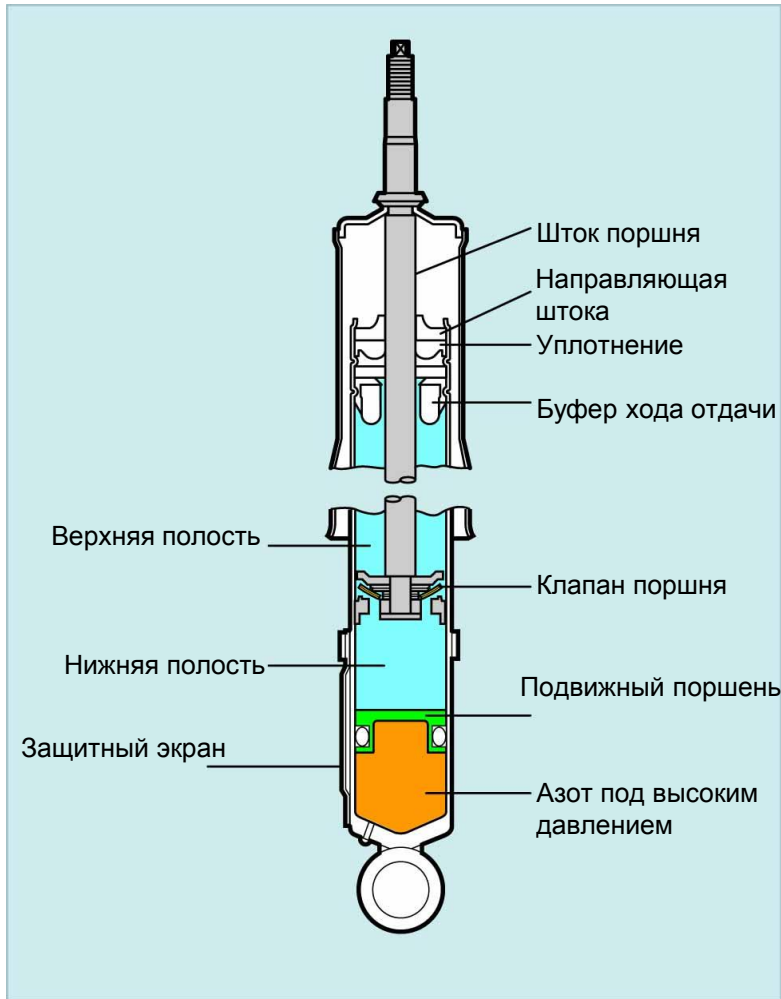


2. Типы амортизаторов

Амортизаторы классифицируют по следующим признакам:

- По принципу действия
 - Одностороннего действия
 - Двухстороннего действия
- По конструкции
 - Однотрубные
 - Двухтрубные
- По типу рабочего тела
 - Гидравлические
 - Газонаполненные (газогидравлические)

На современных автомобилях устанавливаются двухтрубные или однотрубные амортизаторы двухстороннего действия. В последнее время на автомобилях стали применяться газонаполненные амортизаторы указанных типов.



Устройство и принцип работы

1. Однотрубные амортизаторы

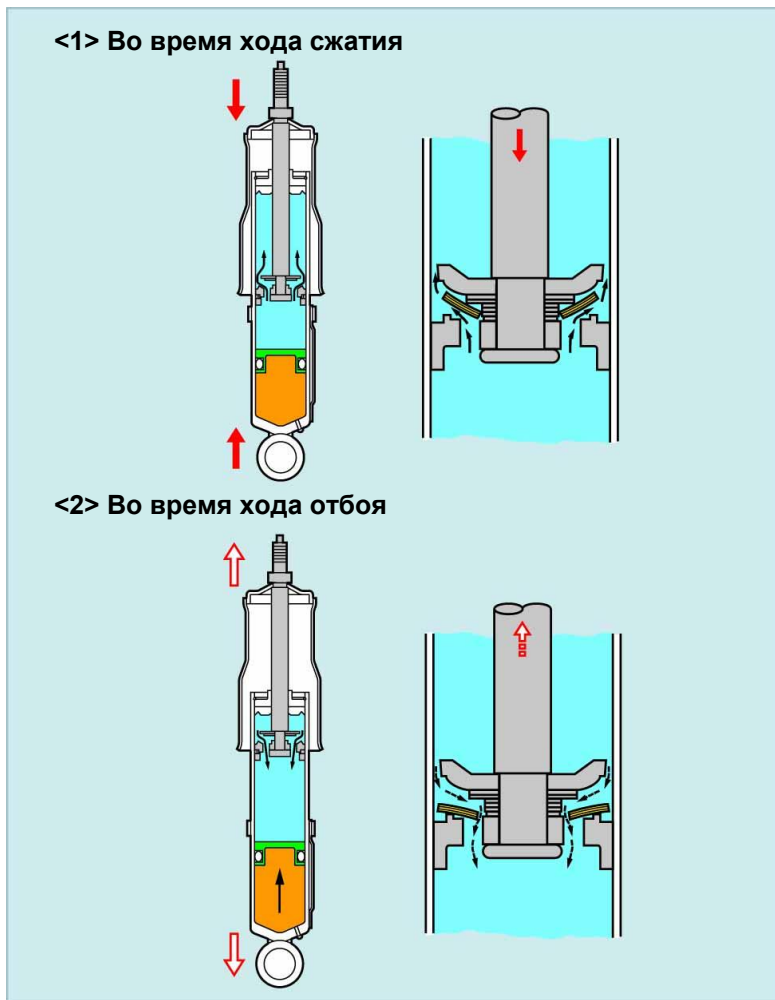
Амортизатор типа "DuCarbon" является типичным однотрубным амортизатором. Этот амортизатор заполнен азотом под высоким давлением (2,0-2,9 МПа; 20-30 кгс/см²; 284-427 psi)

(1) Устройство

Полость внутри рабочего цилиндра разделена непроницаемым поршнем на две камеры, одна из которых заполнена амортизаторной жидкостью, а другая заполнена азотом под высоким давлением. Разделительный поршень может свободно перемещаться внутри цилиндра.

(2) Характеристики амортизатора "DuCarbon"

- Однотрубная конструкция амортизатора обеспечивает улучшенную теплоотдачу от рабочего тела.
- Одна из внутренних полостей рабочего цилиндра заполнена азотом под высоким давлением. Эта полость отделена от другой полости, заполненной жидкостью, непроницаемым подвижным поршнем. Это предотвращает вспенивание рабочей жидкости и возникновение кавитации, что улучшает работу амортизатора.
- Однотрубный амортизатор при работе создаёт меньший уровень шума.



(3) Принцип действия

<1> Во время хода сжатия

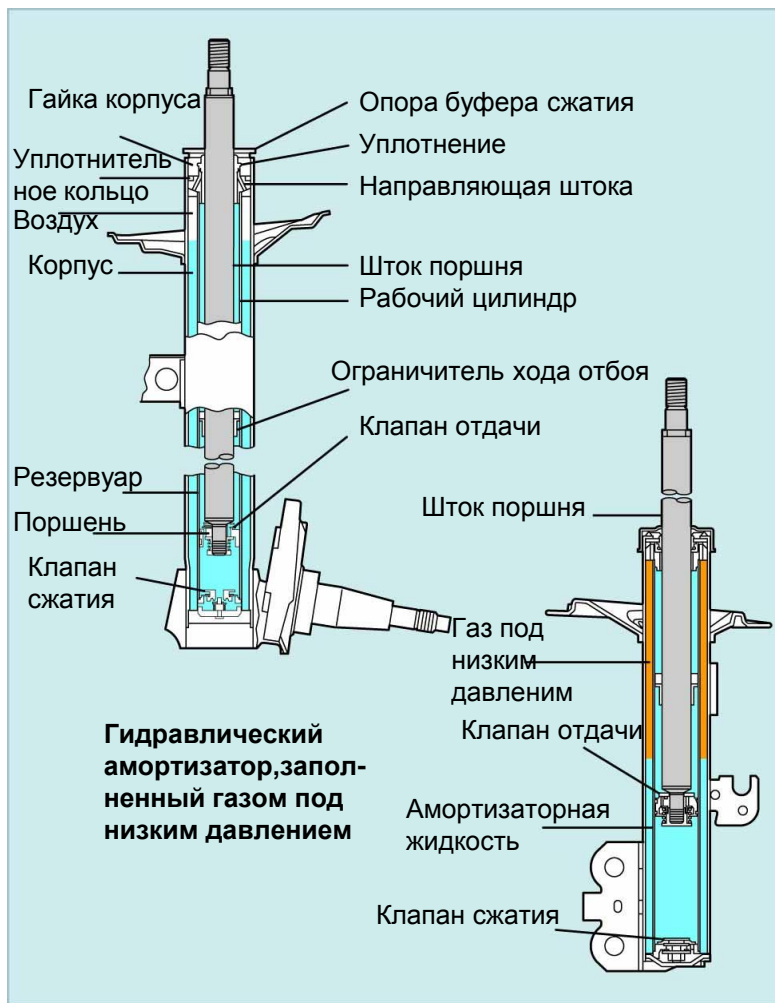
Во время хода сжатия шток с поршнем перемещаются вниз, что приводит к увеличению давления жидкости в полости под поршнем. Под действием разности давлений жидкость из полости под поршнем перетекает в полость над поршнем через сечение клапана в поршне. Разница давлений, действующих на поршень снизу и сверху, и создаёт силу сопротивления.

Сжатый газ обеспечивает компенсацию объёма вводимой или выводимой частей штока. Это обеспечивает стабильную работу амортизатора.

<2> Во время хода отдачи

Во время хода отдачи шток с поршнем перемещаются вверх, что приводит к увеличению давления жидкости в полости над поршнем. Под действием разности давлений жидкость из полости над поршнем перетекает в полость под поршнем через клапан, расположенный в поршне.

Во время хода отдачи объём нижней полости увеличивается на объём выводимой из цилиндра части штока. Для предотвращения разрыва сплошности служит объём, заполненный сжатым газом. Свободный поршень, перемещаясь вверх, компенсирует изменение объёма. Любые деформации стенок рабочего цилиндра амортизатора "DuCarbon" приводят к ухудшению подвижности обоих поршней. При установке таких амортизаторов на автомобиль следует располагать защитный экран, служащий для защиты рабочего цилиндра от летящих камней, с той стороны амортизатора, которая обращена к передней части автомобиля.



2. Двухтрубные амортизаторы

(1) Устройство

Рабочий цилиндр со штоком и поршнем расположены внутри наружного корпуса (резервуара) амортизатора. На нижней части поршня расположен клапан отдачи, создающий сопротивление во время хода отдачи. В нижней части рабочего цилиндра расположен клапан сжатия, создающий сопротивление во время хода сжатия.

Рабочий цилиндр полностью заполнен амортизаторной жидкостью, а полость между стенкой резервуара и рабочим цилиндром заполнена амортизаторной жидкостью лишь на 2/3. Оставшаяся часть объёма заполнена воздухом под атмосферным давлением или газом под низким давлением. Пустота резервуара, частично заполненная жидкостью, используется для компенсации объёма штока, вдвигаемого или выдвигаемого из рабочего цилиндра.

Свободный объём амортизатора может быть заполнен газом под низким давлением (0,3-0,6 МПа; 3-6 кгс/см² ; 43-85 psi).

Заполнение амортизатора газом под избыточным давлением предотвращает образование шума, вызванного кавитацией, и снижает вспенивание амортизаторной жидкости. Это обеспечивает надёжное демпфирование колебаний, улучшает плавность хода и устойчивость автомобиля.

Некоторые амортизаторы, заполненные газом под низким давлением, не имеют клапана сжатия, обычно располагаемого в нижней части рабочего цилиндра. В таких амортизаторах для создания сопротивления как при ходе сжатия, так и при ходе отдачи используется клапан, расположенный в поршне.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ:

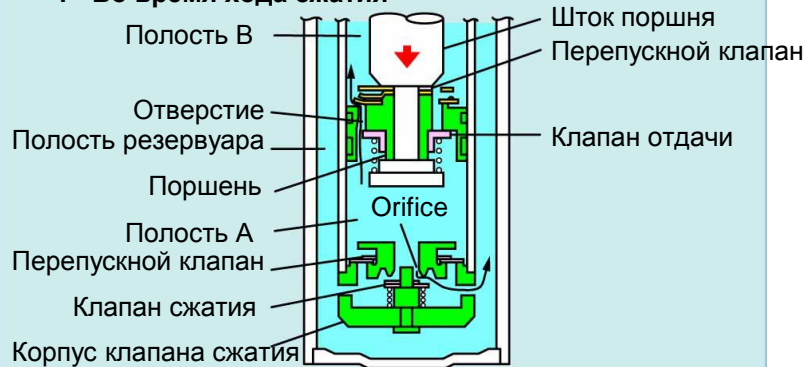
•Кавитация:

При течении жидкости с большими скоростями внутри потока образуются области пониженного давления, в которых зарождаются газовые пузырьки. Это явление называется кавитацией. При переносе в области с повышенным давлением происходит схлопывание пузырьков, сопровождаемое ударными волнами. Это приводит к образованию шума, флуктуации давления и механическим повреждениям компонентов амортизатора.

•Вспенивание:

Вспениванием называется образование смеси пузырьков воздуха и амортизаторной жидкости. Вспенивание является причиной увеличения уровня шума, флуктуации давления и нестабильности демпфирования.

<1> Во время хода сжатия



Поршень движется с большой скоростью



Перетекание через перепускной клапан

Поршень движется с малой скоростью



Перетекание через клапан сжатия



(2) Принцип действия

<1> Во время хода сжатия

- Поршень движется с большой скоростью

При движении поршня вниз давление в полости А под поршнем повышается.

При этом открывается перепускной клапан поршня и жидкость перетекает в полость В практически без сопротивления.

В это же время жидкость в объеме вводимой части штока через клапан сжатия перетекает в резервуар.

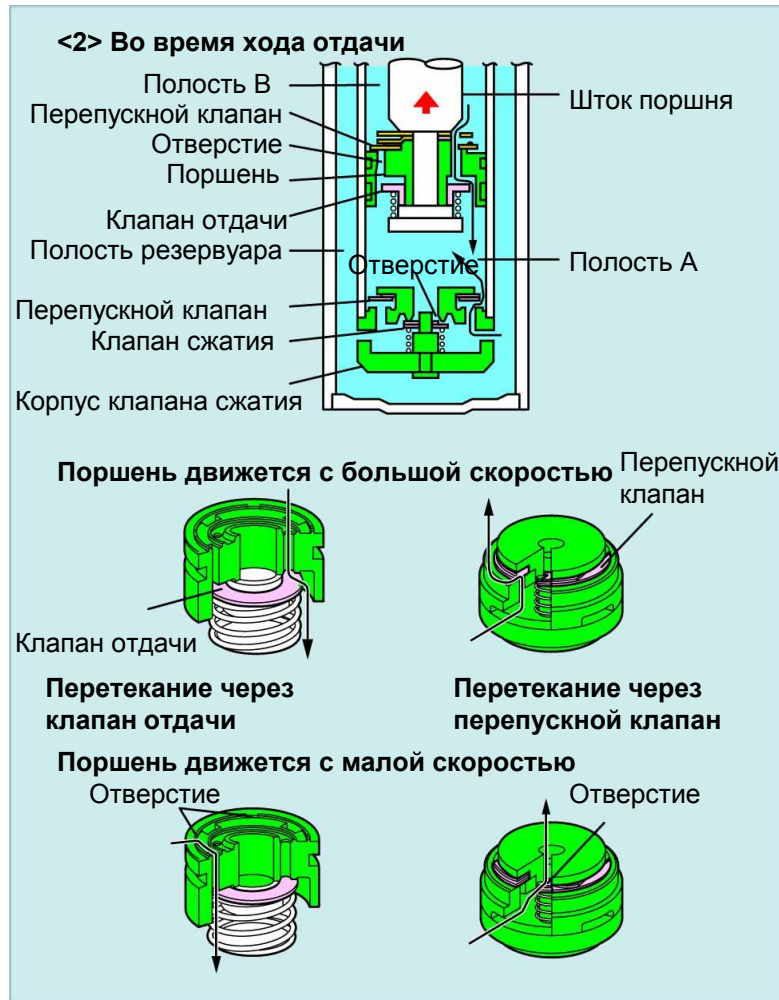
Давление, необходимое для перетекания жидкости через сечение клапана сжатия, и создаёт силу сопротивления во время хода сжатия.

- Поршень движется с малой скоростью

Если скорость перемещения поршня мала, то перепускной клапан на поршне и клапан сжатия в нижней части рабочего цилиндра не открываются, так как давление в полости А очень мало.

Перетекание жидкости из полости А в полость В и в полость резервуара обеспечивается за счёт отверстий, выполненных в перепускном клапане и клапане сжатия.

Сила сопротивления при этом мала.



<2> Во время хода отдачи

- Поршень движется с большой скоростью

При движении штока с поршнем вверх давление в полости В над поршнем повышается, что приводит к открытию клапана отдачи на поршне.

Жидкость, перетекая в полость А, создаёт разницу давлений, действующих на поршень снизу и сверху. Во время хода отдачи объём полости внутри рабочего цилиндра увеличивается на объём выводимой из цилиндра части штока.

Для предотвращения разрыва сплошности служит перепускной клапан, который сообщает полость резервуара и полость А.

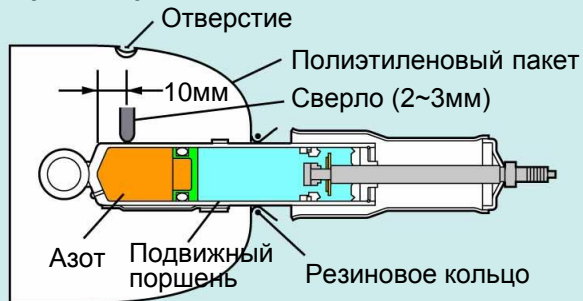
- Поршень движется с малой скоростью

Если скорость перемещения поршня мала, то клапан отдачи на поршне и перепускной клапан в нижней части рабочего цилиндра не открываются, так как давление в полости В над поршнем очень мало.

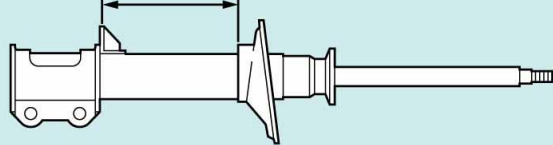
Часть жидкости из полости В через отверстия в перепускном клапане поршня перетекает в полость А.

Другая часть жидкости из полости резервуара через отверстие в клапане сжатия также перетекает в полость А. Сопротивление амортизатора при этом незначительно.

(1) Амортизатор типа "DuCarbon"



(2) Неразборные амортизаторные стойки типа "Мак-Ферсон" Зона, в которой следует просверлить отверстие



(3) Разборные амортизаторные стойки типа "Мак-Ферсон"



Меры предосторожности при проведении технического обслуживания

3. Сброс давления

(1) Утилизация амортизаторов типа "DuCarbon"

Для сброса внутреннего давления необходимо просверлить отверстие диаметром 2...3 мм на расстоянии 10 мм от нижней стенки снятого амортизатора. (Газ, наполняющий внутреннюю полость амортизатора, безвреден, не имеет цвета и запаха. Однако во время работы возможен выброс металлической стружки. Во время работы на нижний край амортизатора рекомендуется одевать полиэтиленовый пакет.)

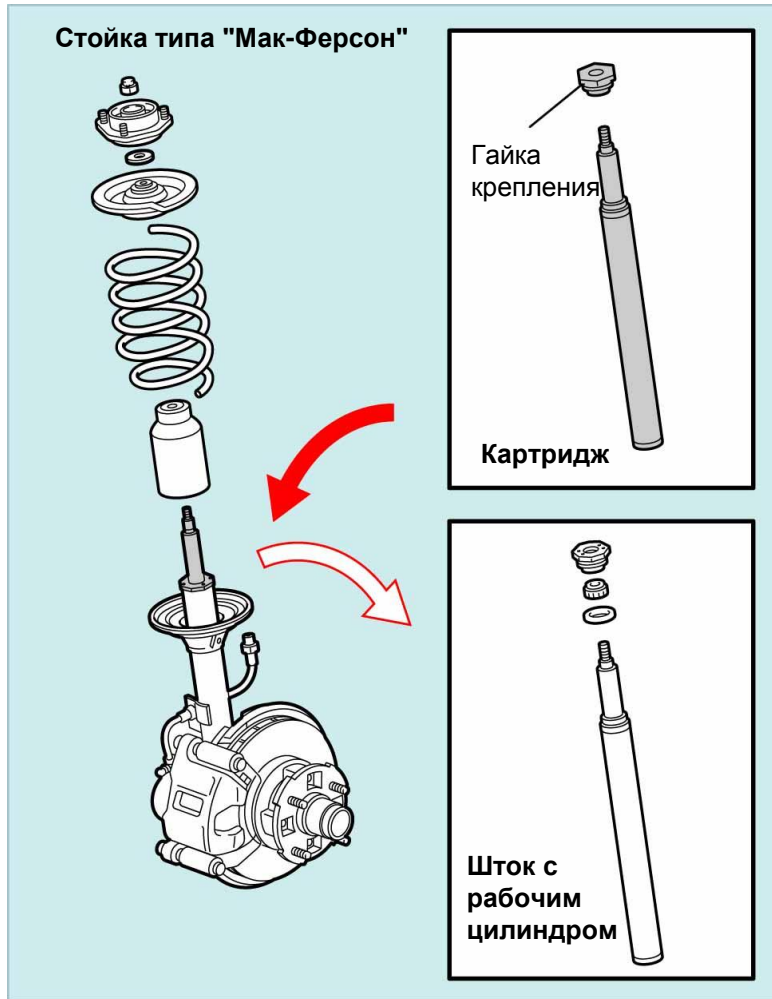
(2) Неразборные амортизаторные стойки типа "Мак-Ферсон" Если гайка корпуса завальцована, то перед утилизацией стойки просверлите отверстие диаметром 2...3 мм в верхней части корпуса. Во время работы расположите стойку горизонтально.

(3) Разборные амортизаторные стойки типа "Мак-Ферсон"

<1> Зажмите стойку в тиски.

<2> Медленно отверните гайку корпуса на три-четыре оборота до начала выхода сжатого газа. Если попытаться быстро отвернуть гайку, то возможно выплёскивание амортизаторной жидкости.

<3> Перед тем, как утилизировать амортизаторную стойку, убедитесь в том, что произведён сброс давления газа. Для проверки следует выдвинуть шток с поршнем вверх до упора и отпустить его. Если поршень начнёт перемещаться вниз под действием собственного веса, то внутри стойки не содержится газа под избыточным давлением.



4. Установка вставных картриджей

Обычно амортизаторы заменяются целиком. Однако для некоторых амортизаторных стоек типа "Мак-Ферсон", заполненных газом под низким давлением, выпускаются ремонтные картриджи. Вставной картридж устанавливается внутрь корпуса стойки вместо штока с поршнем и рабочим цилиндром.

Во время установки картриджа соблюдайте следующие предосторожности:

- Так как оригинальный шток с рабочим цилиндром отличаются от вставного картриджа, то для крепления картриджа следует использовать специальную гайку, входящую в комплект поставки картриджа.
- В случае утилизации вставного картриджа необходимо предварительно сбросить внутреннее давление. Сброс давления осуществляется также, как и в случае неразборных стоек типа "Мак-Ферсон".