

# Виды подвесок на автомобилях



Основными требованиями, предъявляемыми к подвеске, являются следующие:

- упругая характеристика подвески должна обеспечивать высокую плавность хода и отсутствие ударов в ограничители хода, противодействовать кренам при повороте, «кивкам» (дифференту) 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, исключая 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.

# Подвески легковых автомобилей

## Двухрычажная

Двухрычажная подвеска с коротким верхним и длинным нижним рычагами обеспечивает минимальные поперечные перемещения колеса (вредные для боковой устойчивости автомобиля и вызывающие быстрый износ шин), а также незначительные угловые перемещения при ходе вверх и вниз.

Конфигурация поперечного рычага позволяет каждому колесу независимо воспринимать неровности и оставаться более вертикальным на поверхности дороги. А это означает лучшее сцепление с дорогой.





## Многорычажная



Многорычажная подвеска несколько напоминает двухрычажную подвеску и имеет все ее положительные качества. Эти подвески более сложны и более дороги, но обеспечивают большую плавность хода и лучшую управляемость автомобиля. Большое количество элементов - сайлент-блоков и шаровых шарниров хорошо гасят удары при резком наезде на препятствия. Все элементы крепятся на подрамнике через мощные сайлент-блоки, что позволяет увеличить шумоизоляцию автомобиля от колес.

Применение многорычажной независимой подвески, которая главным образом используется на автомобилях представительского класса, придает подвеске стабильный контакт колес с любым покрытием на дороге и четкий контроль автомобиля при изменениях направления движения.

### Главные преимущества многорычажной подвески

- Независимость колес друг от друга
- Низкая неподрессоренная масса
- Независимая продольная и поперечная регулировки
- Хорошая недостаточная поворачиваемость
- Хороший вариант для использования в схеме 4x4

## Задняя зависимая подвеска

Типичным представителем такой конструкции может служить задняя подвеска с цилиндрическими винтовыми пружинами в качестве упругих элементов. Как пример можно привести конструкцию задних подвесок классических "Жигулей". В этом случае балка заднего моста "подвешивается" на двух винтовых пружинах и дополнительно крепится к кузову при помощи четырех продольных рычагов. Кроме этого, для улучшения управляемости, уменьшения крена кузова в поворотах и улучшения плавности хода устанавливается поперечная реактивная штанга.





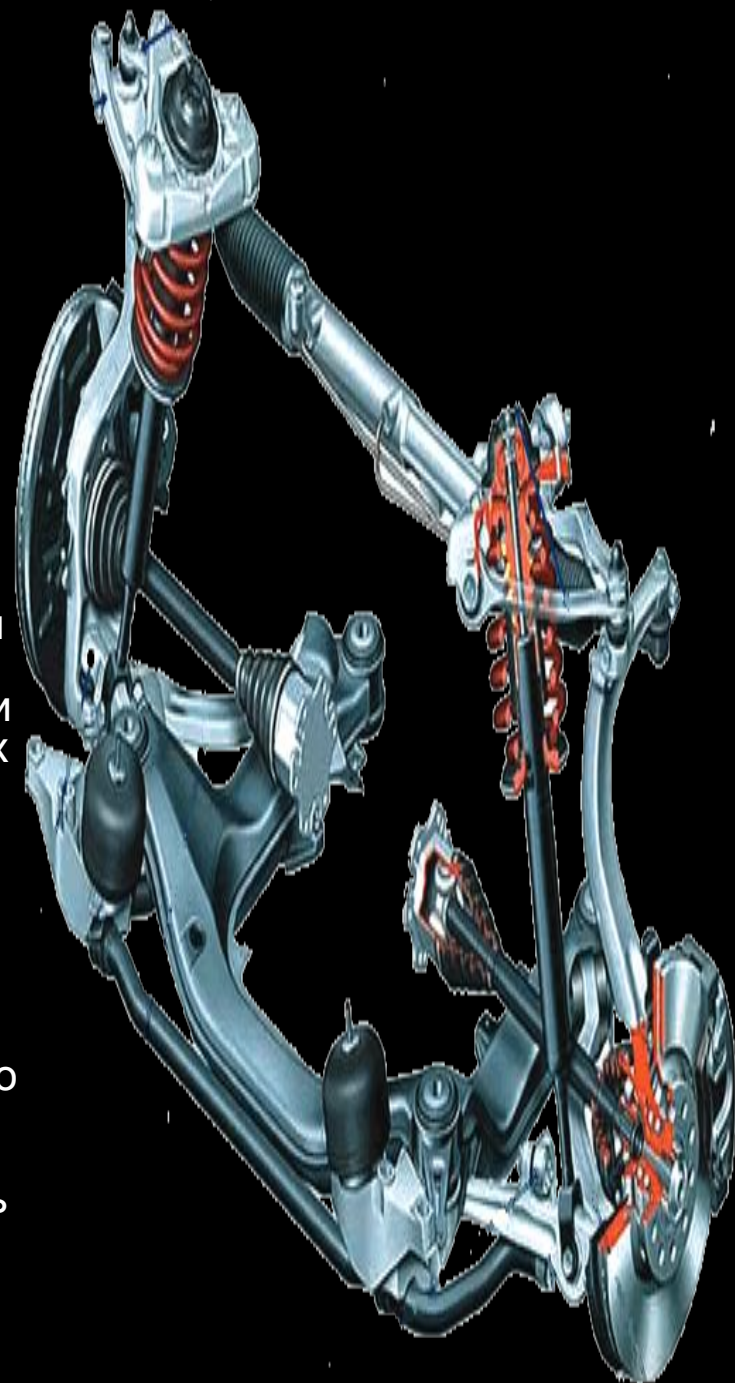
Но несмотря на совершенствование конструкции, все зависимые подвески обладают одним и весьма существенным минусом: проявляется несбалансированное поведение автомобиля при старте и торможении. Машина начинает "приседать" при интенсивном разгоне и "клевать носом" во время торможения. Для устранения этого эффекта стали применять дополнительные направляющие элементы.

## Подвеска типа "ДеДион"

Стремясь как можно больше "облегчить" задний мост, инженеры многих автомобильных компаний начали применять подвеску типа "Де Дион", названную по имени своего изобретателя, француза Альберта Де Диона. Главное ее отличие - картер главной передачи теперь отделен от балки моста и прикреплен непосредственно к кузову. Теперь крутящий момент передается от двигателя автомобиля к ведущим колесам через полуоси, качающиеся на шарнирах равных угловых скоростей. Этот тип подвески может быть как зависимым, так и независимым. Нечто похожее применяется на внедорожных автомобилях, в конструкции передней подвески независимого типа.

## Подвеска на двойных поперечных рычагах.

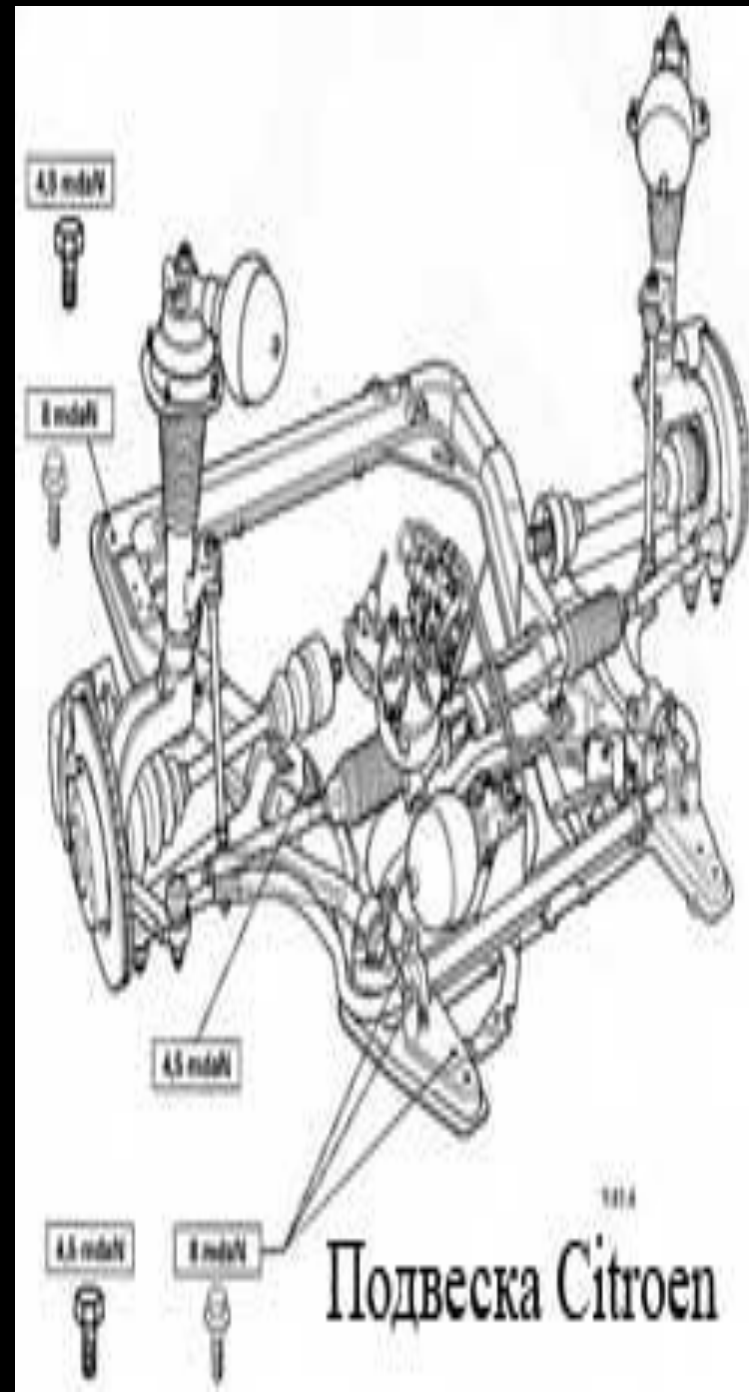
В этой конструкции есть два поперечных рычага, имеющих поворотные опоры (сайлент-блоки) на раме, балке или кузове. Наружные концы рычагов, в случае передней подвески, соединяются с помощью шаровых опор с поворотным кулаком. Чем больше может быть расстояние между поперечными рычагами, тем меньше силы, 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 крена, так и центра дифферента (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, относительно нижних, колёса при ходе сжатия наклоняются в сторону отрицательного развала, а при ходе отбоя – в сторону положительного. За счёт этого можно противодействовать изменению развала, обусловленному креном кузова. Также, изменив угол плоскости качания верхнего рычага относительно нижнего, можно добиться антикивкового эффекта.





## Торсионная подвеска.

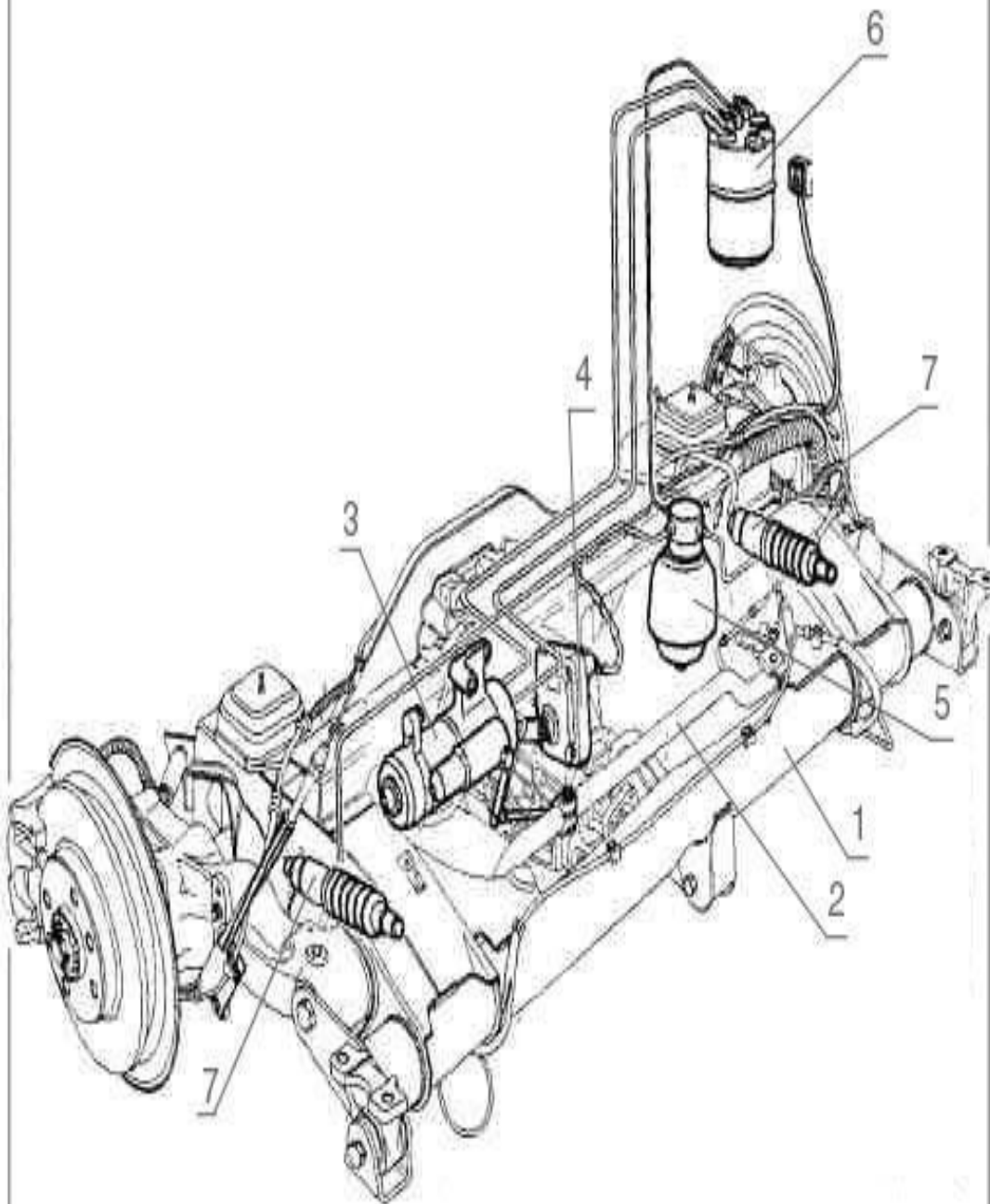
На многих современных внедорожниках используется подвеска этого типа. Опять же это по сути подвеска на двух поперечных рычагах, но вместо пружины в ней используется торсион - упругий металлический стержень, работающий на скручивание. Он играет ту же роль, что и рессоры, пружины или резиновые блоки. Но в отличие от них он работает только на скручивание (французское слово *torsion* - означает скручивание). Такую подвеску стали называть стержневая подвеска (она же - торсионная!). Инженер Фердинанд Порше-старший в конце 20-х-начале 30-х годов оформил несколько патентов на стержневую подвеску. Он применил ее в 1934 году на гоночных Auto-Union, а в 1940-м уже стояла на серийных машинах Volkswagen, как армейских, так и гражданских. В 1935 году стержневая подвеска колес в ее оптимальном варианте нашла массовое применение на Citroen Traction Avant. Порше увидел в торсионе его главное достоинство - компактность, и отсюда - малую массу. Эти качества особенно ценны для машин с очень плотной компоновкой и жесткими ограничениями по весу - гоночные автомобили, внедорожники, армейские колесные машины. Примеры тому Ferrari F2001, Toyota Landcruiser, ракетовоз МАЗ 547. Андре Лефевр, создатель Citroen TA, усмотрел в торсионе другое достоинство. Его стержень довольно длинный, чем длиннее, тем мягче подвеска, а потому. Один конец торсиона, идущего вдоль машины, присоединяется к рычагу подвески, а другой закрепляется в одной из поперечин рамы или несущего кузова. Таким образом, все нагрузки от дорожных толчков переносятся в самое сильное место автомобиля, и они распределяются по раме или кузову наиболее выгодным образом. Для первой массовой модели с несущим кузовом это было немаловажно. В связи с широким распространением подвески передних колес типа МакФерсон все меньше фирм стали применять торсионную. Одной из причин отказа от торсионов явилась деликатная технология изготовления. Однако для полноприводных внедорожников с рамой и микроавтобусов торсионная подвеска оказалась идеальной. На Toyota Prado, Isuzu Trooper, Ford Expedition, Chevrolet Blazer и других применяются длинные продольные торсионы, присоединенные к оси нижнего, а на VW T4 верхнего рычага передней подвески и завязанные другим концом на поперечину рамы.





## Зависимая подвеска

С самого зарождения автомобилестроения до наших дней дожила зависимая подвеска. Но она становится историей - мосты, жестко связывающие колеса, ныне используют разве что на классических внедорожниках, таких как Nissan Patrol, Jeep или УАЗ. Еще реже на легковых автомобилях, например, на Волгах и классических Жигулях, но эти машины были разработаны около полувека назад. Минусы конструкции очевидны - перемещение одного колеса передается другому, следствием чего являются резонансные колебания колёс в поперечной плоскости (эффект шимми), что вредит и комфорту, и управляемости. Выход один - надо «развязывать» правую и левую сторону.



## Подвески грузовых автомобилей



Одна из первых и наиболее распространенных конструкций зависимой подвески - с продольными или поперечными рессорами и гидравлическими амортизаторами. Ее до сих пор применяют на грузовиках, коммерческих автомобилях и на некоторых моделях внедорожников. Это наиболее простой вариант решения задней подвески: мост "подвешивается" на продольных рессорах, закрепленных в кронштейнах кузова. Кроме этого, к балке заднего моста крепятся амортизаторы. В такой конструкции рессоры выполняют также функции направляющих элементов, то есть связывают колесо с кузовом и определяют его кинематику.

Плюс зависимой задней подвески подобного типа - очевидная простота конструкции, правда, это имеет какое-либо серьезное значение только для производителя. На практике же рядового автомобилиста ожидают только минусы: недостаточная эффективность работы рессор, как направляющих элементов. При достижении высоких скоростей относительно "мягкие" рессоры оказываются не в состоянии придавать заднему мосту необходимое положение в пространстве, отчего сильно ухудшается сцепление шин с дорогой, и, как следствие, проявляется неудовлетворительная управляемость машины на высоких скоростях.

## Подвески внедорожников и пикапов

Рассмотрим варианты подвесок на данный тип автомобилей подробнее. Здесь присутствуют несколько видов подвесок:



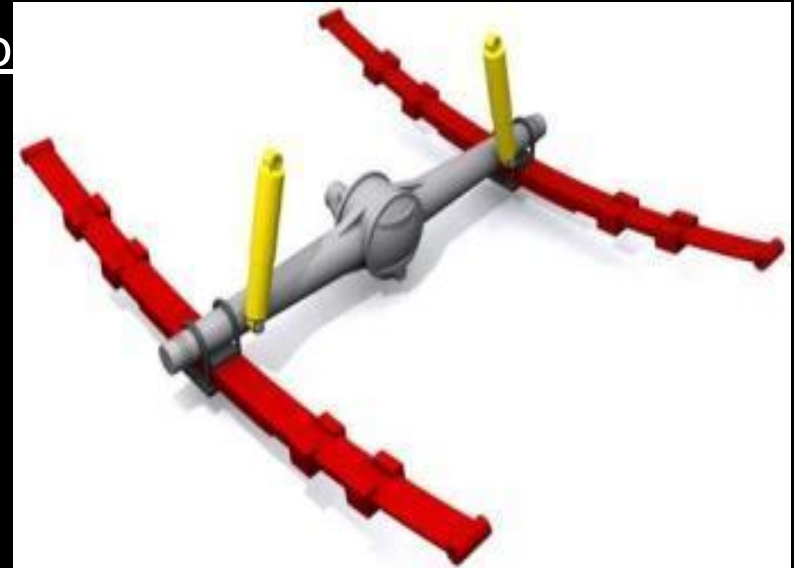
-автомобили с зависимой передней и задней подвесками

-автомобили с независимой передней и зависимой задней подвеской

-автомобили с полностью независимой подвеской



Разбирать устройство начнем с задней подвески. Наиболее распространенной задней подвеской внедорожников является рессорная или пружинная подвеска с жестким неразрезным мостом



Рессорная подвеска имеет простую конструкцию, высокую надежность, выдерживает очень большие нагрузки и поэтому чаще всего применяется на тяжелых джипах и пикапах. Но в погоне за ценой и надежностью автопроизводители используют рессорные подвески и на более легких недорогих внедорожниках. Пружинные подвески немного сложнее рессорных, но при этом компактны и обычно довольно мягкие и длинноходные и устанавливаются на более легких и комфортных внедорожниках. В остальных же случаях на паркетниках и спортивных городских внедорожниках применяются различные варианты независимых рычажных задних подвесок.

Передние подвески внедорожников так же бывают с жестким неразрезным мостом, но сегодня подобные конструкции встречаются редко. Стремясь улучшить управляемость и устойчивость автомобилей на шоссе автопроизводители все чаще применяют независимые пружинные или торсионные подвески



слева - торсионная,

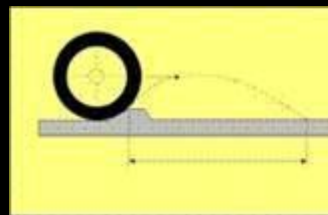


справа - пружинная.

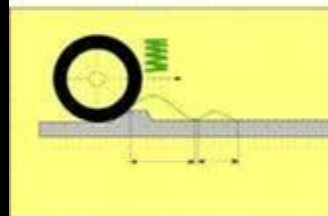
В состав подвески автомобиля также входит стабилизатор поперечной устойчивости. Назначение этого устройства — уменьшение наклона автомобиля при движении на поворотах, а также повышение его устойчивости и управляемости.

Когда автомобиль выполняет поворот, его кузов с внутренней стороны поворота приподнимается над поверхностью дороги, а с внешней — наоборот, сближается к ней, что создает опасность опрокидывания. Этому препятствует стабилизатор, который, прижавшись к поверхности вместе с автомобилем с одной его стороны, одновременно прижимает другую сторону. Если одно из колес автомобиля наезжает на неровность, то стабилизатор стремится вернуть его в первоначальное положение.

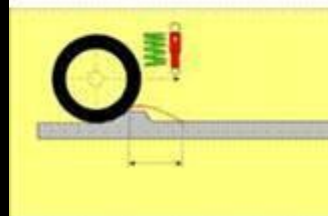
Однако от последствий лихачества не спасет ни один стабилизатор: подтверждением этому являются частые случаи опрокидывания автомобилей.



Поведение колеса на дороге без пружины и амортизатора.



Поведение колеса на дороге с пружиной и без амортизатора.



Поведение колеса на дороге с пружиной и с амортизатором.



# Новая электромагнитная подвеска

Корпорация Bose, славящаяся своими аудиосистемами, создала уникальную электромагнитную подвеску для легковых автомобилей. Она исключает любые крены и колебания на ухабах, выбоинах, сохраняя комфорт для водителя и пассажиров.

Автомобильная подвеска выполняет две задачи: во-первых, создать комфорт седокам и, во-вторых, обеспечить надежное поведение автомобиля на дороге. Комфорт достигается гашением (сглаживанием) колебаний машины от дорожных неровностей, а надежное поведение — исключением чрезмерной раскачки и кренов, а также хорошим контактом шины с дорогой.

Но, по законам физики, эти две цели противоречат друг другу. Поэтому, например, при проектировании подвески для представительских седанов люкс-класса акцент ставится на комфорт, но побочным эффектом такого решения выступают крены и раскачка кузова во время прохождения поворотов, торможения и проезда серьезных неровностей. В спортивных автомобилях, где главной характеристикой становится уверенный контроль над дорогой, подвеска “зажата”. Ее проектируют так, чтобы исключить крены и колебания, но в жертву приносится комфорт: подвеска становится “зубодробительной”.

Математические расчеты и компьютерное моделирование для определения оптимальных характеристик автомобильной подвески показали, что для идеальной системы подвески не подходит ни одна обычная схема. Привычные амортизаторы, пружины и гидравлические системы не в состоянии обеспечить достаточные прочность, быстродействие и эффективность. В поиске новых решений конструкторы подвески компании Bose занялись изучением электромагнитных явлений, в результате чего им удалось найти свое ноу-хау.

Его суть состоит в том, что у каждого колеса вместо амортизатора и пружины смонтирован линейный электромагнитный мотор. Внутри мотора находятся магниты и соленоид. Когда ток протекает по обмотке внутри катушки (соленоида), создается магнитное поле, в результате чего мотор работает на сжатие и отбой. Одним из преимуществ электромагнитного двигателя является быстродействие. Он эффективно противодействует ухабам, рытвинам и выбоинам, сохраняя комфорт для пассажиров.

Электромотор сопротивляется кренам и раскачке во время активных действий рулем — он как бы “зажимает” подвеску. Такая система подвески обладает достаточной мощностью, прочностью и занимает немного места.

## Прыгающая машина

Ток для электромотора подается от блока управления через усилитель. Принцип основан на технологии коммутирующих усилителей. Рекуперативные усилители мощности доставляют ток в линейный электродвигатель, а затем в процессе работы мотора энергия возвращается в усилитель. Например, когда колесо с подвеской Bose попадает в яму, энергия используется для увеличения хода отбоя. Когда же колесо выезжает из ямы, мотор работает как генератор: за счет механического движения (сжатия) линейный электродвигатель возвращает энергию обратно в усилитель. Таким образом, подвеска Bose расходует в три раза меньше энергии, чем обычный автомобильный кондиционер.

