

ОБЗОР КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

Overview of design solutions for car suspension

Базарбаева А. К., студент Костанайского государственного университета имени А. Байтурсынова
(Респ. Казахстан, Костанай, ул. Байтурсынова 47)

Рецензент: А. Б. Шаяхметов, кандидат технических наук, доцент

Аннотация

В статье дается обзор существующих видов подвески автомобиля с их характеристикой. Подвеска является одной из основных конструкций транспортного средства. Сложные колебательные процессы, которые возникают при движении транспортного средства по неровным дорогам, оказывают влияние на все основные эксплуатационные свойства автомобиля: плавность хода, комфортабельность, устойчивость и управляемость, другие свойства, определяющие его безопасность. Перечисленные показатели автомобиля зависят от конструктивных элементов подвески.

Ключевые слова: автомобиль, подвеска, современные модели, конструкция, простота установки.

Summary

The article gives an overview of the existing types of car suspension with their characteristics. The suspension is one of the basic designs of the vehicle. Complex oscillatory processes that arise when the vehicle is moving along uneven roads affect all the main operational properties of the car: smooth running, comfortableness, stability and controllability, other properties that determine its safety. The listed parameters of the car depend on the structural elements of the suspension.

Keywords: car, suspension, modern models, design, easy installation.

За последние десятилетия использование автотранспортных средств значительно увеличилось. Эффективность работы, надежность, долговечность, мощностные, экономические и экологические показатели выросли. Но несмотря на это, как показывает практика, большое количество автомобилей эксплуатируются с неисправностями, что соответственно приводит к снижению показателей их работоспособности.

Сложные колебательные процессы, которые возникают при движении транспортного средства по неровным дорогам, оказывают влияние на все основные эксплуатационные свойства автомобиля: плавность хода, комфортабельность, устойчивость и управляемость, другие свойства, определяющие его безопасность. Перечисленные показатели автомобиля зависят от конструктивных элементов подвески.

Подвеска автомобиля является неотъемлемой составляющей всего транспортного средства. Она, служащая связующим звеном между кузовом (рамой) автомобиля и дорогой, должна обеспечивать постоянный контакт колес с дорогой и безопасное движение, сохранность пассажиров и грузов, работоспособность, а также комфорт водителя.

Подвеска должна обеспечивать оптимальную частоту колебаний кузова и оптимальную степень затухания колебаний; противодействовать крену машины при повороте, разгоне и торможении; обеспечивать постоянство углов установки направляющих колес, соответствие кинематики перемещения колес при повороте и кинематики рулевого механизма; иметь простое устройство и быть доступной для технического обслуживания, обладать достаточной надежностью [1].

За долгое время развития и совершенствования автомобильной промышленности подвеска претерпела множество конструктивных изменений, направленных на улучшение управляемости

автомобиля и комфорта для пассажиров. На практике было большое количество различных способов соединения колес с корпусом автомобиля. Все эти способы соединения различались по виду связи между колесами и по используемому амортизирующему элементу. И на данный момент существует ряд подвесок автомобиля, которые нашли свое применение в современных автомобилях.

Типов подвесок существует огромное множество, они классифицируются по типу направляющего аппарата (зависимые и независимые) и по типу упругих элементов. Каждая подвеска имеет свои преимущества и недостатки. Зависимая проще, дешевле, имеет постоянную колею, но в тоже время балка не является подрессоренной, поэтому назвать лёгкой эту подвеску нельзя. Заднюю подвеску обычно выполняют зависимой. Независимые имеют гораздо больше преимуществ, поэтому и распространены сейчас больше. Применение независимой подвески передних колес благоприятно влияет на плавность хода. В качестве упругого элемента независимой подвески обычно используют пружину, пневматические упругие элементы и торсионы [2].

Подвеска «Де-Дион», являющаяся промежуточной между зависимыми и независимыми подвесками. Особенность конструкции этой подвески (наличие подпружиненной неразрезной балки, отсутствие, за исключением ступиц колес и самих колес) позволяет применять ее только на задних ведущих мостах автомобиля.

На практике составляющие зависимой подвески имеют огромный вес, что напрямую влияет на утяжеление неподрессоренного веса, которые не позволяет испытывать комфорт во время езды. Созданная в те времена, подвеска «Де-Дион» помогала убрать дополнительный неподрессоренный вес и переместить его на кузов транспортного средства. Устройство, позволяющее крутиться колёсам, соединили с кузовом, редуктор, в свою очередь, функционировал посредством пары полуосей и шарниров. Внедрённая «Де-Дион» подвеска помогла сохранить зависимость колёсной базы и одновременно минимизировала неподрессоренный вес.

Сохраняя кинематику зависимой подвески, «Де-Дион» объединяет её преимущества – в первую очередь, отсутствие изменения установочных параметров (колеи, развала колёс и так далее) при прохождении поворота и одноимённых ходах обоих колёс – с малой неподрессоренной массой, сравнимой с таковой при независимой подвеске или даже меньшей, благодаря чему она не имеет общего недостатка большинства зависимых подвесок ведущих колёс – нарушающего сцепление колёс с дорогой «подпрыгивания» моста при проезде повторяющихся неровностей покрытия. При удачном подборе кинематики подвеска «Де-Дион» на ровном покрытии превосходит большинство видов независимой подвески: до тех пор, пока дорога остаётся сравнительно ровной, соединённые общей балкой колёса будут перпендикулярны ей (или сохранять заданный проектировщиком небольшой отрицательный развал), вне всякой зависимости от кренов кузова, что соответствует максимально возможному сцеплению с покрытием [3].

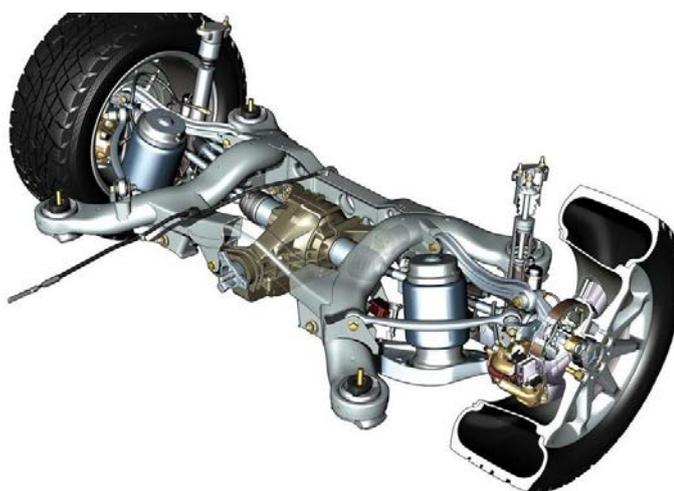


Рис. 1. Схема подвески «Де-Дион»

Двухрычажная подвеска – распространенный тип независимой подвески. Конструкция двухрычажной подвески состоит на использовании двух рычагов.

Двухрычажная подвеска является одним из старых представителей подвески, но, несмотря на это, она до сих пор считается самой сбалансированной и оптимальной для легкового автомобиля. Разумеется, современный вариант подвески на двух поперечных рычагах является усовершенствованной схемой. Двухрычажная подвеска встречается чаще всего на спортивных автомобилях и на внедорожниках.



Рис. 2. Двухрычажная подвеска

Многорычажная подвеска (Multilink) в настоящее время является самым распространенным видом подвески, который применяется на задней оси легкового автомобиля. Многорычажная подвеска устанавливается как на переднеприводные, так и на заднеприводные автомобили.

Многорычажная подвеска является дальнейшим развитием подвески на двойных поперечных рычагах. Если каждый из поперечных рычагов разделить на две части, получится простейшая многорычажная подвеска.

В многорычажной подвеске для крепления ступицы колеса используется не менее четырех рычагов, что обеспечивает независимую продольную и поперечную регулировки колеса. В

современных конструкциях многорычажных подвесок наряду с поперечными рычагами используются продольные рычаги.

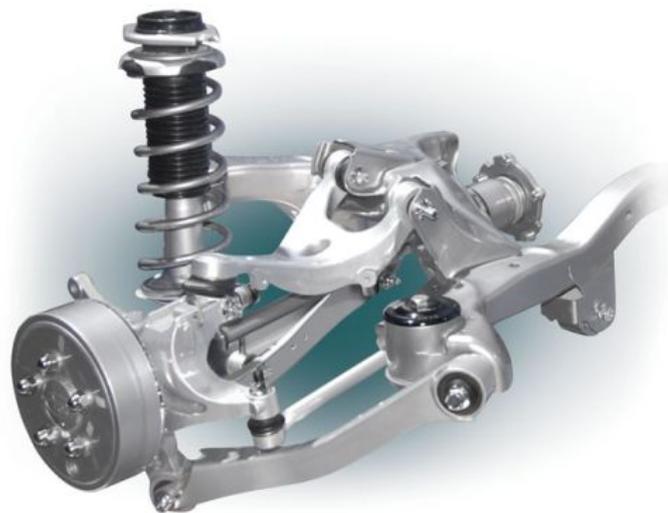


Рис. 3. Многорычажная подвеска (Multilink)

Независимая подвеска на продольных и поперечных рычагах – также один из видов современной подвески автомобиля. В конструкции этой подвески используется направляющая стойка, в которой, чтобы разгрузить брызговик крыла, применяется продольный рычаг, принимающий на себя верхние опорные усилия. Этот вид подвески громоздок, сложен в конструкционном плане, а потому непопулярен. Как таковых преимуществ у подвески на продольных и поперечных рычагах мало: это большое расстояние по высоте между опорными узлами (уменьшает влияние сил на крепления подвески к кузову) и вариативность конструктивных ходов подвески. К недостаткам относят сложность конструкции (большое количество деталей – шарниров, рычагов), большие габариты, плохие параметры кинематики (значительное изменение угла развала при больших ходах подвески).

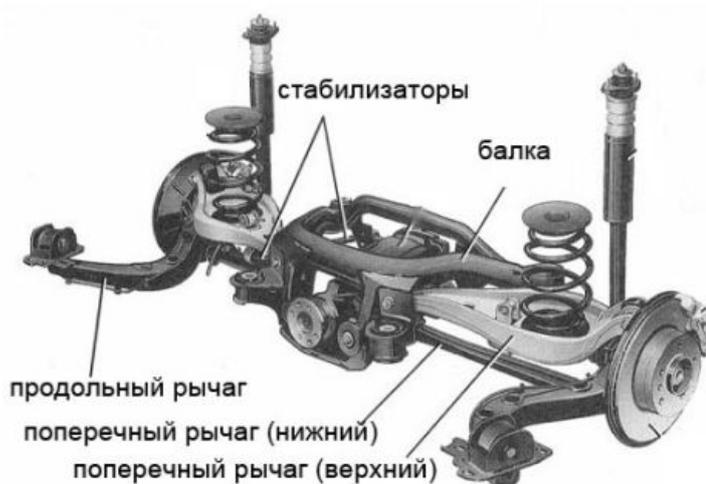


Рис. 4. Независимая подвеска на продольных и поперечных рычагах

Подвеска «МакФерсон» представляет собой несколько видоизмененную систему на двух рычагах. Подвеска распространена на транспорт бюджетного и среднего классов. Для спортивных машин и автомобилей премиум-класса используются более совершенные типы

подвесок. В ее конструкции используются амортизационные стойки, а упругим элементом выступает витая пружина. Устанавливается преимущественно на переднюю ось.

В сравнении с подвеской на двойных поперечных рычагах, «Макферсон» уступает по параметрам кинематики (главным образом из-за существенно большего изменения развала колёс при ходах сжатия и отбоя), в значительно большей степени передаёт на кузов автомобиля вибрации и шумы, занимает много места по высоте, а также сложнее в обслуживании из-за необходимости демонтажа всей стойки, например, для замены или ремонта амортизатора, но более дешёва и технологична в производстве, компактна по ширине и имеет небольшую массу, что обусловило широчайшее её применение в практике современного автомобилестроения [3].

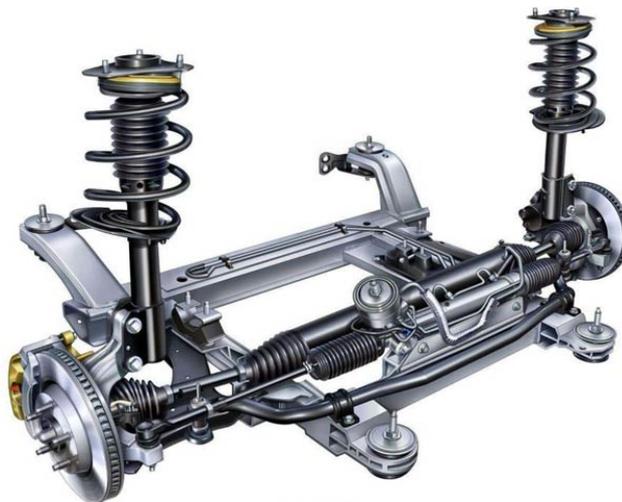


Рис. 5. Подвеска «МакФерсон» (McPherson)

Торсионная подвеска является таким видом подвески, при котором в качестве упругого элемента используется торсион.

Торсион представляет собой металлический упругий элемент, работающий на скручивание. Как правило, это металлический стержень круглого сечения со шлицевым соединением на концах. Торсион может состоять из набора пластин, стержней, балки определенного сечения.

Конструктивно торсион одним концом крепится к кузову или раме автомобиля, а другим – к направляющему элементу – рычагу. При перемещении колес торсион закручивается, чем достигается упругая связь между колесом и кузовом. Этот вид подвески использовался на задней оси переднеприводных автомобилей. Сегодня такую подвеску изредка используют на бюджетных моделях китайские компании [4].



Рис. 6. Торсионно-рычажная (полузависимая)

Адаптивная подвеска, как и любая другая система поддресоривания, представляет собой совокупность узлов и механизмов, которые обеспечивают комфорт и безопасность передвижения водителя и пассажиров. От качества подвески зависят управляемость и устойчивость автомобиля, а также срок службы других узлов и механизмов. Поэтому всё чаще автолюбители делают выбор в пользу регулируемой подвески, которая подстраивается под любой тип дорожной поверхности.

Стандартная подвеска, которая устанавливается на бюджетные автомобили, ограничена в своих возможностях: она обеспечивает машине хорошую управляемость на трассе либо комфорт на неровной дороге.

Адаптивная подвеска имеет два главных отличия от стандартной – это приспособление к текущему дорожному покрытию и стилю вождения. Это подвеска нового уровня, представляющая собой систему со множеством датчиков и активных механизмов. При движении на автомобиле с адаптивной подвеской водитель может и не заметить изменение качества дороги. Данный тип регулируемой подвески нельзя назвать инновацией, так как эта сложная конструкция устанавливается на автомобили не первый год. Однако совсем недавно автопроизводителям удалось сделать ее компактнее, при этом увеличив функционал.

Усовершенствование этой части автомобиля также позволило уменьшить крен кузова и улучшить маневренность.

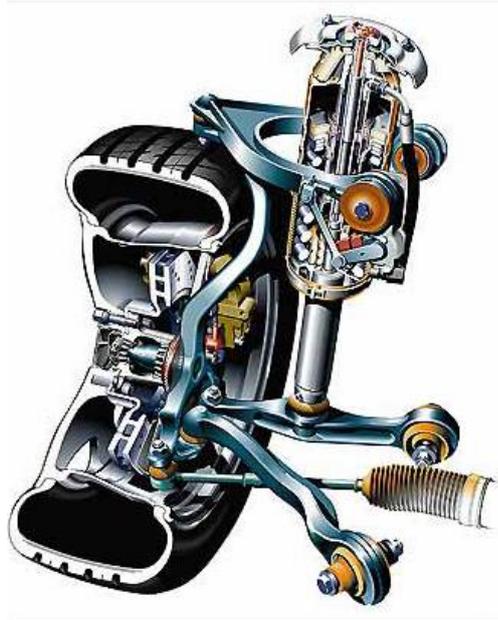


Рис. 7. Адаптивная подвеска

Вид *подвески на поперечных рессорах* пришел к нам из прошлого, ведь такой вид подвески имели кареты. По своей конструкции подвеска является очень простой: неразрезная балка моста, над которой крепится поперечная рессора полуэллиптической формы. После того, как в конструкцию подвески пришлось добавление редуктора, то после ее модернизировали путем добавления таких элементов, как продольные реактивные тяги. Поперечная рессора играет роль как упругого, так и направляющего элемента. Для уменьшения податливости рессоры использовались продольные реактивные тяги или дышло.

Этот тип подвески наиболее известен по автомобилям Ford T и Ford model A / ГАЗ-А [3].



Рис. 8. Грузовой автомобиль с зависимой подвеской на поперечных рессорах

Подвеска на продольных рессорах. Конструкция данной подвески также не выделяется своей сложностью, пара продольных рессор, и на них подвешена балка моста. Этот экономически выгодный тип подвески имеет еще и то преимущество, что погрузочная поверхность на грузовых автомобилях и кузов на легковых автомобилях поддерживаются сзади в двух точках:

под задним сиденьем и под багажником. За счет этого снижается нагруженность задней части кузова при полной загрузке багажника или рамы грузового автомобиля при полной нагрузке.



Рис. 9. Схема зависимой подвески на продольных рессорах

Из обзора различных конструкций подвесок автомобилей можно выделить подвеску «МакФерсона». Она недорогая в изготовлении и эксплуатации, устанавливается на большинстве современных легковых автомобилей бюджетного и среднего классов. Из недостатков можно отметить, что при езде по плохим дорогам образуются усталостные трещины в точках крепления стоек. Необходима конструктивная доработка данной подвески.

Таблица 1

Достоинства и недостатки современных подвесок автомобиля

Типы подвесок	Виды подвесок	Достоинства	Недостатки
Зависимая подвеска	Подвеска «Де-Дион»	1) простота установки 2) незначительная масса агрегата	1) дисбаланс при разгоне и торможении 2) высокая стоимость производства, ремонта и обслуживания
Независимая подвеска	Двухрычажная подвеска	1) хорошая управляемость 2) уровень комфорта при езде 3) надежность	1) верхний рычаг довольно ощутимо «съедает» подкапотное пространство подвеска 2) практически не используется на задней оси автомобилей, потому как уменьшает полезный объем багажника. 3) дороговизна деталей
	Многорычажная подвеска (Multilink)	1) высокая плавность хода 2) низкий уровень шума 3) лучшая управляемость 4) отличное прохождение поворотов 5) независимые поперечные продольные регулировки углов положения ступицы	1) громоздкость 2) сложность 3) высокая стоимость изготовления 4) меньшая надежность
	Подвеска на продольных рычагах (пружинная, торсионная)	1) простота конструкции 2) дешевизна изготовления ремонта и обслуживания	1) значительные изменения параметров колесной базы при движении 2) большие крены в поворотах
	Подвеска «МакФерсона»	1) менее затратная 2) относительно компактная 3) легкая диагностика неисправностей вследствие наличия чётких симптомов износа	1) езда по плохим дорогам приводит к образованию усталостных трещин в точках крепления стоек
	Торсионно-рычажная подвеска	1) долговечность 2) надежность 3) относительная простота конструкции	1) жесткость 2) предрасположенность к кренам в повороте
	Адаптивная подвеска	1) лучшие ходовые качества автомобиля 2) комфорт и безопасность водителя и пассажиров при движении	1) дороговизна
Полузависимая	Полузависимая	1) легкость монтажа	1) более высокая жесткость

подвеска	задняя подвеска	2) высокий уровень жесткости в поперечном направлении 3) возможность изменения характеристик подвески при помощи геометрии поперечного сечения «П»-образной баки компактные размеры и небольшой вес 4) оптимальная кинематика колес 5) малые затраты на изготовление упрощение процесса сборки автомобиля на заводе-производителе	подвески 2) невозможность применения на заднеприводных автомобилях
Зависимая подвеска для грузовых автомобилей	Подвеска на поперечных рессорах	1) простота конструкции дешевизна производства (соответственно ремонт и обслуживание)	1) податливость при наклонах в продольном направлении 2) недолговечность (в частности при использовании автомобиля на дорогах с плохим покрытием)
	Подвеска на продольных рессорах	1) простота конструкции 2) относительная дешевизна 3) возможность варьирования жесткости (путем подбора листов рессор различной длины и толщины) 4) долговечность 5) высокая грузоподъемность 6) плавностью хода	1) слабое противодействие продольным и боковым силам при движении на высокой скорости, что приводит к ухудшению управляемости автомобилем

Библиографический список

1. Богатырев А. А. Тракторы и автомобили / А. А. Богатырев, В. Р. Лехтер; Под ред. А. В. Богатырева. – М.: КолосС, 2005. – 400 с.
2. Умняшкин В. А. Теория автомобиля: учеб. пособие для студ., обучающихся по спец. «Автомобиле- и тракторостроение» / В. А. Умняшкин, Н. М. Филькин, Р. С. Музафаров. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2006. – 272 с.
3. Этология // Википедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B%D1%8F
4. Этология // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.drive2.ru/o/b/465828992901972627>