

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДНИХ ПОДВЕСОК ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Рыжиков В.А., Мачитадзе Д.З.

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ,
г.Шахты*

Ключевые слова: подвеска, рычаг, сайлентблок, кузов, демпфер, шаровая опора, механизм, стабилизатор устойчивости, втулки, передняя подвеска, задняя подвеска, подушки, амортизатор, подшипник, колебание.

Аннотация. Проведен анализ факторов, влияющих на ресурс работы элементов передней подвески автомобилей. Рассмотрено устройство, классификация и конструктивные отличия одно рычажной и многорычажной передней подвески. Проведена оценка влияния режимов работы автомобиля на надежность и долговечность деталей подвески. Предложена конструкция динамического гасителя колебаний и метод определения его основных характеристик.

DESIGN FEATURES OF FRONT CAR SUSPENSIONS

Ryzhikov V.A., Machitadze D.Z.

Institute of Service and Entrepreneurship (branch) DSTU, Shakhty

Keywords: suspension, lever, silent block, body, damper, ball bearing, mechanism, stabilizer bar, bushings, front suspension, rear suspension, pillows, shock absorber, bearing, vibration.

Abstract. The analysis of factors affecting the service life of the elements of the front suspension of cars is carried out. The device, classification and design differences of one lever and multi-link front suspension are considered. The impact of vehicle operating modes on the reliability and durability of suspension parts is assessed. A design of a dynamic vibration damper and a method for determining its main characteristics are proposed.

В настоящее время в автомобилестроении известно большое количество разнообразных конструкций подвесок [1-3]. Работа подвески основывается на преобразовании, гашении энергии удара при движении по неровностям дорожного полотна. В этом случае происходит перемещение упругого элемента подвески и поглощение удара, что повышает плавность хода автомобиля.

Подвеска автомобиля обеспечивает упругую связь рамы или кузова с мостами и колёсами, гарантируя плавность хода автомобиля, устойчивость и управляемость. Плавность хода транспорта обеспечивает комфортность езды. Устойчивость автомобиля определяет способность противодействовать заносам, увеличивает коэффициент управляемости и излишнему опрокидыванию легкового автомобиля на дороге, то есть обеспечивает его безопасность.

На автомобилях в зависимости от их класса и назначения применяют различные типы и виды подвесок. Основная классификация показана на рисунке 1.

К конструкции автомобиля предъявляется целый ряд требований, к ним относятся эксплуатационные потребительские, производственные требования. Подвеска автомобиля должна обеспечивать плавность хода, эффективно гасить колебания кузова к колесам автомобиля при движении, иметь минимальную

массу неподрессоренных частей для большей безопасности, обладать высокой динамической энергоемкостью. Выполнение данных требований на прямую зависит от типа и конструкции подвески.

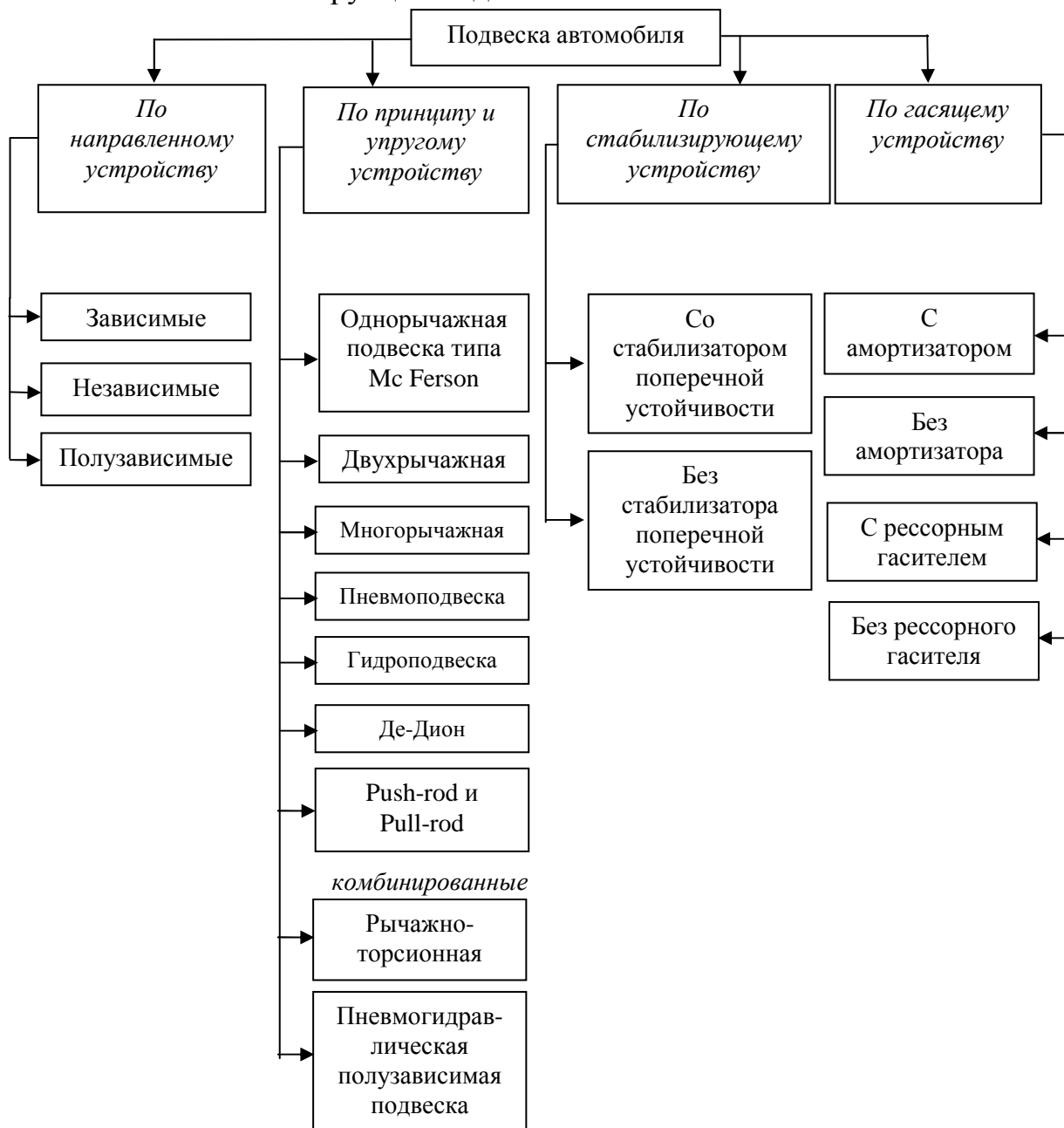
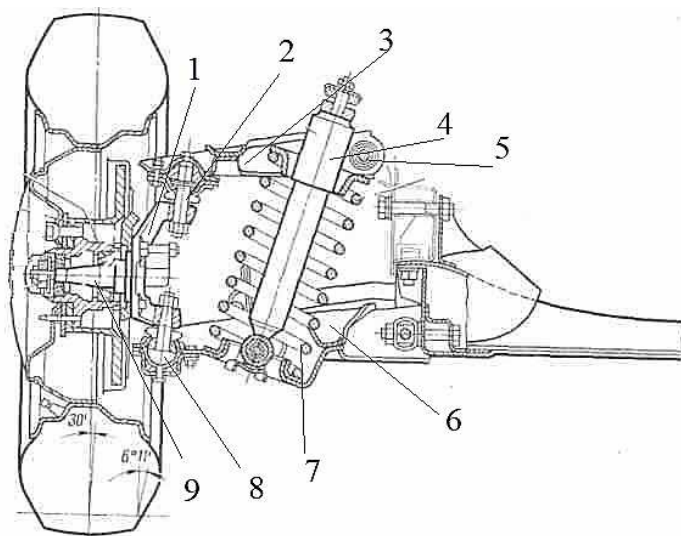


Рис. 1. Классификация подвесок легковых автомобилей

Наиболее распространённые подвески легкового автомобиля.

Двух рычажная передняя подвеска заднепроедного автомобиля 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 упругом ходе вверх и вниз [4]. Общий вид показан на схематическом рисунке 2.

Устройство подвески достаточно просто, ее удачное расположение и конфигурация поперечных рычагов позволяет каждому колесу независимо воспринимать неровности дорожного покрытия, что позволяет увеличить коэффициент сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием.



- 1-поворотный кулак,
- 2-верхняя шаровая опора,
- 3-верхний поперечный рычаг,
- 4-амортизатор передней подвески,
- 5-сайлентблок,
- 6-нижний поперечный рычаг,
- 7-пружина,
- 8-нижняя шаровая опора,
- 9-ступица

Рис. 2. Общий вид двух рычажной подвески автомобиля ВАЗ-2101, ВАЗ-2107

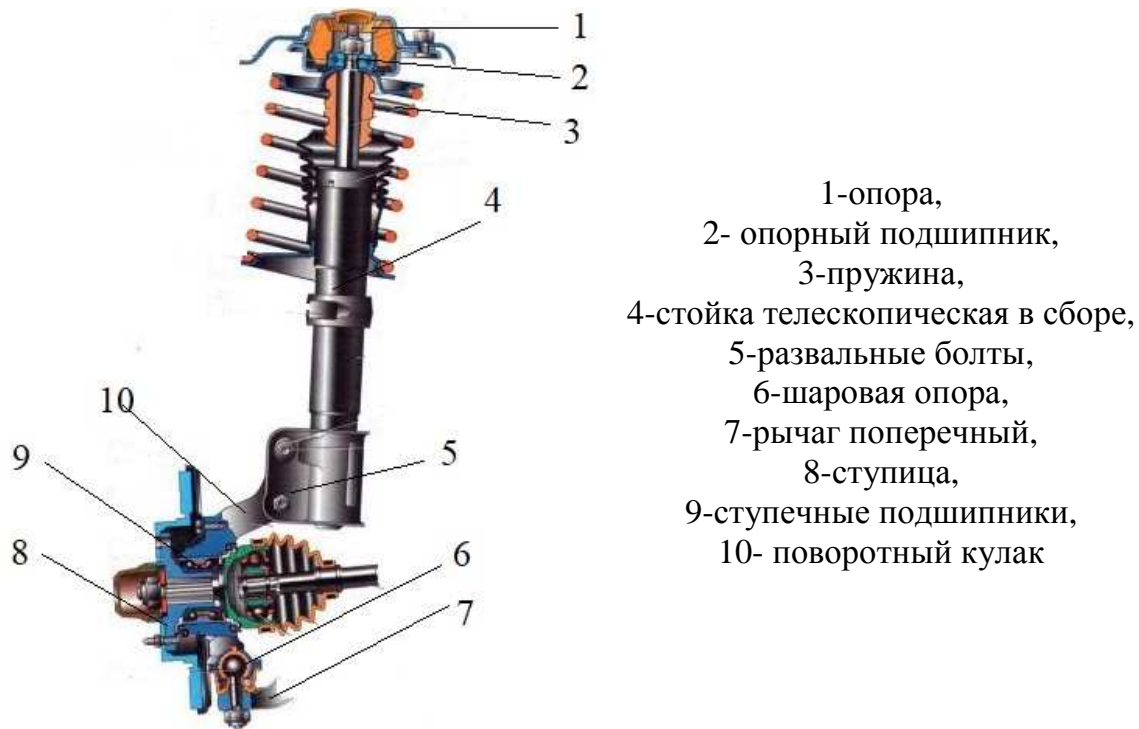
Основными элементами передней подвески, данного типа являются: два поперечных рычага 3 и 6, две шаровые опоры (верхняя и нижняя) 2 и 8, поворотный кулак 1, ступица 9 и ее ступичные подшипники малый и большой, демпфер-амортизатор 4, жесткая пружина 7, резинотехнические втулки (сайлентблоки рычага, подушки стабилизатора), стабилизатор поперечной устойчивости.

Основными неисправностями данной подвески является: выход из строя всех резинотехнических изделий, износ шаровых опор, закисание ступичных подшипников, не герметичность пыльников шаровых опор, потеки стандартного масляного амортизатора, износ подушек поперечного стабилизатора, разрыв металла рычагов в месте соприкосновения с сайлентблоками и металлическими втулками. Все неисправности передней подвески сопровождаются стуками, посторонними шумами, скрипами, уводом колес при прямолинейном движении автомобиля, недостаточной поворачиваемостью.

Подвеска типа McPherson, названная по имени инженера Эрла Макферсона, была получена дальнейшим развитием подвески на двойных поперечных рычагах, но имеет лишь один поперечный рычаг внизу, взамен же второго рычага применён высоко расположенный шарнир. Система представляет собой подвеску колеса, состоящую из одного рычага, стабилизатора поперечной устойчивости и блока из пружинного элемента и амортизатора телескопического типа, называемого качающейся свечой. Общий вид показан на схематическом рисунке 3.

Основными элементами подвески являются: стойка телескопическая сборная 4, поперечный рычаг 7, продольный рычаг растяжки, стабилизатор продольной устойчивости, стабилизатор поперечной устойчивости, одна шаровая опора 6, поворотный кулак 10, ступица 8, ступичные подшипники 9.

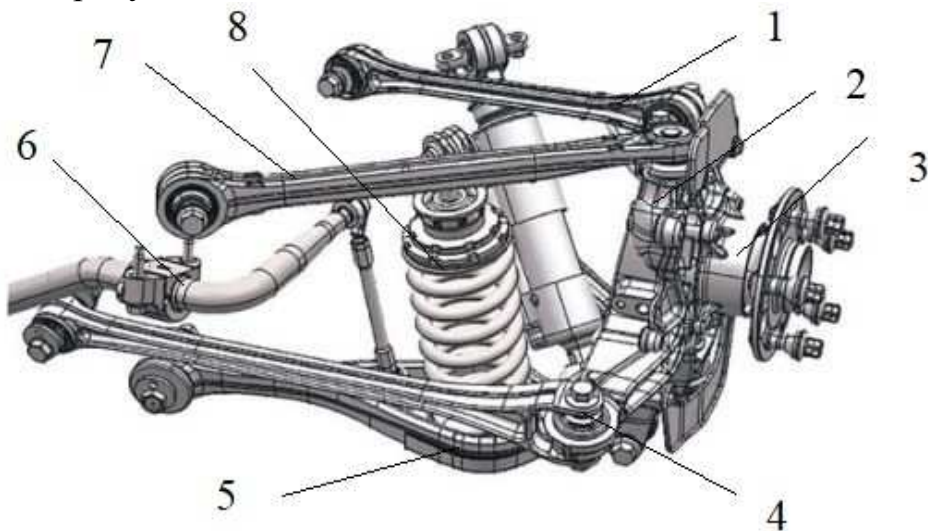
Благодаря простоте конструкции замена опоры может производиться без снятия рычага. В процессе работы часто из строя выходят резинотехнические изделия – сайлентблоках, подушках стабилизатора продольной устойчивости и стабилизаторе поперечной устойчивости. В наиболее редких случаях изнашиваются амортизаторы и опорные подшипники.



- 1-опора,
- 2- опорный подшипник,
- 3-пружина,
- 4-стойка телескопическая в сборе,
- 5-развальные болты,
- 6-шаровая опора,
- 7-рычаг поперечный,
- 8-ступица,
- 9-ступечные подшипники,
- 10- поворотный кулак

Рис. 3. Общий вид одно рычажной подвески типа McPherson автомобилей ВАЗ 2108-ВАЗ 2190

Многорычажная подвеска (Multilink) в настоящее время является самым распространенным видом подвески, который применяется, как на передней оси легковых автомобилей, так и на задней. Данный тип подвески используется также на передней оси автомобилей: Audi, BMW, Honda, Golf. Схема подвески представлена на рисунке 4.



- 1-верхний продольный рычаг, 2-3-ступица, 4-рулевая тяга, 5-нижний поперечный рычаг,
- 6-стабилизатор поперечной устойчивости, 7-верхний продольный рычаг, 8-возвратная пружина

Рис. 4. Многорычажная подвеска Multilink автомобиля BMW

Основными преимуществами многорычажной подвески, обусловленными ее конструкцией, являются высокая плавность хода, лучшая управляемость, низкий уровень шума. Вместе с тем, подвеска достаточно дорога и сложна в изготовлении и установке. Многорычажная подвеска является дальнейшим

развитием подвески на двойных поперечных рычагах. Если каждый из поперечных рычагов разделить на две части (два отдельных рычага) 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.

Подрамник является несущим элементом подвески. К подрамнику через резинометаллические втулки крепятся поперечные рычаги. Поперечные рычаги соединены со ступичной опорой и обеспечивают ее положение в поперечной плоскости. В конструкции подвески может использоваться от трех до пяти поперечных рычагов. Стандартная конструкция многорычажной подвески включает три поперечных рычага: верхний, передний и задний нижние.

Верхний рычаг служит для передачи поперечных усилий и связывает корпус опоры колеса с подрамником. Передний нижний рычаг определяет сходжение колеса. Задний нижний рычаг воспринимает вес кузова, который передается на рычаг через пружину. Продольный рычаг выполняет функцию ведения колеса в продольном направлении. Продольный рычаг с помощью опоры крепится к кузову автомобиля. С другой стороны, рычаг соединен со ступичной опорой. На каждое из колес приходится свой продольный рычаг. Ступичная опора (корпус опоры колеса) является основанием для размещения ступичного подшипника и крепления колеса. Подшипник закрепляется на опоре болтом. Для восприятия нагрузок в подвеске установлена винтовая пружина. Пружина опирается на задний нижний поперечный рычаг. Амортизатор обычно расположен отдельно от пружины. Он соединен со ступичной опорой. В конструкции многорычажной подвески используется стабилизатор поперечной устойчивости, который снижает крены кузова автомобиля при прохождении поворотов и обеспечивает необходимое сцепление задних колес с дорогой. Штанга стабилизатора закрепляется с помощью резиновых опор на подрамнике. Специальные тяги обеспечивают соединение штанги со ступичными опорами.

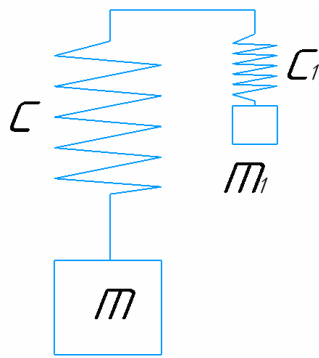
Недостатками этой подвески является: низкая неподрессоренная масса, независимость колес друг от друга, недостаточная поворачиваемость, независимая продольная и поперечная регулировки.

При движении автомобиля с определенной скорости и действием возмущающих факторов с частотой равной собственной частоте колебаний основных масс, возникают явления резонанса. Применение амортизаторов для гашения колебаний является неэффективным [5].

С целью локализации динамических колебаний целесообразно применять динамические поглотители колебаний. Для поглощения колебаний к кузову в районе подвески автомобиля, достаточно присоединить массу m на пружине жесткостью c . Параметры m и c подбираются с учетом резонансной частоты – ω_p

$$\omega_p = \sqrt{c/m}.$$

На рисунке 5 показана схема простейшего поглотителя продольных колебаний, присоединённого к демпфируемому объекту с одной степенью свободы.



m – масса не поддресоренного автомобиля,
 m_1 – масса демпфирующего поглотителя колебаний,
 c_1 – жесткость пружины соединительного звена

Рис. 5. Схема динамического гашения продольных колебаний с помощью демпфирующего объекта

Коэффициент эффективности гашения колебаний на частоте ω_p может быть определен по формуле.

$$h = \frac{l_{\Gamma}}{l_{\Gamma} + l_{\Pi}},$$

где l_{Γ} – амплитуда гармонических колебаний; l_{Π} – амплитуда колебаний при наличии гасителя колебаний.

Для эффективной работы гасителя колебаний необходимо выполнить условие $h < 1$.

Анализ конструктивных особенностей подвесок показал, что наиболее перспективными с точки зрения надежности являются многорычажная подвеска.

Наиболее существенным фактором влияющий на надежность подвески является динамические нагрузки, имеющие колебательный характер.

Применение динамических гасителей колебаний в конструкции подвески значительно снизят динамические нагрузки в зоне резонансных частот и повысят плавность хода автомобиля.

Список литературы

1. Суворов И.А., Кузьмин Н.А. Об исследовании режимов нагружения трансмиссии легкого коммерческого автомобиля в определенных условиях эксплуатации // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=11440>.
2. Ротенберг Р.В. Теория подвески автомобиля. – М.: Машгиз, 1951. – 217 с.
3. Вахламов В.К. Автомобили: Конструкция и элементы расчета: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.К. Вахламов. – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 480 с.
4. Автомобильные датчики: Сб. статей. – М.: Машиностроение, 1982. – 102с.
5. Вибрации в технике: справочник. В 6-ти т. \ Ред. Совет: В.Н.Челомей. – М.: Машиностроение, 1978-1981гг.

Сведения об авторах:

Рыжиков Владимир Александрович – д.т.н. профессор, ИСОиП ДГТУ, г. Шахты;
Мачитадзе Давид Зурабович – магистрант, ИСОиП ДГТУ, г. Шахты.