

Активная подвеска

- Подвеска современного автомобиля представляет собой компромисс между управляемостью, устойчивостью и комфортом. Жесткая подвеска обеспечивает минимальные крены, а значит лучшую управляемость и устойчивость. Мягкая подвеска отличается плавностью хода, но при маневрировании приводит к раскачке автомобиля, ухудшению управляемости и устойчивости. Поэтому многие автопроизводители разрабатывают и внедряют на свои автомобили различные конструкции **активной подвески**.

Конструкции активной подвески

- Элемент подвески Изменяемый параметр
- Амортизатор - степень демпфирования; жесткость подвески
- Упругий элемент - жесткость подвески; высота кузова
- Стабилизатор поперечной устойчивости - жесткость стабилизатора
- Рычаги - длина рычага; схождение колес

- При регулировании демпфирующей способности амортизатора реализуется два подхода: использование электромагнитных клапанов в амортизаторной стойке и применение специальной магнитно-реологической жидкости для наполнения амортизатора. Электроника позволяет регулировать степень демпфирования индивидуально для каждого амортизатора, чем достигаются различные характеристики жесткости подвески (высокая степень демпфирования - жесткая подвеска, низкая степень демпфирования - мягкая подвеска)



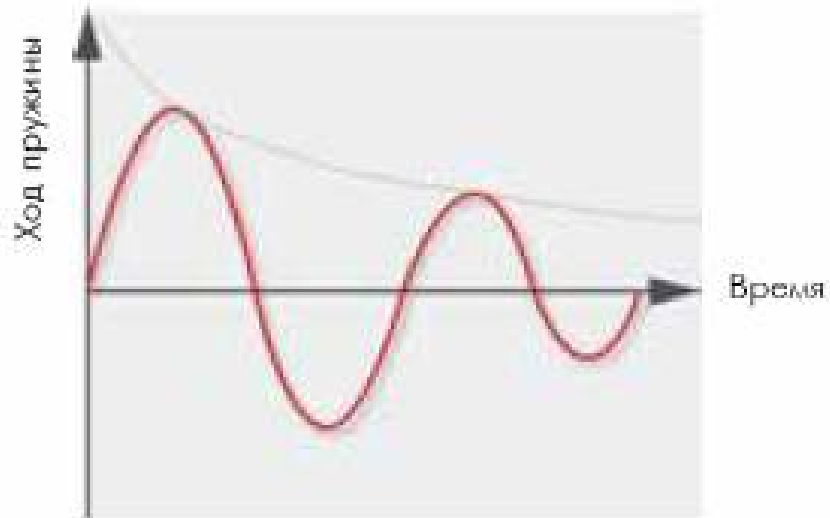
COMFORT

NORMAL

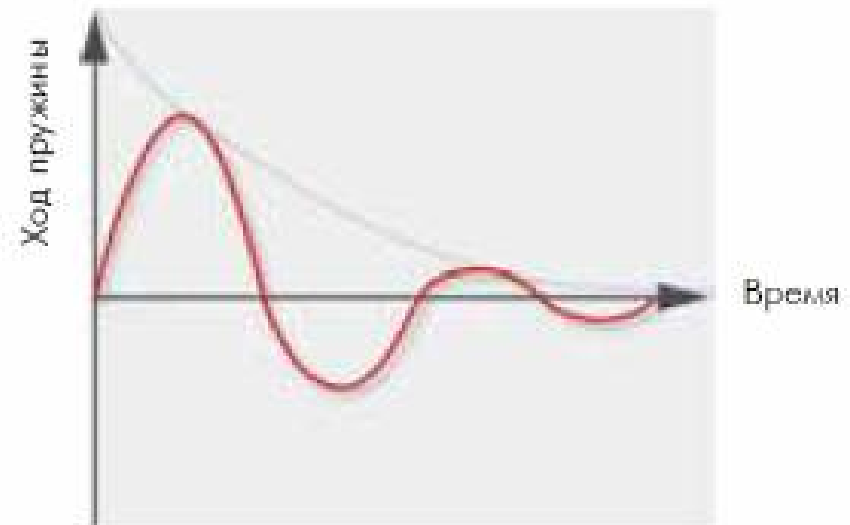
SPORT

Графики демпфирования регулируемых амортизаторов

Низкий коэффициент затухания



Высокий коэффициент затухания

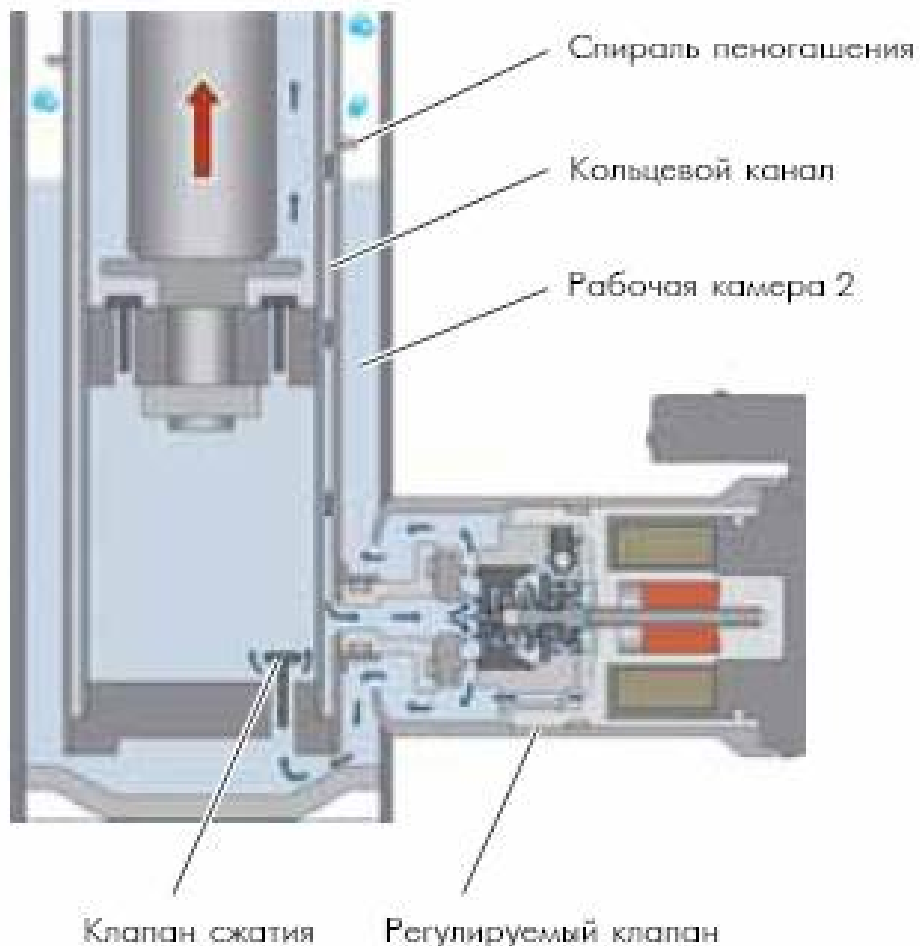


Факторы, влияющие на скорость затухания колебаний

- Быстрота затухания колебаний характеризуется «постоянной затухания», которая показывает, насколько быстро уменьшаются колебания. Постоянная затухания колебаний зависит от усилия демпфирования амортизатора и величины поддрессоренных масс
- Увеличение поддрессоренных масс уменьшает постоянную затухания, а это значит, что колебания затухают медленнее. Уменьшение поддрессоренных масс увеличивает коэффициент затухания.

Схема работы

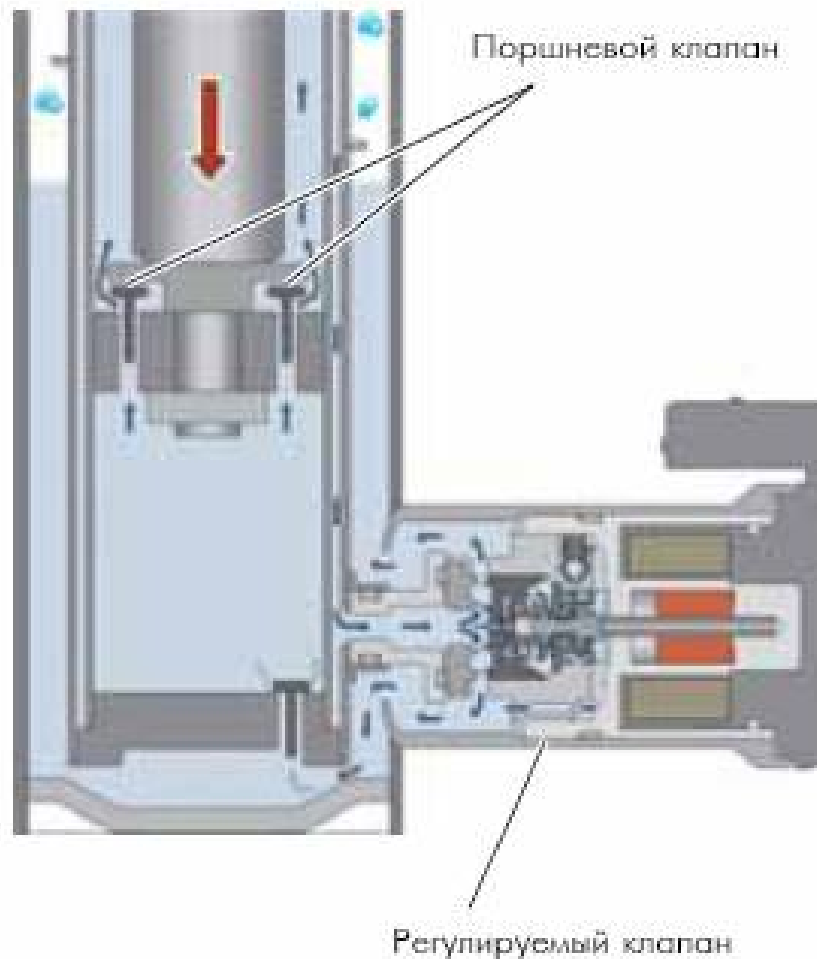
Фаза растяжения



В фазе растяжения уменьшение потока масла обеспечивают следующие элементы: регулируемый клапан, клапан сжатия, в некоторой степени поршневой клапан

Схема работы

Фаза сжатия



В фазе сжатия уменьшение потока масла обеспечивают следующие элементы:
регулируемый клапан,
поршневой клапан,
в некоторой степени клапан сжатия.

Принцип работы в фазе растяжения и в фазе сжатия

- Благодаря обратным клапанам на поршне и клапану сжатия поток масла перемещается при растяжении и сжатии в показанном на рисунке направлении.
- Через кольцевой канал масло подаётся на регулируемый клапан и проходит через него при растяжении и сжатии в одном и том же направлении (прямоток). От регулируемого клапана масло поступает обратно в рабочую камеру 2.
- Регулируемый клапан определяет давление в рабочей камере 2, а следовательно, и степень демпфирования.

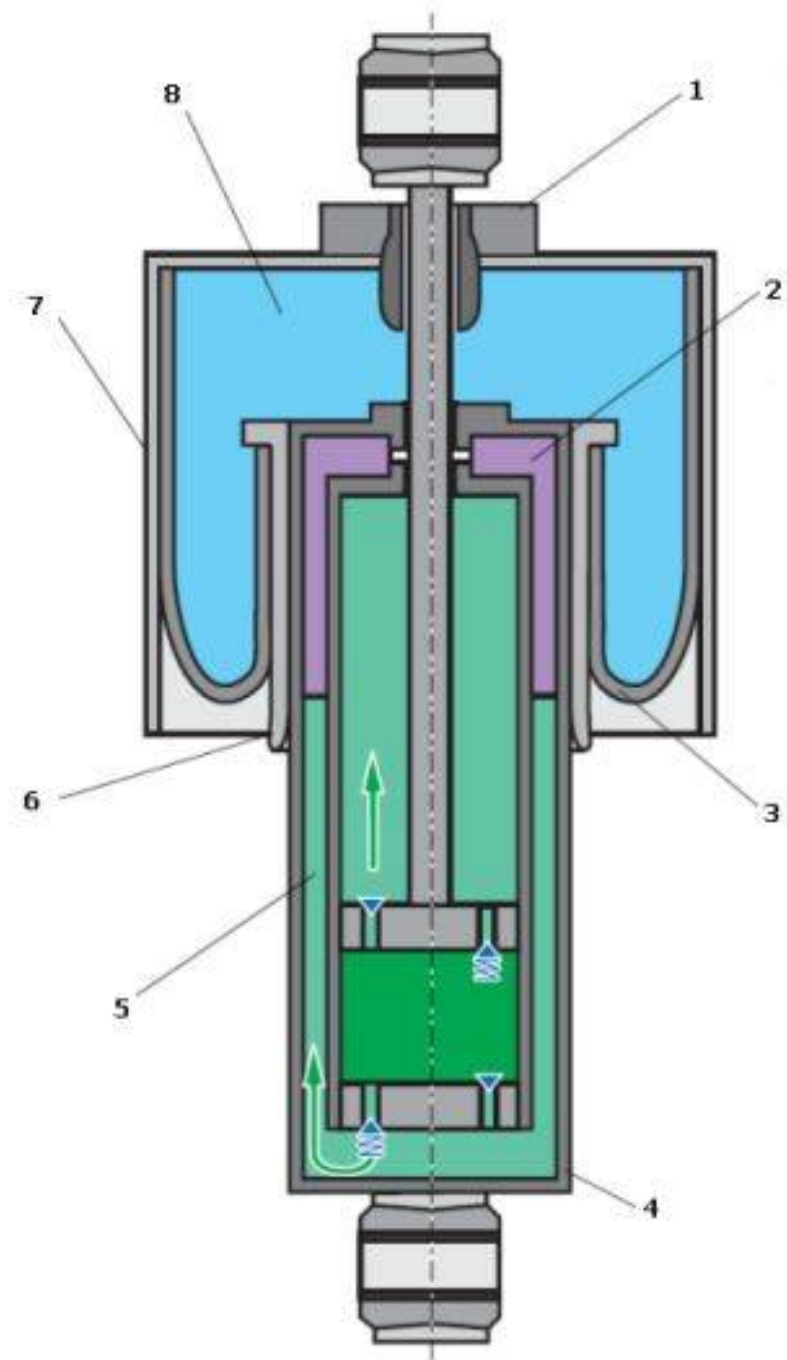
- Магнитно-реологическая жидкость включает металлические частицы, которые при воздействии магнитного поля выстраиваются вдоль его линий. В амортизаторе, заполненном магнитно-реологической жидкостью, отсутствуют традиционные клапаны. Вместо них в поршне имеются каналы, через которые свободно проходит жидкость. В поршень также встроены электромагнитные катушки. При подаче на катушки напряжения частицы магнитно-реологической жидкости выстраиваются по линиям магнитного поля и создают сопротивление движению жидкости по каналам, чем достигается увеличение степени демпфирования (жесткости подвески).

- Активная подвеска с регулируемым упругими элементами более универсальна, т.к. позволяет поддерживать определенную высоту кузова и жесткость подвески. С другой стороны такая подвеска имеет более сложную конструкцию (используется отдельный привод для регулирования упругих элементов), поэтому и стоимость ее намного выше. В качестве упругого элемента в активной подвеске используются традиционные пружины, а также пневматические и гидропневматические упругие элементы.

- В подвеске Active Body Control, ABC от Mercedes-Benz жесткость пружины изменяется с помощью гидравлического привода, который обеспечивает нагнетание масла в амортизаторную стойку под высоким давлением. На пружину, установленную соосно с амортизатором, воздействует гидравлическая жидкость гидроцилиндра.

Система ABC практически полностью исключает крены кузова при различных условиях движения (поворот, ускорение, торможение), а также регулирует положение кузова по высоте (понижает автомобиль на 11 мм при скорости свыше 60 км/ч).

- Пневматический упругий элемент составляет основу пневматической подвески. Он обеспечивает регулирование высоты кузова относительно поверхности дороги. Давление в пневматических упругих элементах создается с помощью пневматического привода, включающего электродвигатель с компрессором. Для изменения жесткости подвески используются амортизаторы с регулируемой степенью демпфирования. Такой подход реализован в пневматической подвеске Airmatic Dual Control от Mercedes-Benz, в которой применена адаптивная система Adaptive Damping System

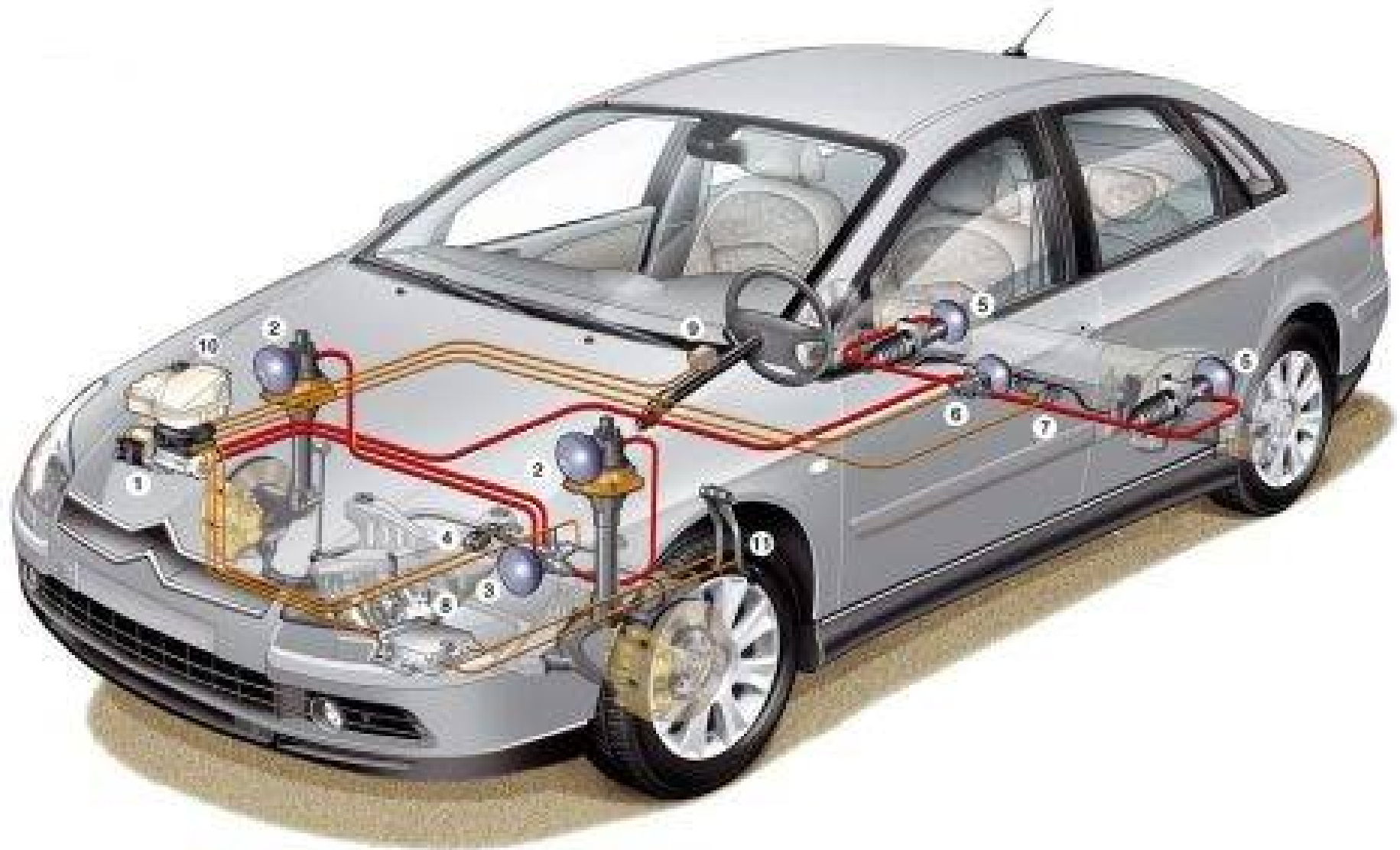


Обозначения к схеме пневматического упругого элемента

- 1-корпус
- 2-газовая полость амортизатора
- 3-манжета
- 4-двухтрубный газонаполненный амортизатор
- 5-компенсационная полость амортизатора
- 6-поршень
- 7-направляющая корпуса
- 8-воздушная полость

- Гидропневматические упругие элементы используются в гидропневматической подвеске, которая позволяет изменять жесткость и высоту кузова в зависимости от условий движения и желаний водителя. Работу подвески обеспечивает гидравлический привод высокого давления. Управление гидросистемой производится с помощью электромагнитных клапанов. Современной конструкцией гидропневматической подвески является система Hydractive третьего поколения, которая устанавливается на автомобили Citroën.

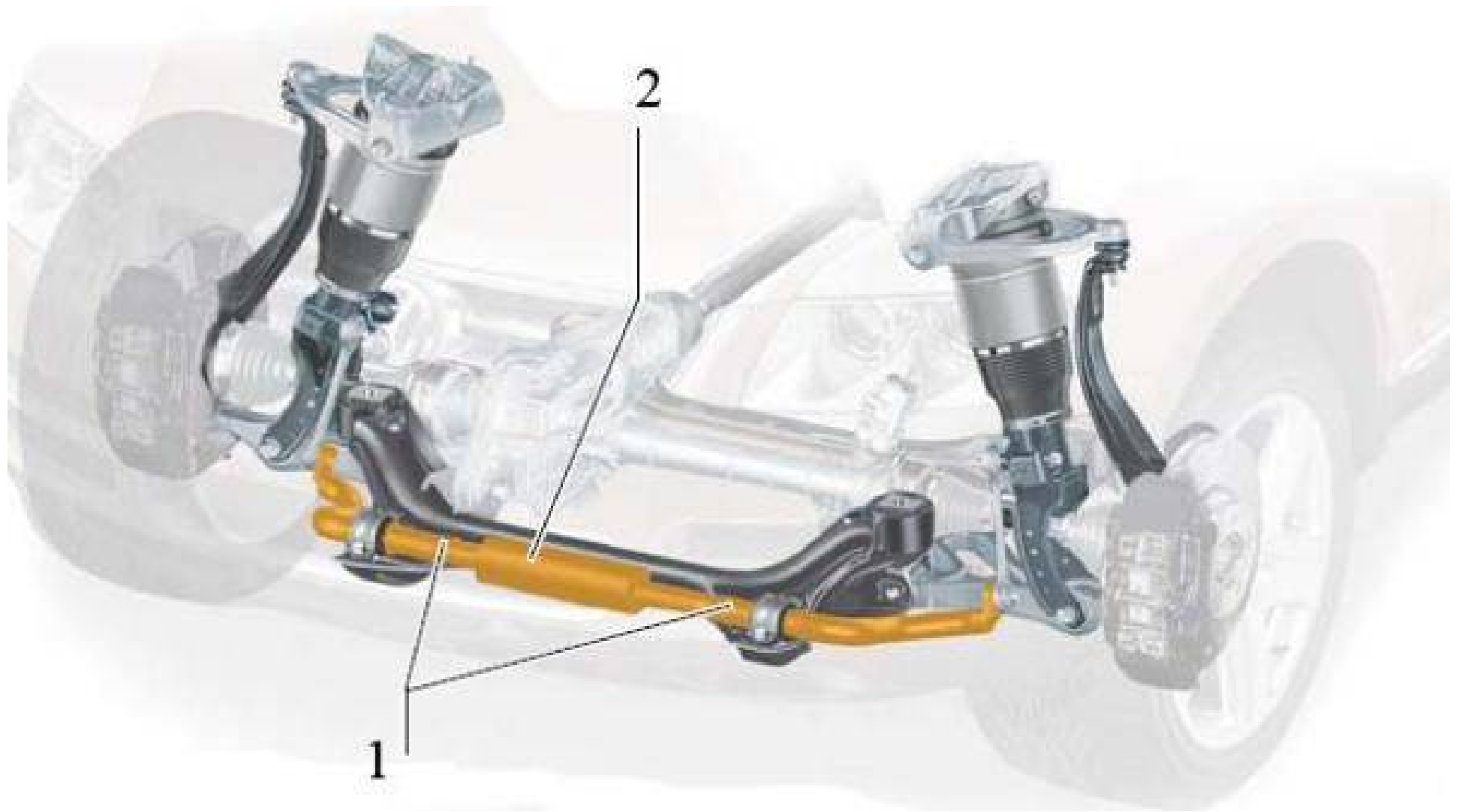


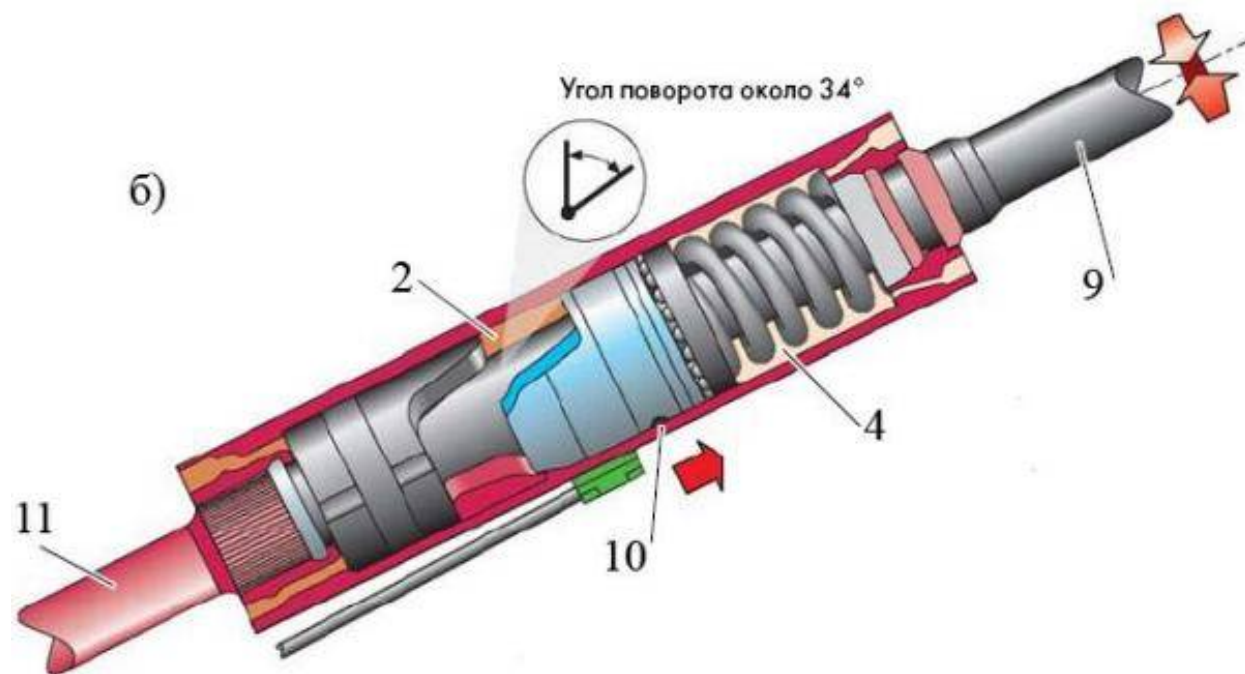
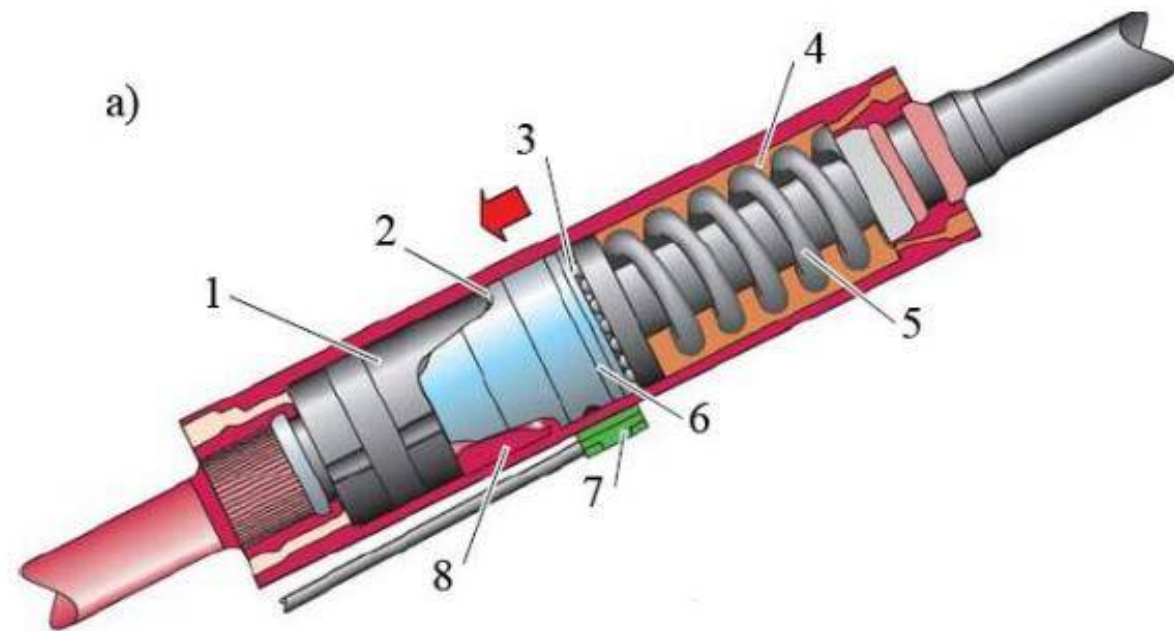


Обозначения к схеме гидропневматической подвески

- 1-гидроэлектронный блок;
- 2-передняя стойка;
- 3-передний регулятор жесткости;
- 4-передний датчик положения кузова;
- 5-задний гидропневматический цилиндр;
- 6-задний регулятор жесткости;
- 7-задний датчик положения кузова;
- 8-встроенный интерфейс;
- 9-датчик рулевого колеса;
- 10-резервуар рабочей жидкости;
- 11-педаль газа и педаль тормоза

- Отдельную группу составляют конструкции активной подвески, в которых изменяется жесткость стабилизатора поперечной устойчивости. При прямолинейном движении стабилизатор поперечной устойчивости выключается, за счет чего увеличиваются ходы подвески, лучше обрабатываются неровности и тем самым достигается высокая плавность и комфортность передвижения. При повороте или резком изменении направления движения жесткость стабилизаторов увеличивается пропорционально воздействующим силам, и предотвращаются крены кузова. Известными конструкциями активной стабилизации подвески являются:

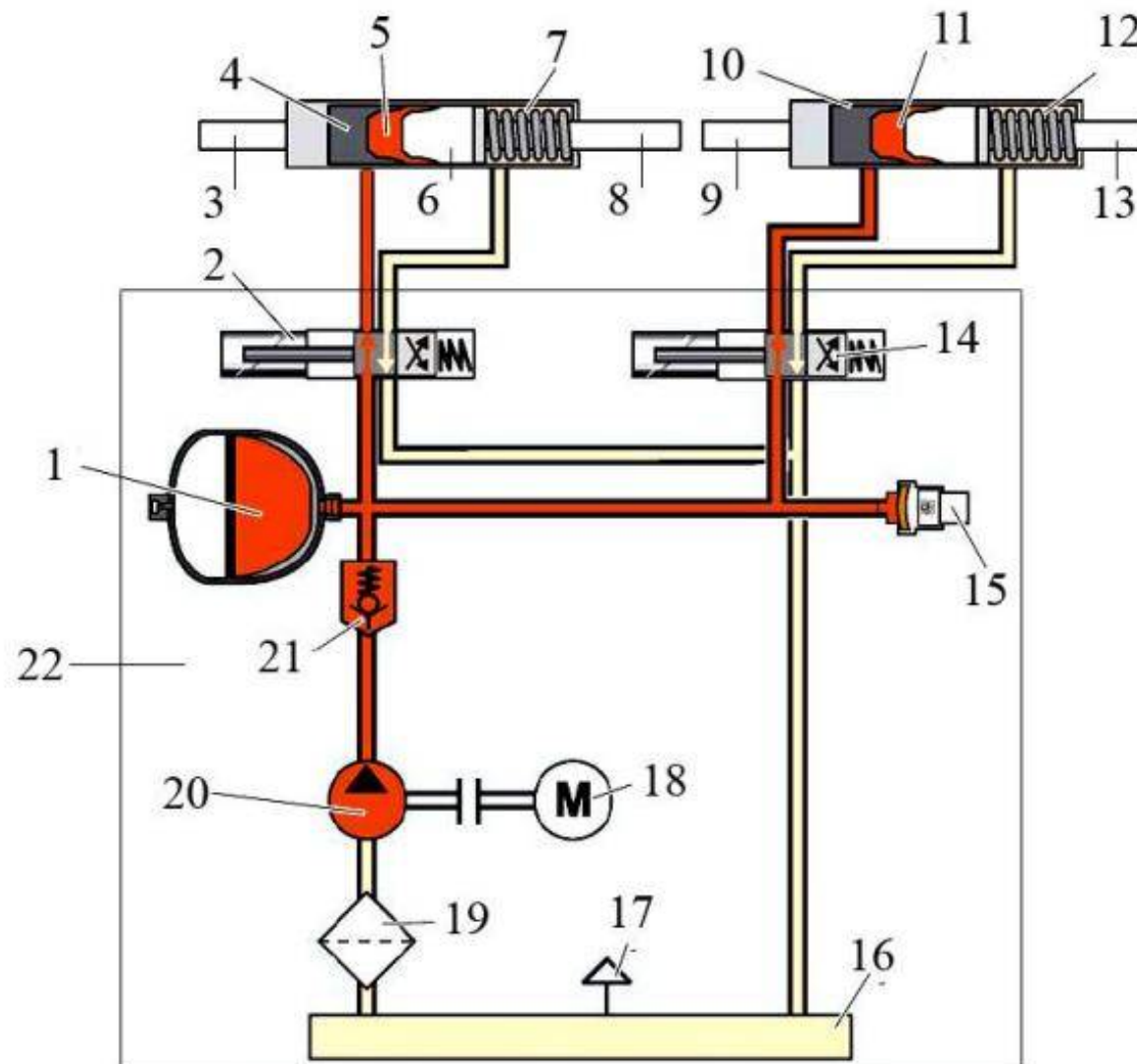




Обозначения к схеме кулачковой муфты

- 1 – охватывающая полумуфта; 2 – рабочая полость 1; 3 – упорный игольчатый подшипник; 4 – рабочая полость 2; 5 – страхующая пружина; 6 – соединительный элемент; 7 – датчик состояния стабилизатора; 8 – охватываемая полумуфта; 9 – правое плечо стабилизатора; 10 – магнитный штифт на соединительном элементе; 11 – левое плечо стабилизатора; а – муфта замкнута; б – муфта разомкнута

Общая гидравлическая схема



- Система активного управления геометрией подвески (Active Geometry Control Suspension, AGCS) позволяет изменять длину рычагов подвески, за счет чего изменяется схождение задних колес. Для изменения длины рычага используется электрический привод. При прямолинейном движении и маневрировании на небольшой скорости система устанавливает минимальное схождение. Поворот на высокой скорости, активное перестроение из ряда в ряд сопровождается увеличением схождения задних колес. Автомобиль получает дополнительную устойчивость и лучшую управляемость. Система AGCS взаимодействует с [системой курсовой устойчивости](#).

Адаптивная подвеска

- – разновидность активной подвески, в которой степень демпфирования амортизаторов изменяется в зависимости от состояния дорожного покрытия, параметров движения и запросов водителя. Под степенью демпфирования понимается быстрота затухания колебаний, которая зависит от сопротивления амортизаторов и величины поддрессоренных масс.

- При регулировании с помощью электромагнитного регулировочного клапана изменяется его проходное сечение в зависимости от величины воздействующего тока. Чем больше ток, тем меньше проходное сечение клапана и соответственно выше степень демпфирования амортизатора (жесткая подвеска). С другой стороны, чем меньше ток, тем больше проходное сечение клапана, ниже степень демпфирования (мягкая подвеска). Регулировочный клапан устанавливается на каждый амортизатор и может располагаться внутри или снаружи амортизатора.

Компоненты адаптивной подвески

- Регулирование степени демпфирования амортизаторов обеспечивает электронная система управления, которая включает входные устройства, блок управления и исполнительные устройства.
- В работе системы управления адаптивной подвески используются следующие входные устройства: датчики дорожного просвета и ускорения кузова, переключатель режимов работы.

Входные устройства

- С помощью переключателя режимов работы производится настройка степени демпфирования адаптивной подвески. Датчик дорожного просвета фиксирует величину хода подвески на сжатие и на отбой. Датчик ускорения кузова определяет ускорение кузова автомобиля в вертикальной плоскости. Количество и номенклатура датчиков различается в зависимости от конструкции адаптивной подвески.

Блок управления

- Сигналы от датчиков поступают в электронный блок управления, где в соответствии с заложенной программой происходит их обработка и формирование управляющих сигналов на исполнительные устройства – регулировочные электромагнитные клапаны или электромагнитные катушки.

Работа системы

- Режимы выбираются водителем в зависимости от потребности. В каждом режиме осуществляется автоматическое регулирование степени демпфирования амортизаторов в пределах установленной параметрической характеристики.
- Показания датчиков ускорения кузова характеризуют качество дорожного покрытия. Чем больше неровностей на дороге, тем активнее раскачивается кузов автомобиля. В соответствии с этим система управления настраивает степень демпфирования амортизаторов.

- Датчики дорожного просвета отслеживают текущую ситуацию при движении автомобиля: торможение, ускорение, поворот. При торможении передняя часть автомобиля опускается ниже задней, при ускорении – наоборот. Для обеспечения горизонтального положения кузова регулируемая степень демпфирования передних и задних амортизаторов будет различаться. При повороте автомобиля вследствие инерционной силы одна из сторон всегда оказывается выше другой. В данном случае система управления адаптивной подвески отдельно регулирует правые и левые амортизаторы, чем достигается устойчивость при повороте.