

Электронные системы наземных транспортно- технологических средств

Лекция 5 Электронные системы управления динамикой

Автор:

Пузаков Андрей Владимирович, канд. техн. наук,
доцент кафедры технической эксплуатации и
ремонта автомобилей



План лекции:

1. Электронная блокировка дифференциала
2. Гидравлический тормозной ассистент
3. Активный усилитель тормозов
4. Ассистент трогания на подъёме
5. Ассистент движения на спуске
6. Система подсушивания тормозов BSW
7. Система курсовой устойчивости
8. Датчики системы курсовой устойчивости
9. Системы управления динамикой
10. Заключение
11. Вопросы для самоконтроля
12. Литература

Цель лекции: изучение принципа работы систем предотвращения проскальзывания колес при торможении и трогании автомобилей; принципа работы систем поддержания траектории движения автомобилей в случае избыточной и недостаточной поворачиваемости; устройства и принципа работы датчиков и исполнительных механизмов систем управления динамикой автомобилей.

В результате изучения лекции обучающийся должен:

знать:

- принцип предотвращения проскальзывания колес при передаче тормозных и тяговых сил;
- принцип работы системы электронной блокировки дифференциала;
- устройство и принцип работы датчиков и исполнительных механизмов систем управления динамикой автомобилей;
- принципы работы ассистентов экстренного торможения, трогания на подъёме и движения на спуске;
- принцип работы системы курсовой устойчивости;

уметь:

- читать схемы систем управления динамикой автомобилей.

Электронная блокировка дифференциала

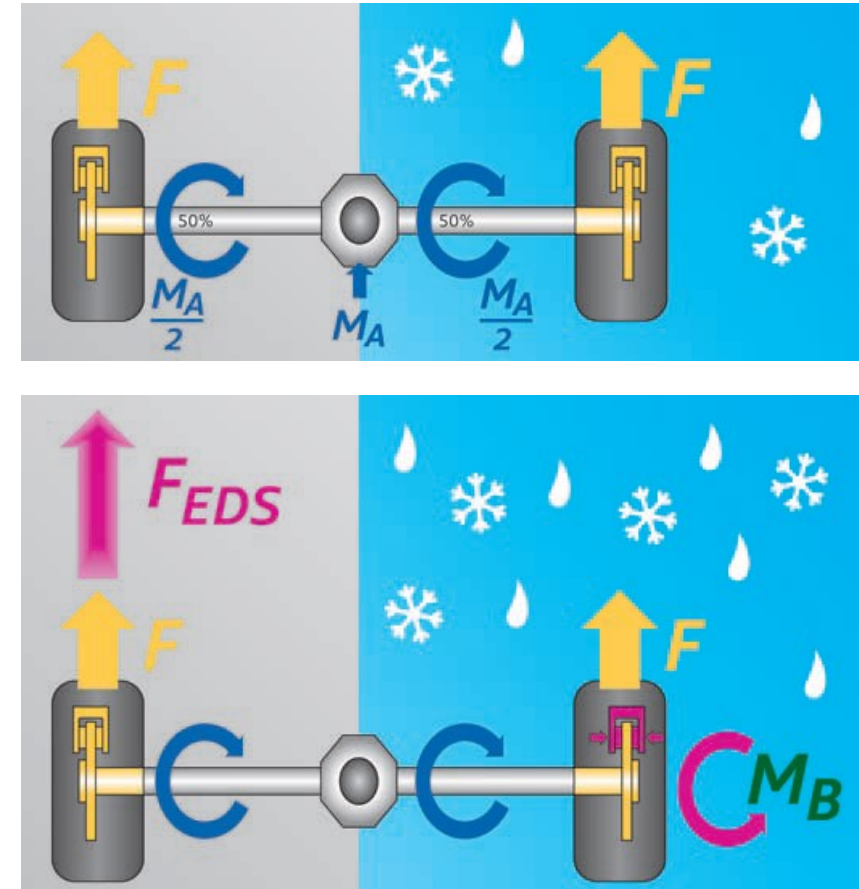
Электронная блокировка дифференциала (EDS, Elektronische Differenzialsperre) предназначена для предотвращения пробуксовки ведущих колес при трогании автомобиля с места, разгоне на скользкой дороге, движении по прямой и в поворотах за счет подтормаживания ведущих колес.

Система получила свое название по аналогии с соответствующей функцией дифференциала.

Если одно из колёс ведущей оси находится на скользком покрытии, а другое колесо той же оси стоит на асфальте с высоким коэффициентом трения, то колесо на скользкой поверхности будет вращаться с большей скоростью, поскольку меньшая сила трения между шиной и поверхностью оказывает меньшее сопротивление вращению колеса.

В крайних случаях (например, на льду) одно колесо будет проворачиваться, тогда как противоположное колесо будет стоять неподвижно. Вся мощность двигателя уйдёт при этом на трение между колесом и дорогой, а не на создание тяги.

Колесо, вращающееся с большей скоростью (проскальзывающее), подтормаживается тормозным моментом M_B . Поскольку дифференциал всегда передаёт на оба колеса одинаковый крутящий момент, одновременно увеличится и крутящий момент на противоположном колесе. Такое увеличение крутящего момента за счёт подтормаживания колеса с большим проскальзыванием происходит до тех пор, пока оба ведущих колеса не будут вращаться с примерно одинаковой скоростью.

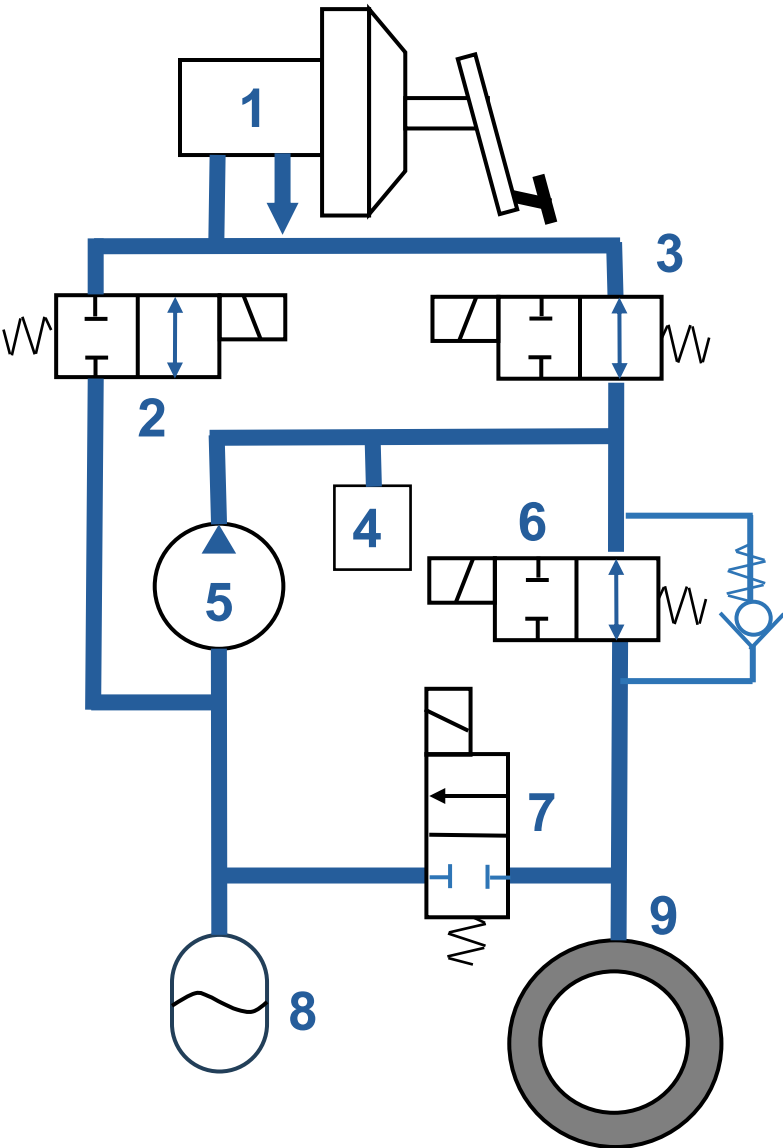


Электронная блокировка дифференциала



Видеофрагмент (<https://youtu.be/e6X1C9hM5Tk>)

Структура гидравлического контура EDS



Для реализации функции электронной блокировки дифференциала EDS требуется активное (без участия водителя) создание тормозного давления.

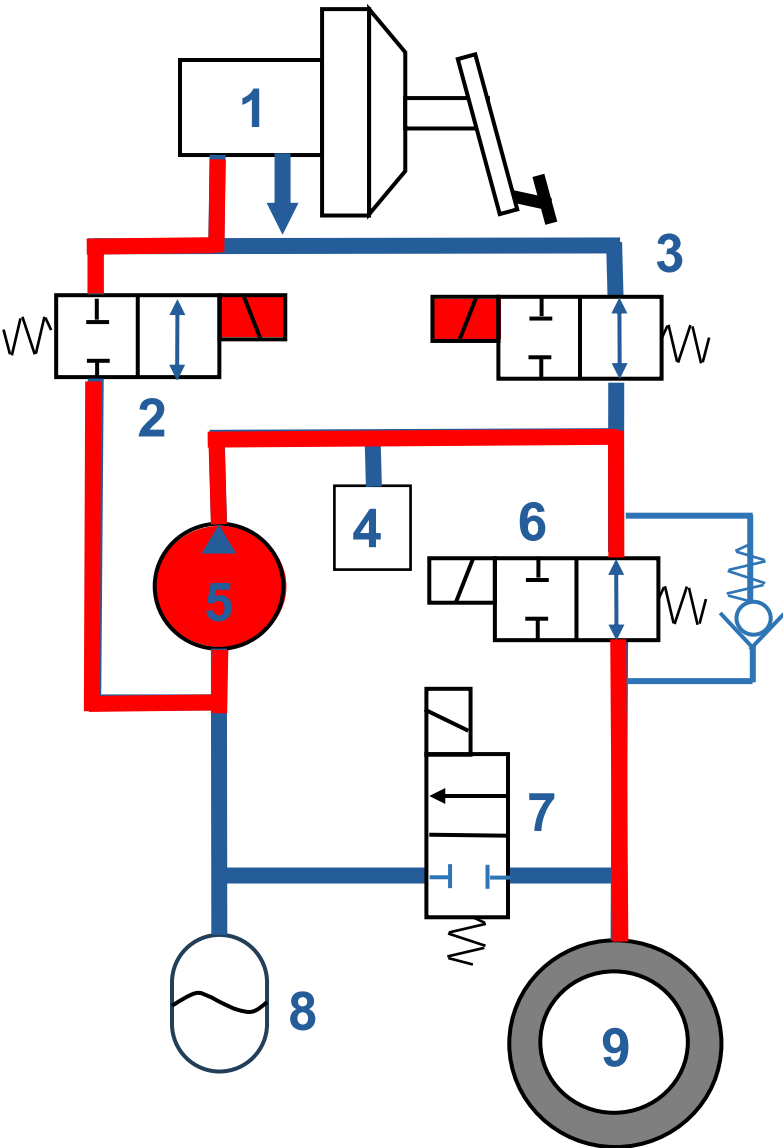
К системе АБС добавляются **четыре клапана**. Для реализации функции EDS насос обратной подачи должен быть в состоянии всасывать тормозную жидкость из бачка тормозной жидкости, для чего должен быть предусмотрен соответствующий канал. Чтобы при этом у функции АБС сохранялась возможность уменьшения тормозного давления с обратной подачей тормозной жидкости с преодолением давления, созданного водителем, этот канал должен при необходимости перекрываться.

Такое перекрывание реализуется двумя **клапанами высокого давления**.

Для срабатывания EDS должен быть перекрыт, напротив, канал подачи тормозной жидкости от насоса к бачку, чтобы насос обратной подачи мог создавать давление в контуре соответствующего колеса. Для реализации этой функции устанавливаются два **переключающих клапана**, по одному в контуре каждого из ведущих колёс.

- 1 – главный тормозной цилиндр; 2 – клапан высокого давления;
3 – переключающий клапан; 4 – демпфирующая камера; 5 – насос обратной подачи; 6 – впускной клапан; 7 – выпускной клапан; 8 – аккумулятор давления

Увеличение и удержание давления в тормозной системе



Для создания давления в тормозном контуре блок управления задействует **клапан высокого давления**, открывающий канал между главным цилиндром и стороной всасывания насоса обратной подачи. Тем самым насос может всасывать тормозную жидкость из бачка (через главный цилиндр).

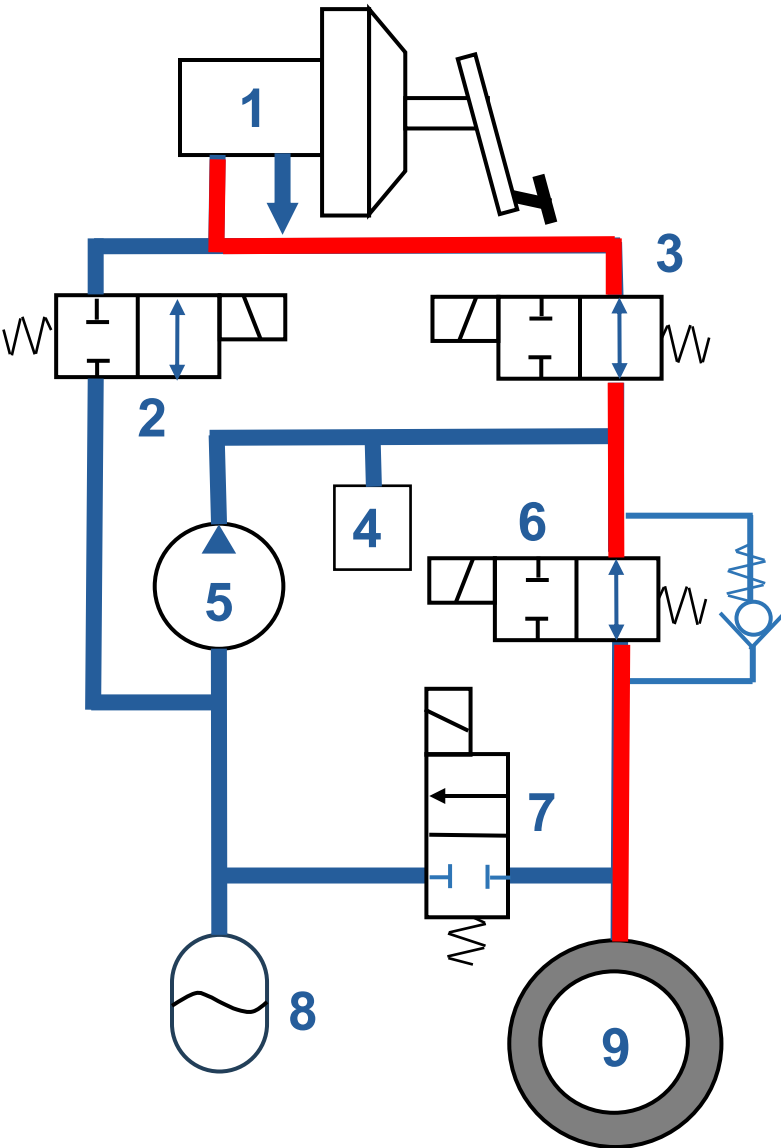
Закрывание **переключающего клапана** перекрывает канал к бачку тормозной жидкости со стороны подачи насоса обратной подачи.

Включение электродвигателя приводит в действие **насос обратной подачи**, который создаёт необходимое давление в тормозном контуре.

Удержание давления

Для реализации функции удержания давления насос обратной подачи **выключается**. Схема открывания/закрывания клапанов остаётся той же, что и в фазе создания давления.

Уменьшение давления в тормозной системе



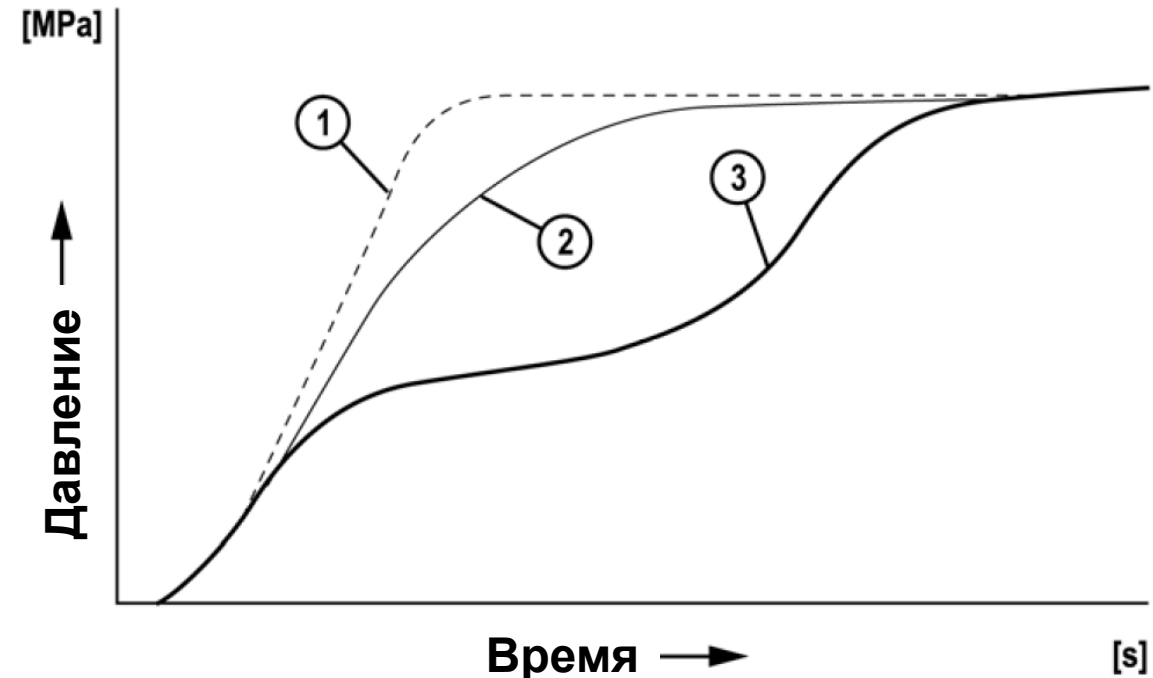
При прекращении воздействия управляющего сигнала на клапаны восстанавливается прямое соединение тормозного контура соответствующего колеса с бачком тормозной жидкости. В результате давление в контуре уменьшается.

Гидравлический тормозной ассистент

Исследования поведения водителей в экстренных ситуациях показывают, что большинство водителей при экстренном торможении нажимает педаль тормоза недостаточно сильно. Тем самым физический потенциал сцепления колёс с дорогой используется не полностью, и автомобиль проходит «лишний» тормозной путь, которого вполне можно было бы избежать.

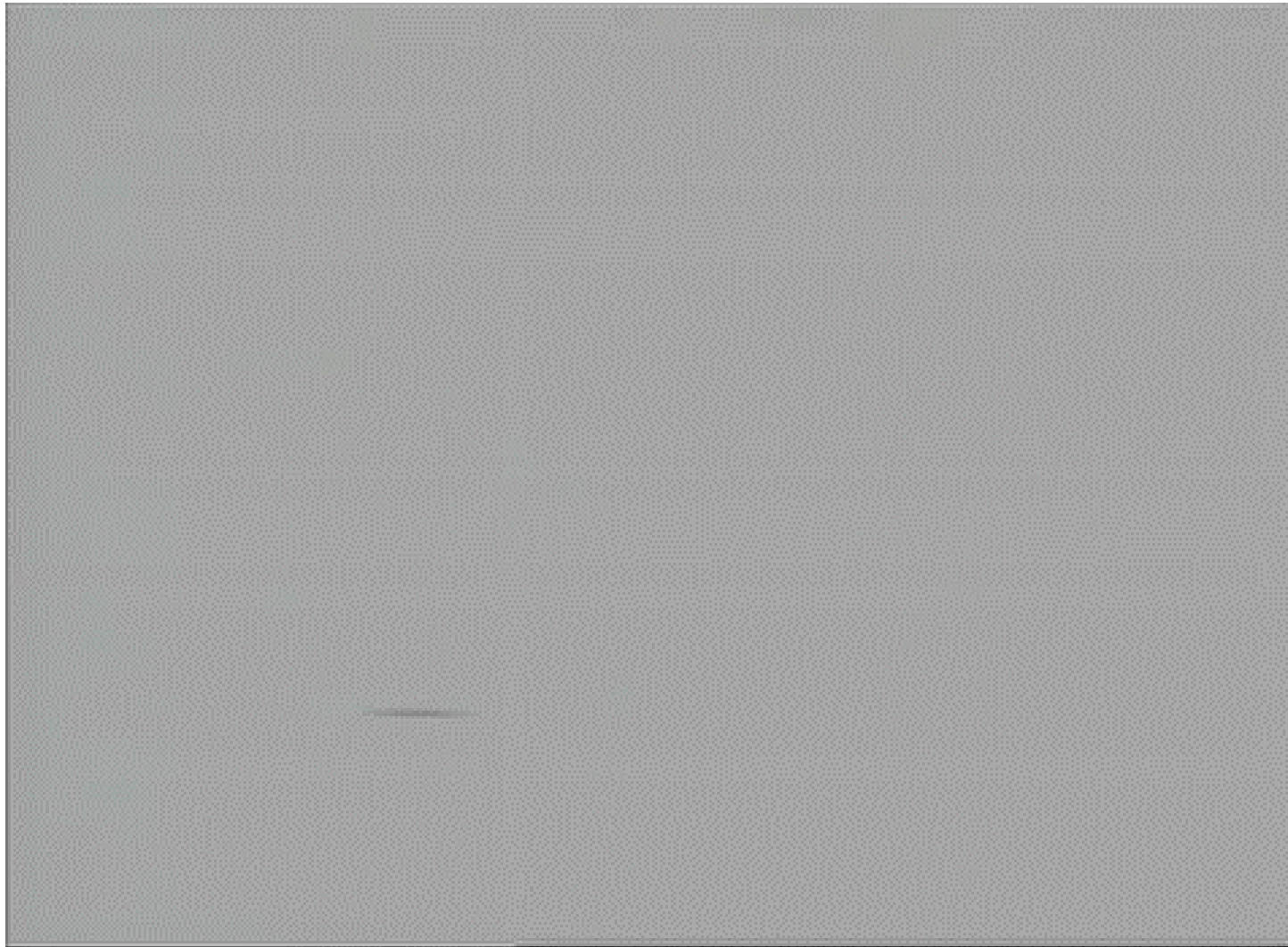
Назначение гидравлического тормозного ассистента (НВА) (ВА, **Brake Assist**, BAS, **Brake Assist System**, EBA, **Emergency Brake Assist**) состоит в максимальном увеличении тормозного давления при экстренном торможении, чтобы тормозной путь был наименьшим, а автомобиль сохранял управляемость.

НВА представляет собой дополнительную функцию системы EDS и из соображений безопасности возможности отключить эту функцию у водителя нет.



- 1 Средний водитель при наличии EBA
- 2 Опытный водитель без EBA
- 3 Средний водитель без EBA

Гидравлический тормозной ассистент



Видеофрагмент (<https://youtu.be/psy4u8NZZOI>)

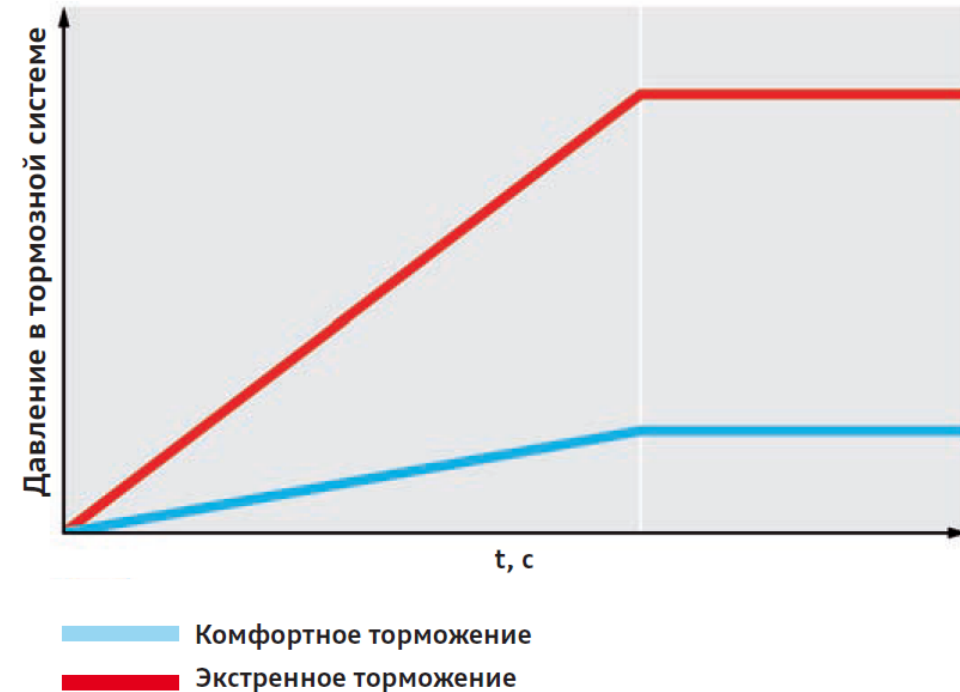
Для срабатывания ассистента НВА должны быть выполнены следующие условия:

- Тормозное давление, созданное водителем, должно быть не меньше определённого значения (примерно 30 бар).
- Скорость увеличения давления должна быть не меньше определённого значения.
- Выключатель стоп-сигналов на педали тормоза должен быть замкнут (водитель нажимает педаль тормоза).

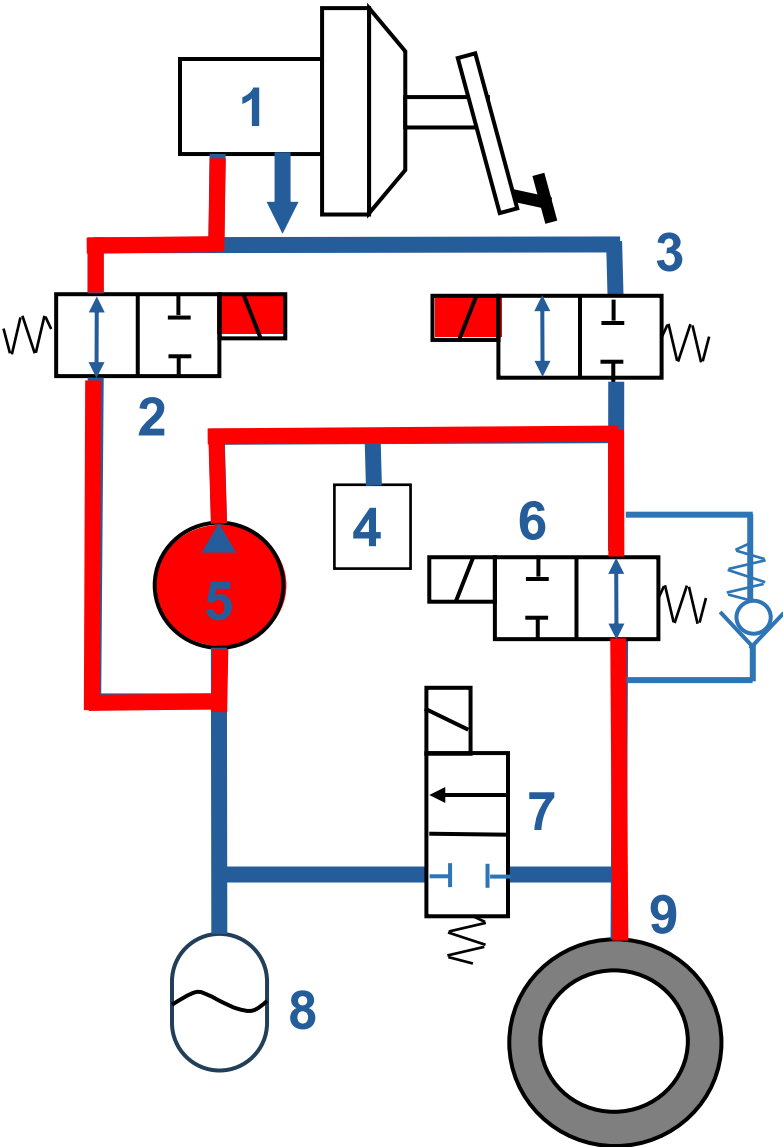
При экстренном торможении водитель нажимает педаль тормоза заметно быстрее и сильнее, чем при обычном, заблаговременном («комфортном») торможении. В результате тормозное давление возрастает очень быстро. Если при обычном торможении скорость возрастания давления находится в диапазоне 30–60 бар/с, при экстренном торможении она многократно выше.

Программное обеспечение распознаёт аварийное торможение, анализируя скорость возрастания тормозного давления. Данные о давлении поступают от установленных в гидравлическом блоке датчиков давления.

Последующее срабатывание функции подразделяется на три этапа.

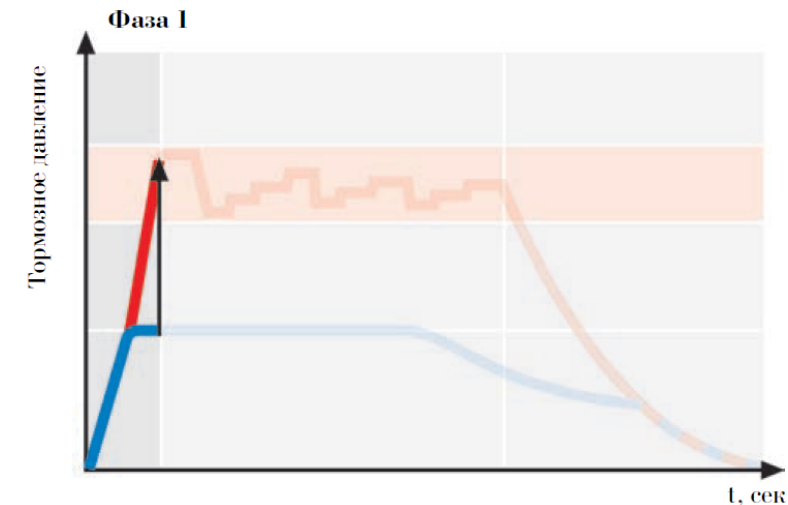


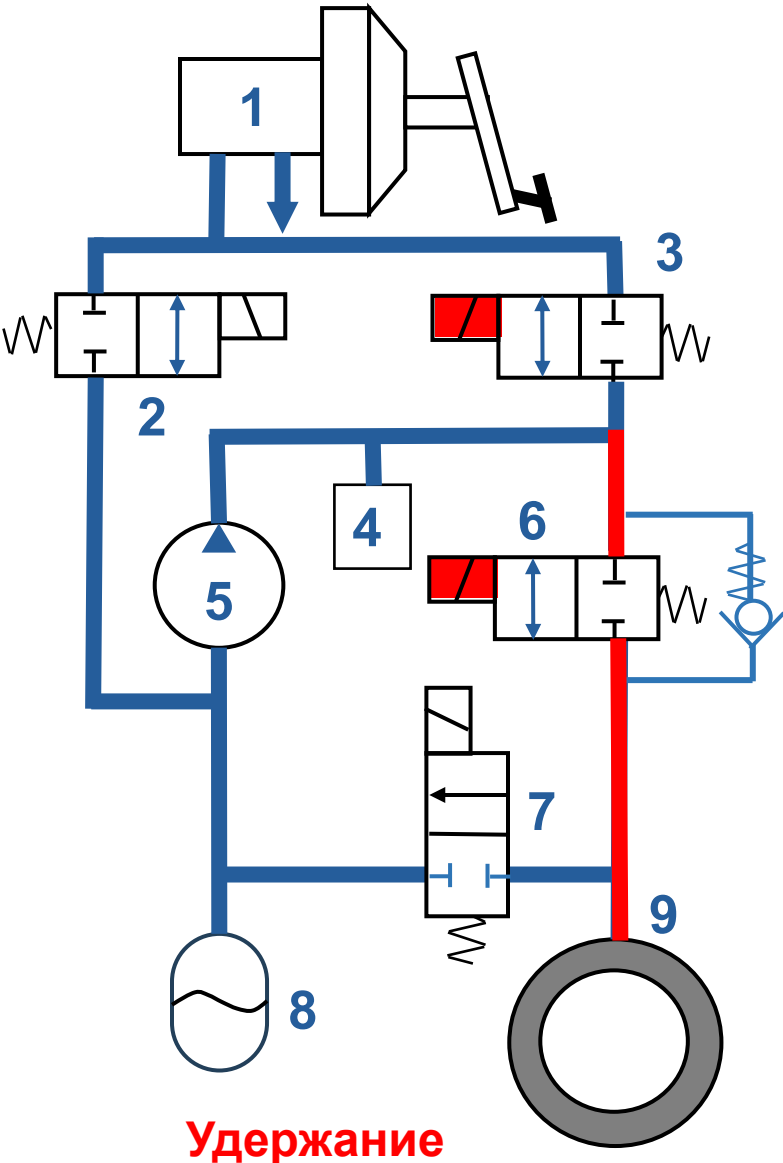
Протекание процесса торможения при срабатывании НВА



Превышено определённое значение скорости увеличения тормозного давления водителем, распознана ситуация экстренного торможения.

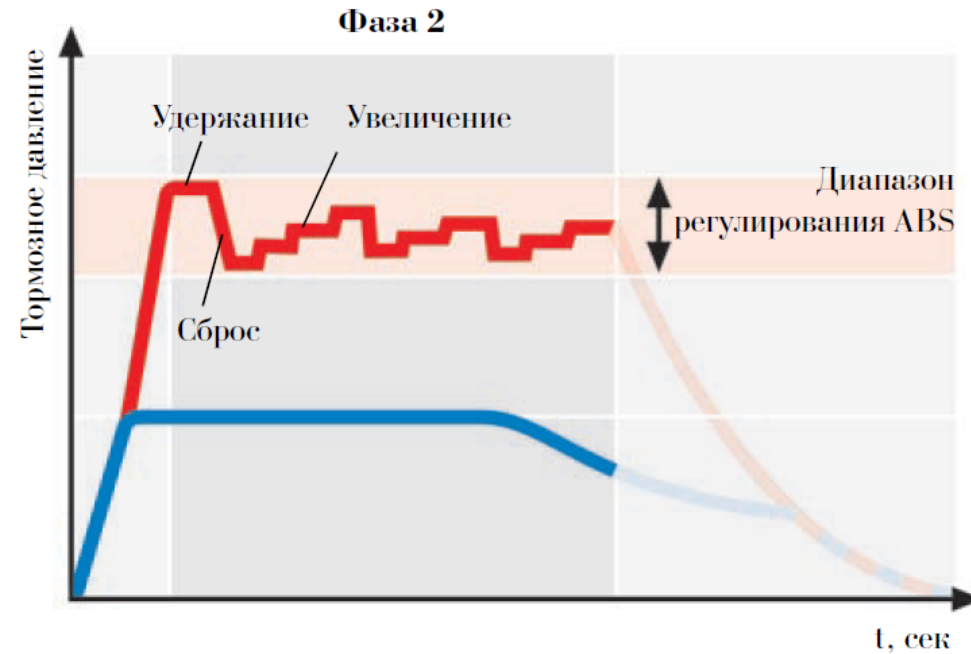
Иницируется активное (средствами системы) увеличение тормозного давления. Для этого управляющие сигналы поступают на клапаны высокого давления и переключающие клапаны. Включается насос обратной подачи, который всасывает тормозную жидкость через открытые клапаны. Создаваемое водителем тормозное давление дополнительно повышается за счёт активного создания давления системой на всех четырёх колёсах. Цель этой фазы – как можно быстрее достичь срабатывания АБС.





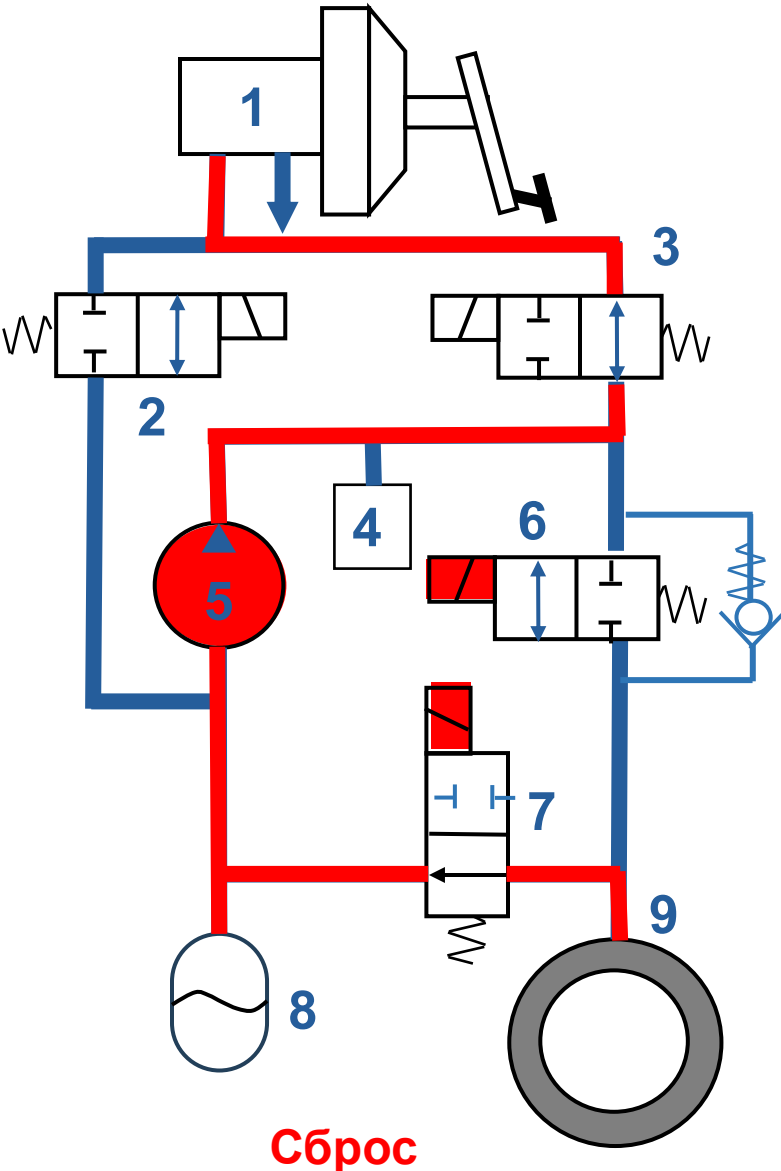
Система ABS удерживает давление несколько ниже порога блокирования колёс. Регулирование давления происходит по трём фазам: «удержание давления», «сброс давления» и «увеличение давления».

Для удержания давления в тормозном контуре впускной клапан и клапан высокого давления закрываются. В контуре колеса удерживается постоянное тормозное давление. Насос обратной подачи выключается.



- Давление в тормозных цилиндрах
- Давление, вызванное нажатием педали водителем

Протекание процесса торможения при срабатывании НВА

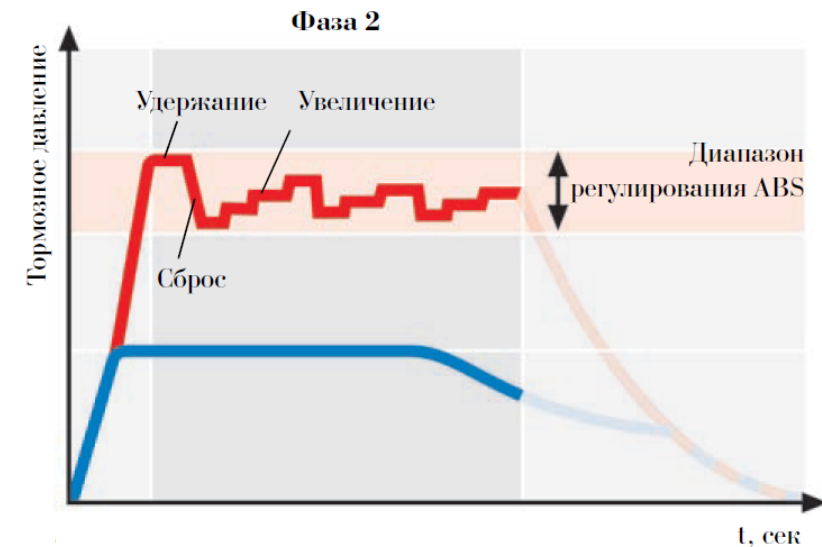


Для сбрасывания давления выпускной и переключающий клапаны открываются. Насос обратной подачи перекачивает тормозную жидкость обратно в главный тормозной цилиндр, преодолевая давление, созданное нажатием педали тормоза.

В дальнейшем, для пошагового увеличения давления, переключающий и выпускной клапаны вновь закрываются, а клапан высокого давления открывается.

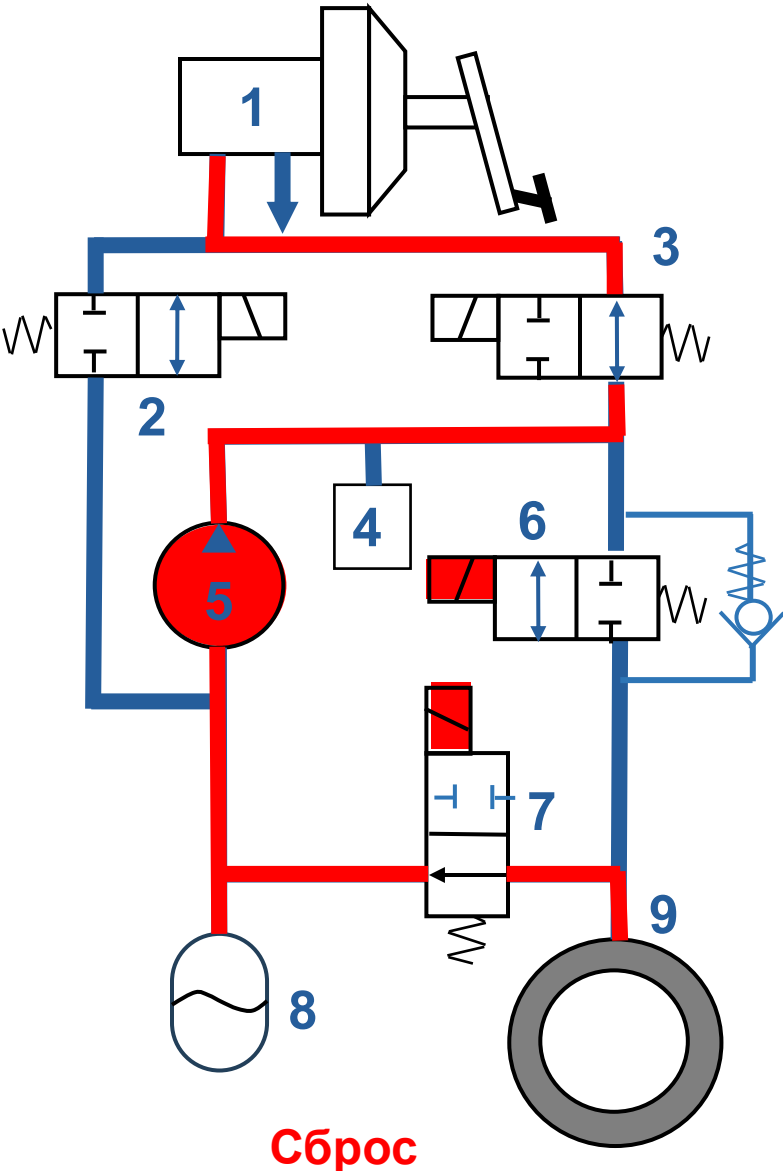
На насос обратной подачи подаётся управляющий сигнал, и насос начинает работать.

Впускной клапан открывается и закрывается через короткие промежутки времени и давление, таким образом, пошагово увеличивается.



— Давление в тормозных цилиндрах
— Давление, вызванное нажатием педали водителем

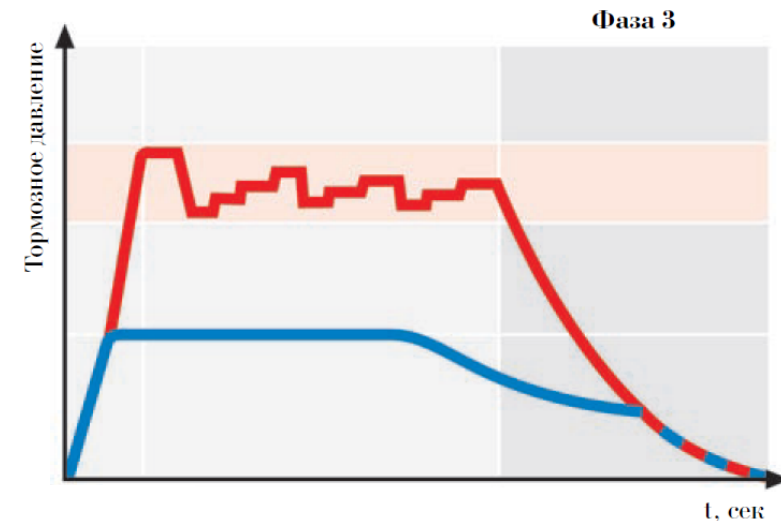
Протекание процесса торможения при срабатывании НВА



Когда водитель уменьшает силу нажатия на педаль тормоза или когда скорость автомобиля становится меньше определённого значения, условия срабатывания тормозного ассистента перестают выполняться.

Блок управления АБС распознаёт, что экстренная ситуация преодолена, и начинает завершать работу тормозного ассистента. Созданное тормозным ассистентом давление постепенно снижается до тех пор, пока оно не сравняется с давлением, задаваемым нажатием педали тормоза.

Впускной клапан закрывается, а выпускной клапан открывается, тормозная жидкость перетекает в аккумулятор давления. Оттуда насос обратной подачи перекачивает её в компенсационный бачок.



- Давление в тормозных цилиндрах
- Давление, вызванное нажатием педали водителем

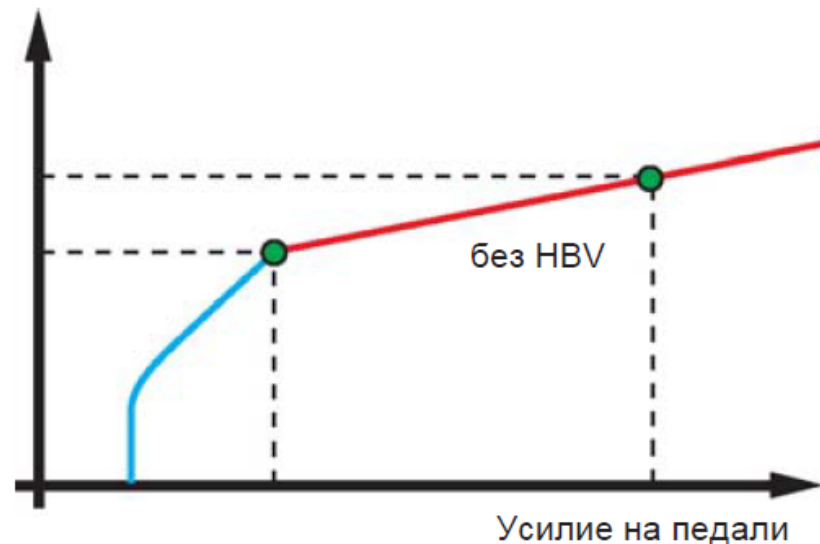
Активный усилитель тормозов

При холодном запуске или прогреве каталитического нейтрализатора у двигателей малого рабочего объёма возможны случаи, когда при открытой дроссельной заслонке разрежение во впускном коллекторе, или усилителе тормозов недостаточное, и водитель не может тормозить с максимальной эффективностью.

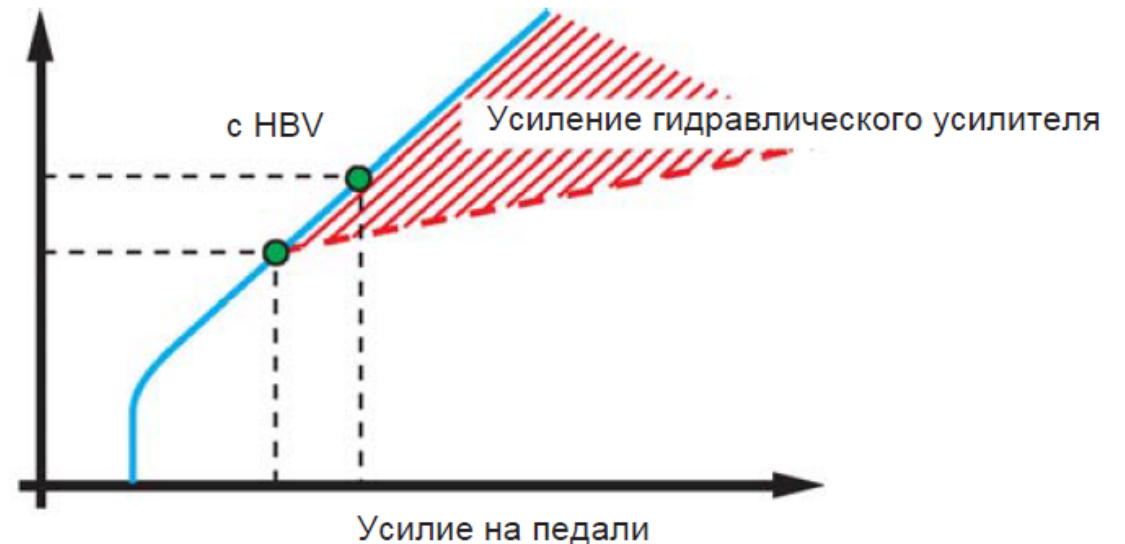
На основании поступающих от выключателя стоп-сигнала и датчика давления данных система распознаёт, что выполняется торможение. Система сравнивает фактическое тормозное давление с тем, каким оно должно быть при такой силе и скорости нажатия педали тормоза водителем.

Датчик разрежения в вакуумном усилителе тормозов регистрирует недостаточность поступающего в усилитель от двигателя разрежения. После этого система самостоятельно повышает тормозное давление в контурах до необходимой величины.

Давление в гидравлической системе тормозного привода

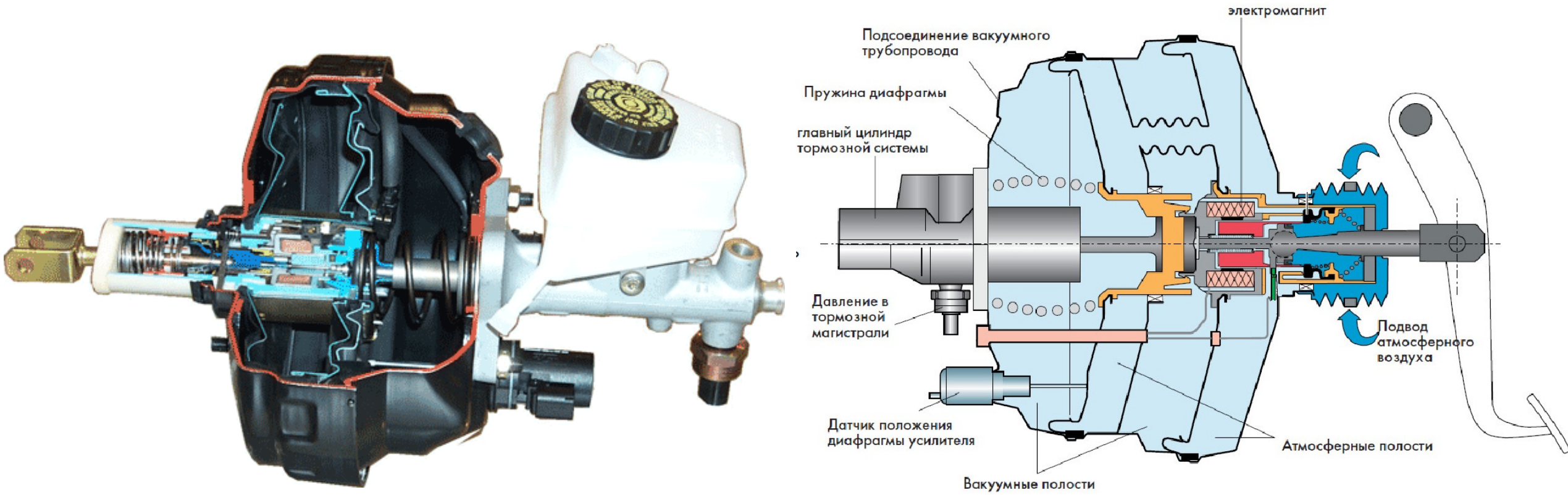


Давление в гидравлической системе тормозного привода



Активный усилитель тормозов

В случае распознавания экстренного торможения ЭБУ задействует электромагнит. Он вентилирует рабочую камеру усилителя, в результате чего последний работает на полную мощность.



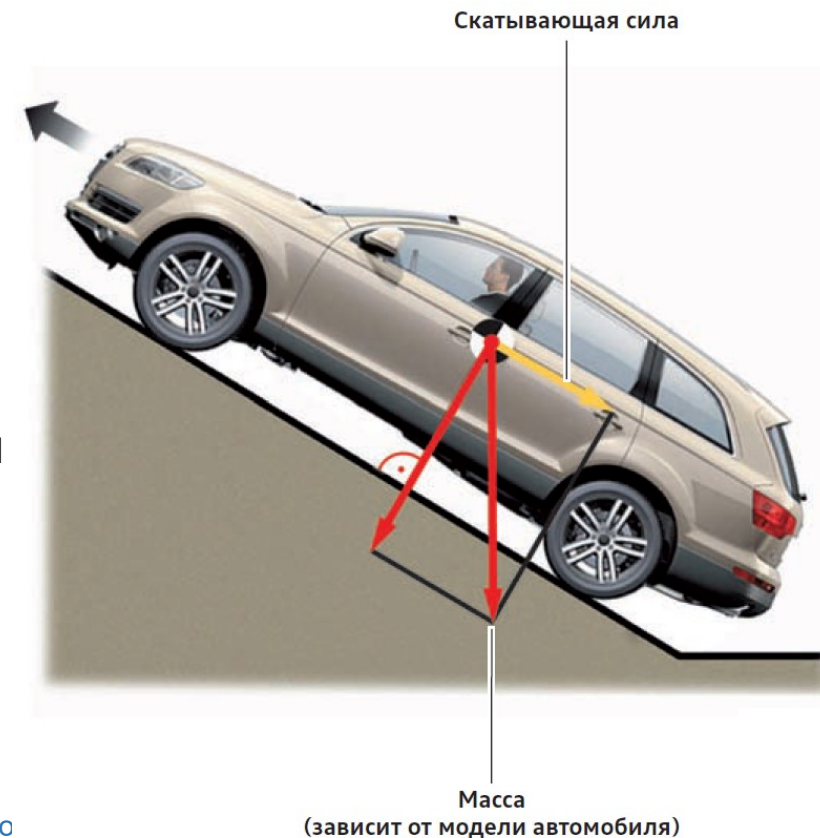
Ассистент трогания на подъёме

Система была разработана, для того, чтобы упростить для водителя процесс трогания на подъёме в условиях движения с частыми остановками (например, в пробке). Чем больше угол подъёма, тем больше составляющая массу автомобиля скатывающая сила, действующая параллельно дороге и вызывающая скатывание незаторможенного автомобиля назад.

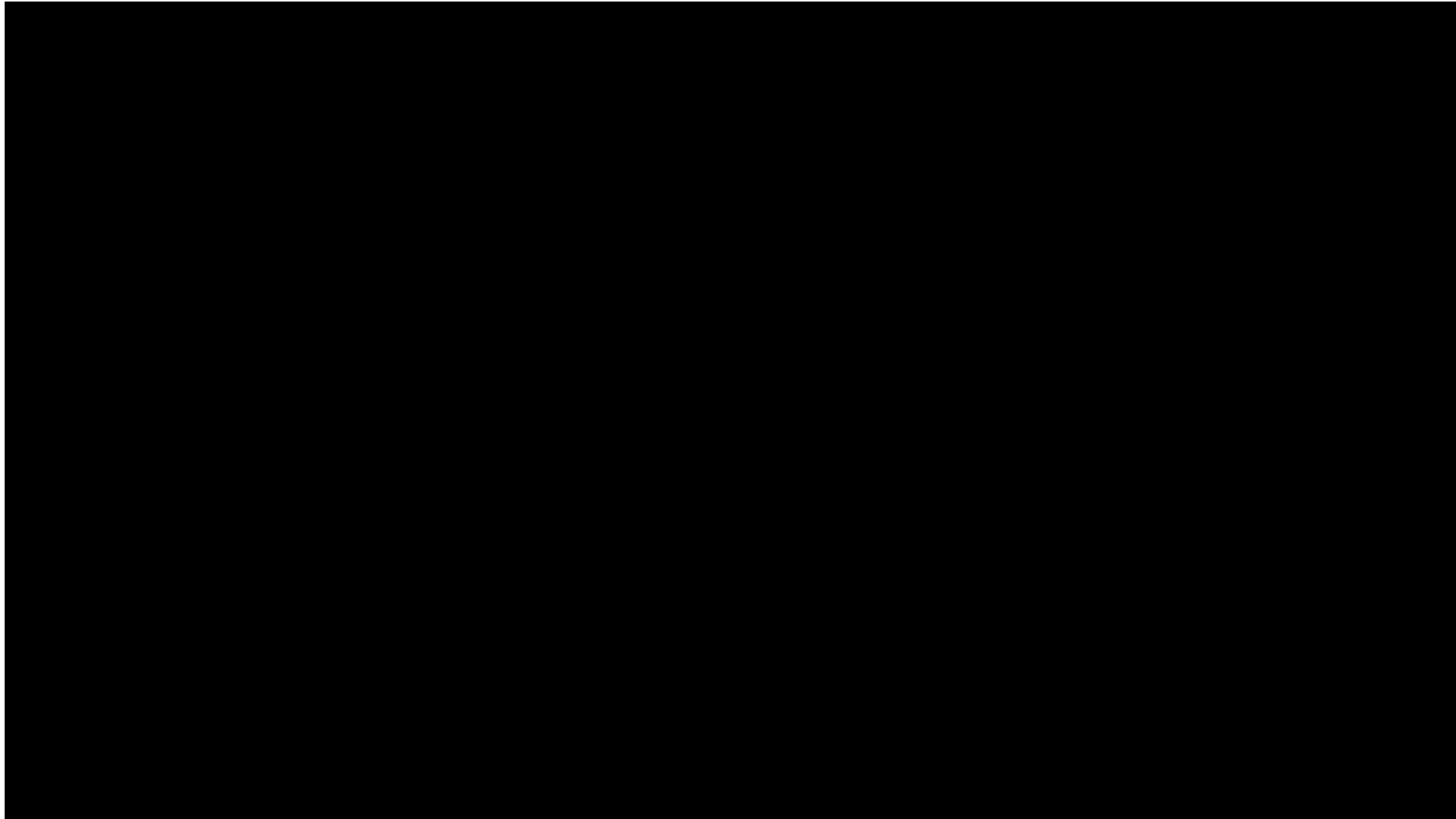
Критическим моментом при трогании на подъёме является время, необходимое для переноса водителем ноги с педали тормоза на педаль акселератора и развития двигателем необходимого для трогания крутящего момента. Если это займет слишком много времени, автомобиль начнёт скатываться назад до того, как в трансмиссию станет поступать крутящий момент, достаточный для создания необходимой тяги.

Ассистент трогания на подъёме облегчает трогание на подъёме, позволяя выполнить его, не прибегая к помощи стояночного тормоза. Для этого ассистент при трогании замедляет уменьшение тормозного давления в тормозной системе. Тем самым предотвращается скатывание автомобиля назад, пока сила тяги ещё недостаточна для компенсации скатывающей силы.

Работу ассистента трогания на подъёме можно подразделить на 4 фазы.



Системы облегчения трогания с места



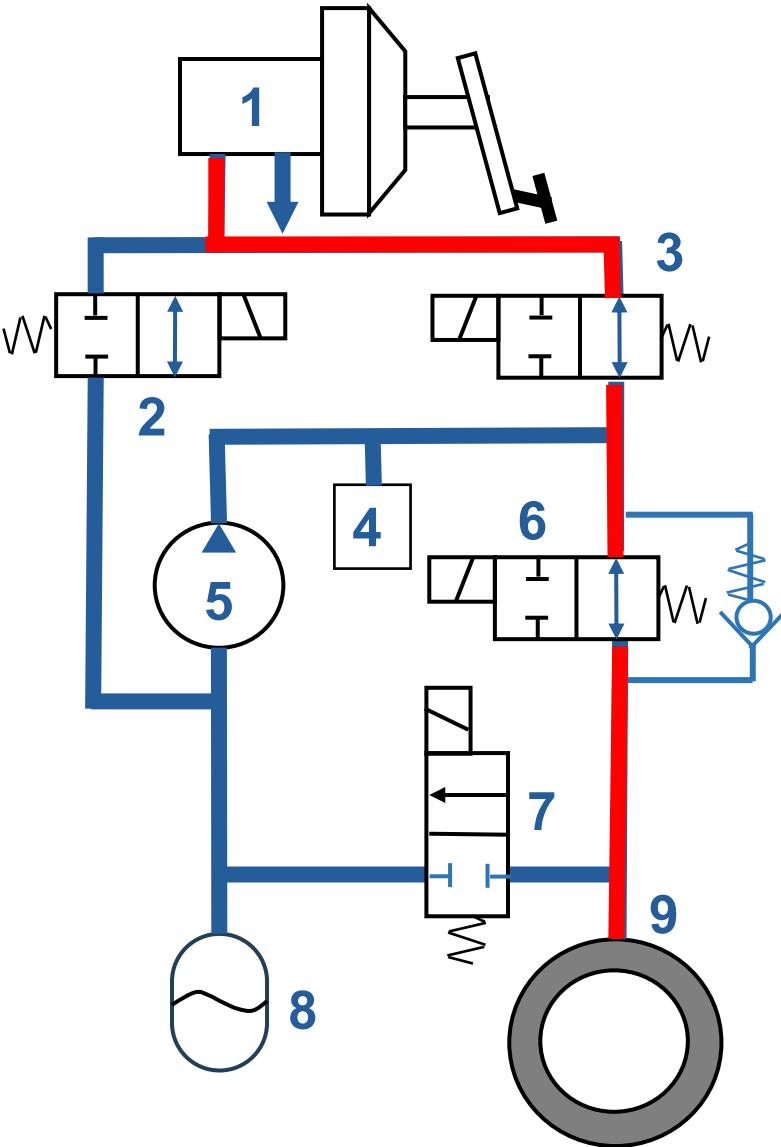
Видеофрагмент (<https://youtu.be/2ytyg6faJlk>)

Принцип работы ассистента трогания на подъёме

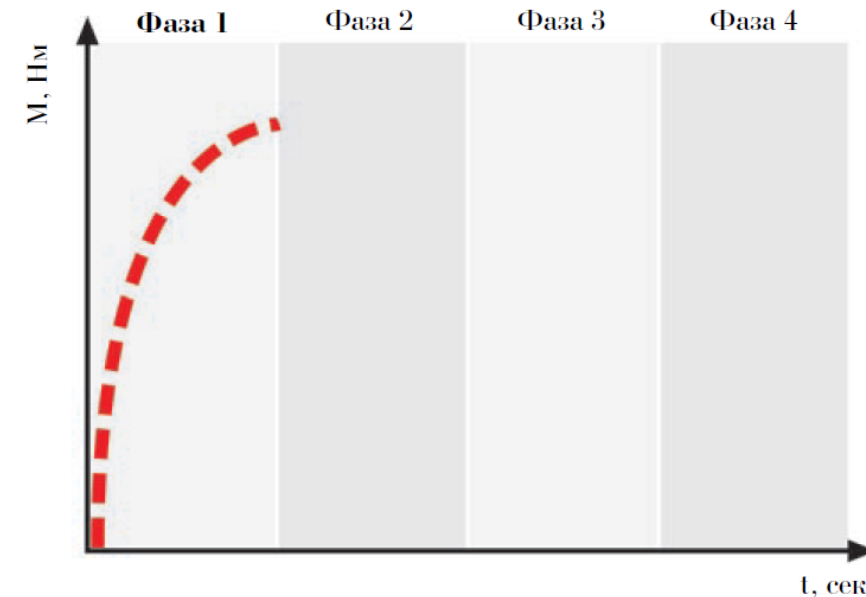
Фаза 1 — создание тормозного давления

Водитель останавливает или удерживает автомобиль нажатием педали тормоза. Тормозной момент достаточен для удержания автомобиля от скатывания. Нажимается педаль тормоза.

Переключающий клапан открыт, клапан высокого давления закрыт. Впускной клапан открыт, в тормозном цилиндре создаётся необходимое давление. Выпускной клапан закрыт.



Тормозной момент

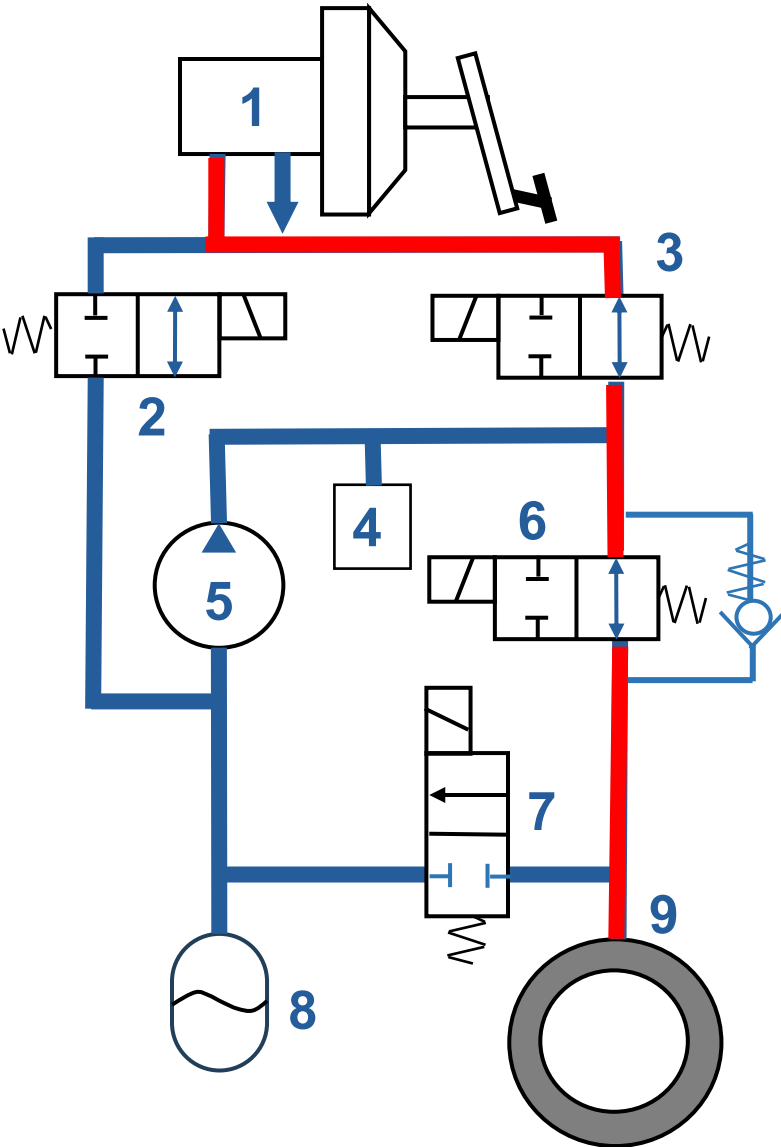


Принцип работы ассистента трогания на подъёме

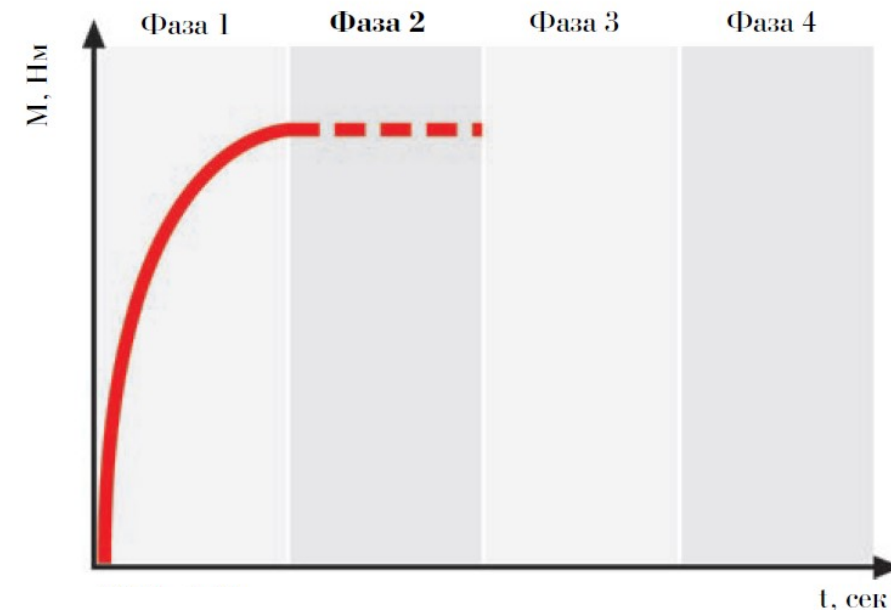
Фаза 2 — удержание тормозного давления

Автомобиль неподвижен. Водитель снимает ногу с педали тормоза, чтобы перенести её на педаль акселератора. Ассистент трогания на подъёме в течение 2 секунд сохраняет тормозное давление на том же уровне, чтобы предотвратить скатывание автомобиля назад.

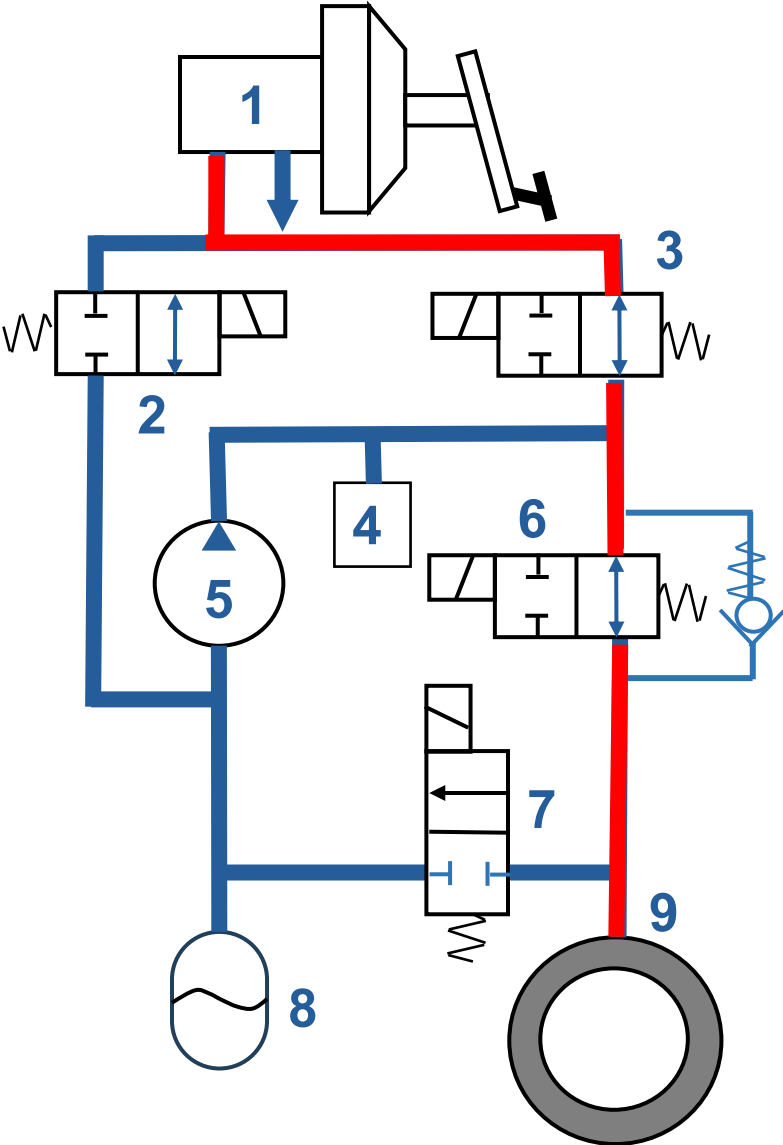
Переключающий клапан закрывается. В контурах колёс удерживается тормозное давление. Таким образом предотвращается преждевременное снижение давления.



Тормозной момент



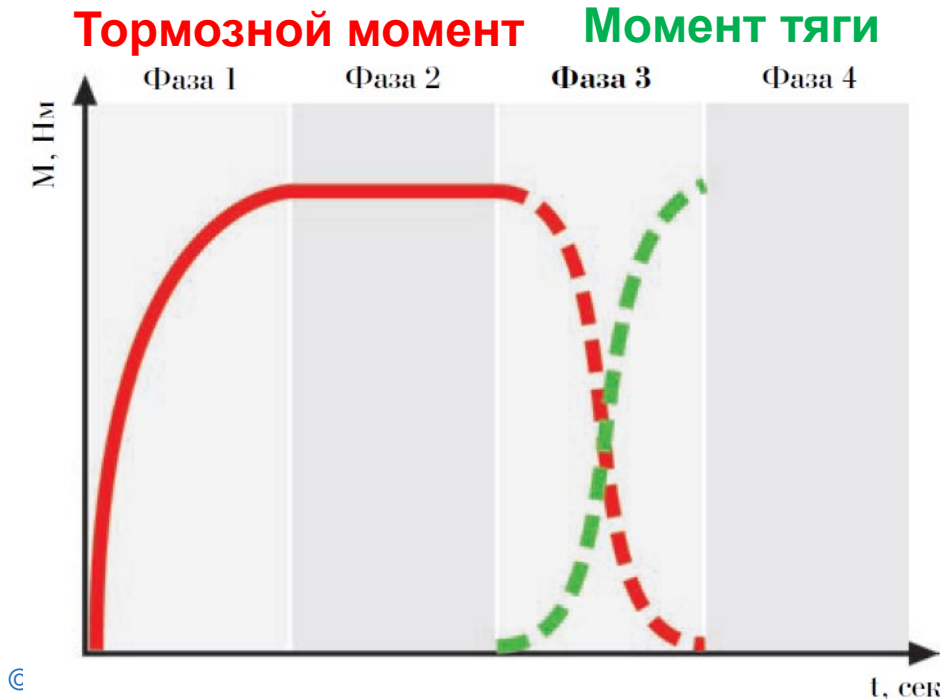
Принцип работы ассистента трогания на подъёме



Фаза 3 — дозированное уменьшение тормозного давления

Автомобиль всё ещё неподвижен. Водитель нажимает педаль акселератора. По мере того как водитель увеличивает передаваемый к колёсам крутящий момент (момент тяги), ассистент трогания уменьшает тормозной момент так, что автомобиль не скатывается назад, но и не оказывается заторможенным при последующем трогании.

Впускной клапан открыт, переключающий клапан дозированно открывается и обеспечивает постепенное снижение тормозного давления

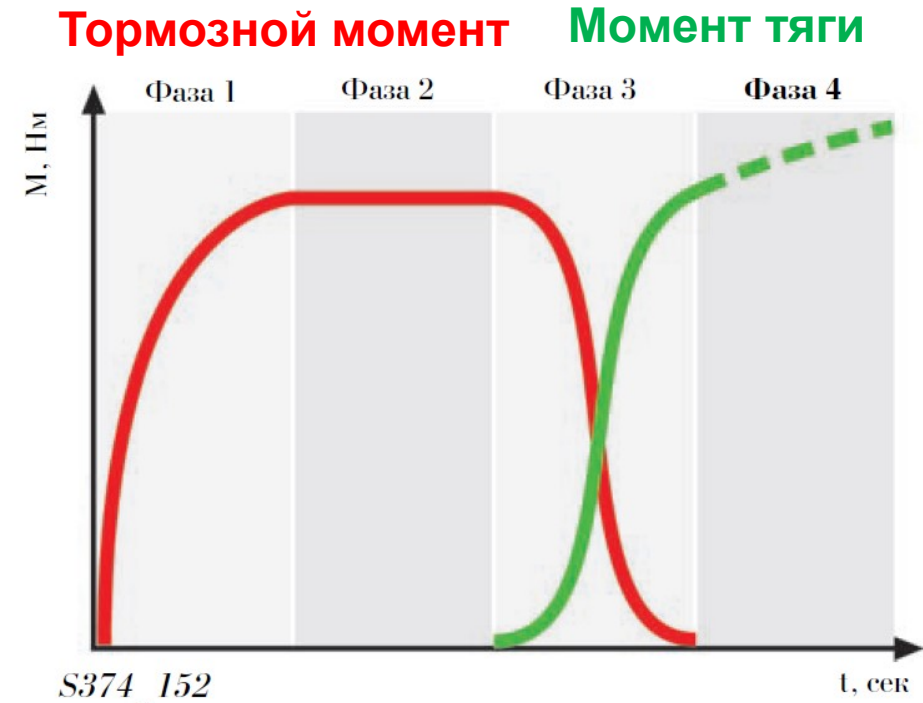
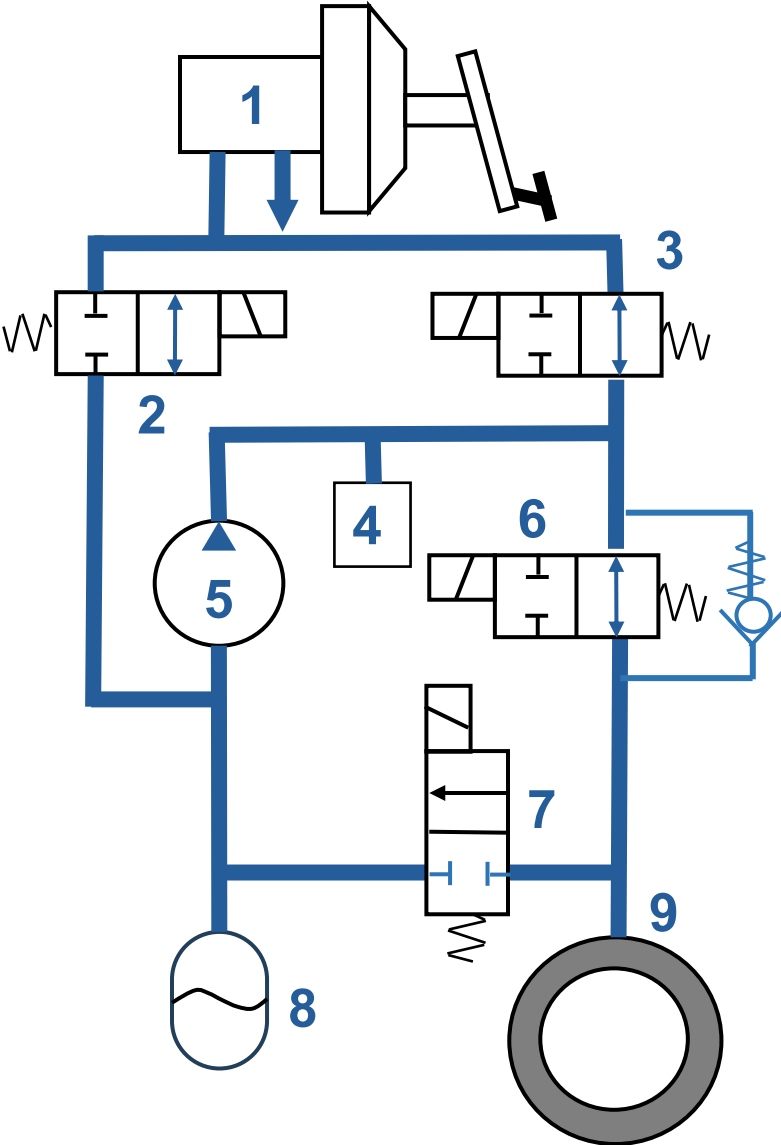


Принцип работы ассистента трогания на подъёме

Фаза 4 — сброс тормозного давления

Автомобиль трогается. Момент тяги достаточен для трогания и последующего ускорения автомобиля. Ассистент трогания на подъёме уменьшает тормозное давление до нуля.

Переключающий клапан полностью открыт. Давление в тормозных контурах отсутствует.



Ассистент движения на спуске

Ассистент движения на спуске (HDC, *Hill Descent Control*) помогает водителю при движении по горным дорогам. Когда автомобиль находится на наклонной плоскости, действующая на него сила тяжести раскладывается, по правилу параллелограмма, на нормальную и параллельную составляющие.

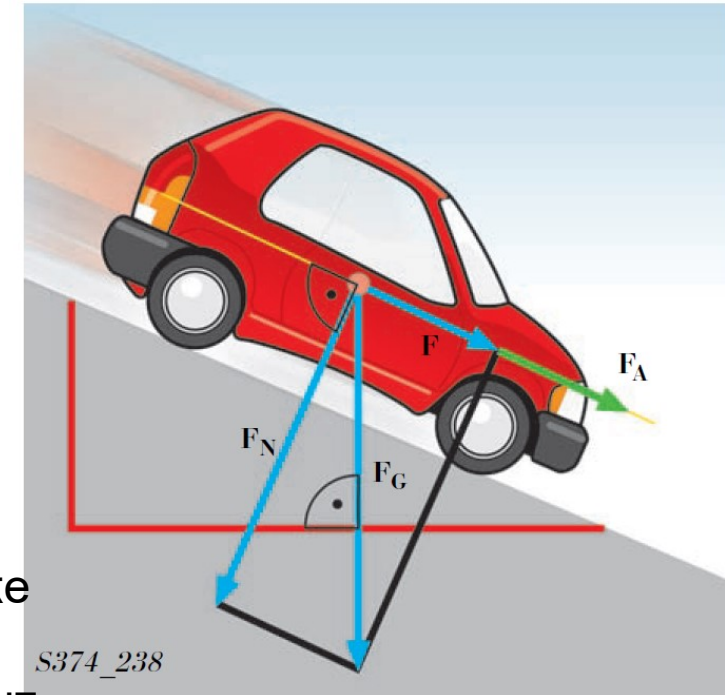
Последняя представляет собой действующую на автомобиль **скатывающую силу**. Если на автомобиль действует собственная сила тяги, то она добавляется к скатывающей силе. Скатывающая сила действует на автомобиль постоянно, независимо от скорости автомобиля.

Вследствие этого автомобиль, скатывающийся по наклонной плоскости, будет всё время ускоряться, т.е. двигаться тем быстрее, чем дальше он скатывается.

Ассистент движения на спуске задействуется при выполнении следующих условий:

- скорость автомобиля меньше 20 км/час,
- уклон превышает 20%,
- двигатель работает,
- ни педаль газа, ни педаль тормоза не нажаты.

Если эти условия выполнены и получаемые ассистентом движения на спуске данные о положении педали акселератора, оборотах двигателя и скорости вращения колёс свидетельствуют о увеличении скорости автомобиля, ассистент исходит из того, что автомобиль скатывается на спуске и необходимо задействовать тормоза. Система начинает работать со скорости, которая слегка превышает скорость пешехода.



S374_238

Обозначения

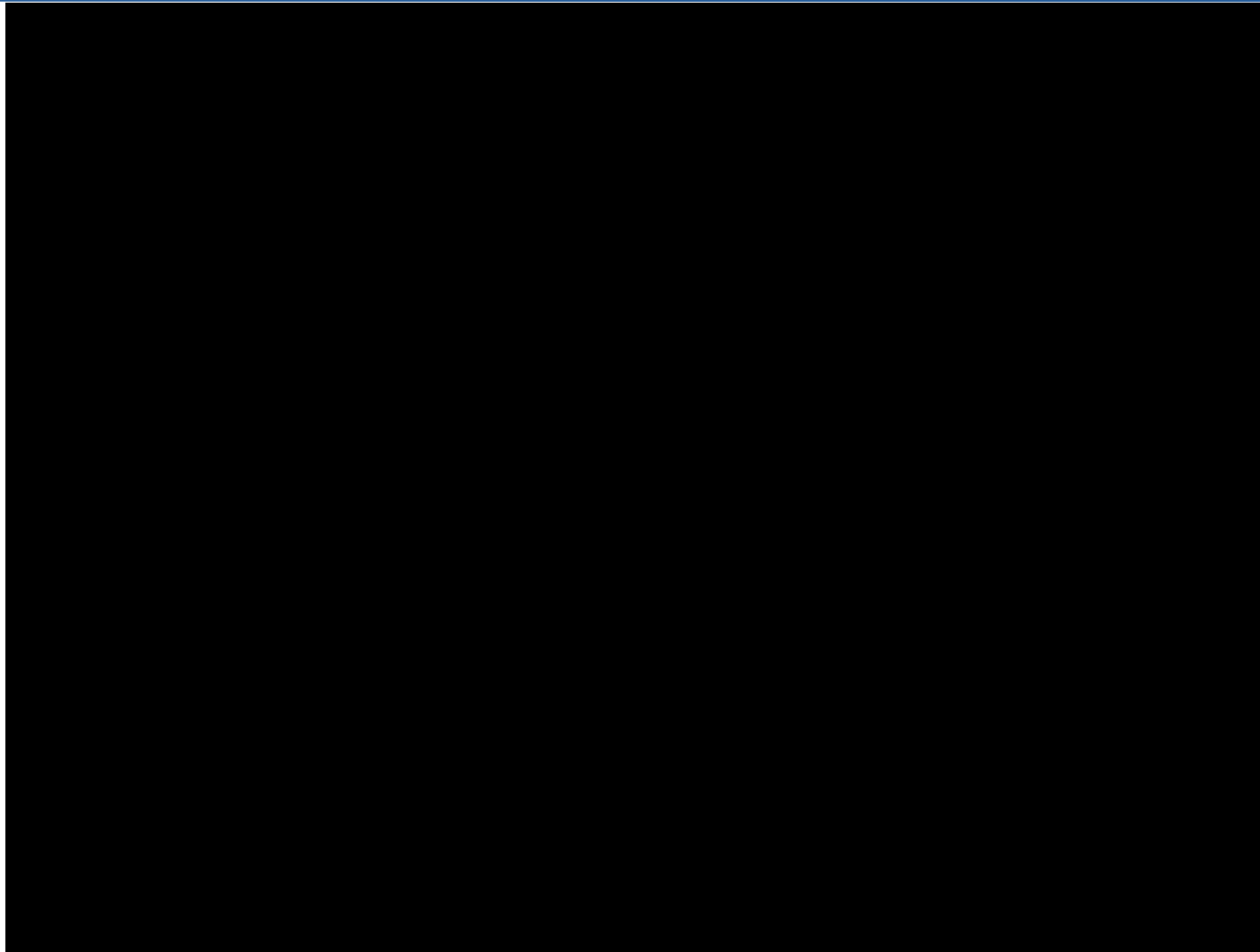
F_A - сила тяги

F_G - сила тяжести
(вес автомобиля)

F_{Π} - скатывающая сила (паралл.
сост. силы тяжести)

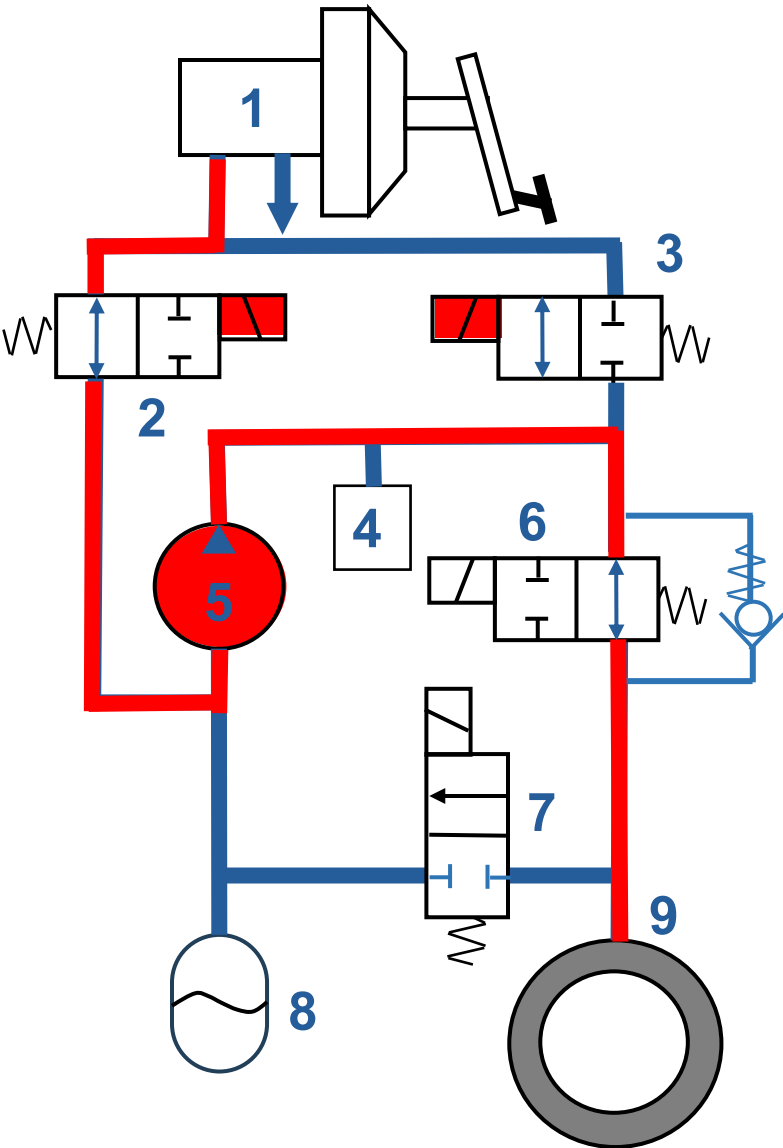
F_N - нормальная составляющая
силы тяжести

Ассистент движения на спуске



Видеофрагмент

Ассистент движения на спуске



Скорость автомобиля, которую тормозной ассистент должен (с помощью подтормаживания всех колёс) поддерживать, зависит от скорости, с которой было начато движение на спуске, и включённой передачи.

В этом случае ассистент движения на спуске включает насос обратной подачи. Клапаны высокого давления и впускные клапаны АБС открываются, а выпускные клапаны АБС и переключающие клапаны закрываются. В тормозных цилиндрах колёс создаётся тормозное давление, и автомобиль замедляется.

Когда скорость автомобиля снизится до того значения, которое необходимо удерживать, ассистент движения на спуске прекращает подтормаживание колёс и вновь снижает давление в тормозной системе.

Если после этого скорость начинает увеличиваться (при том что педаль акселератора остаётся ненажатой), ассистент исходит из того, что автомобиль по-прежнему движется по спуску.

Таким образом скорость автомобиля постоянно удерживается в безопасном диапазоне, который легко может управляться и контролироваться водителем.

Система подсушивания тормозов BSW

В дождливую погоду на тормозных дисках может образовываться тонкая водяная плёнка. Это приводит к некоторому замедлению возникновения тормозного момента, так как тормозные накладки сначала скользят на этой плёнке до тех пор, пока вода в результате нагрева деталей тормоза не испарится или не будет «стёрта» накладками с поверхности диска. Только после этого тормозной механизм развивает свой полный тормозной момент.

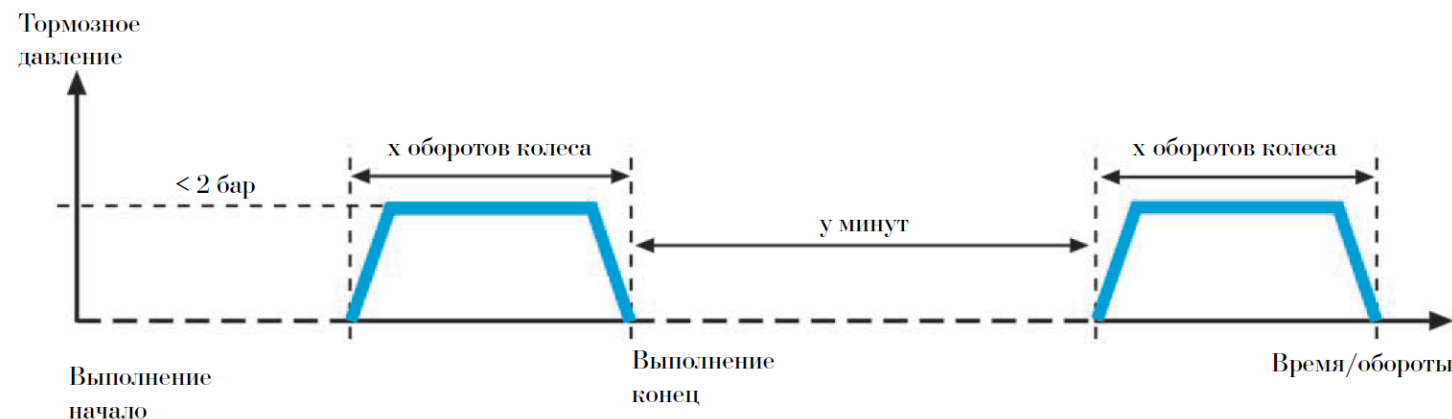
При торможении в критической ситуации каждая доля секунды задержки имеет огромное значение. Поэтому для предотвращения такой задержки в срабатывании тормозов в сырую погоду была разработана система подсушивания тормозов.

Система подсушивания тормозов BSW следит за тем, чтобы диски тормозов передних колёс всегда были сухими и чистыми. Достигается это лёгким и кратковременным прижатием тормозных колодок к дискам. Тем самым полный тормозной момент достигается в случае необходимости без задержки и сокращается тормозной путь.

Условия включения системы подсушивания тормозов BSW: автомобиль движется со скоростью не менее 70 км/ч и стеклоочиститель включён.

Если эти условия выполнены, то во время работы стеклоочистителя колодки передних тормозов через определённые промежутки времени подводятся к тормозным дискам.

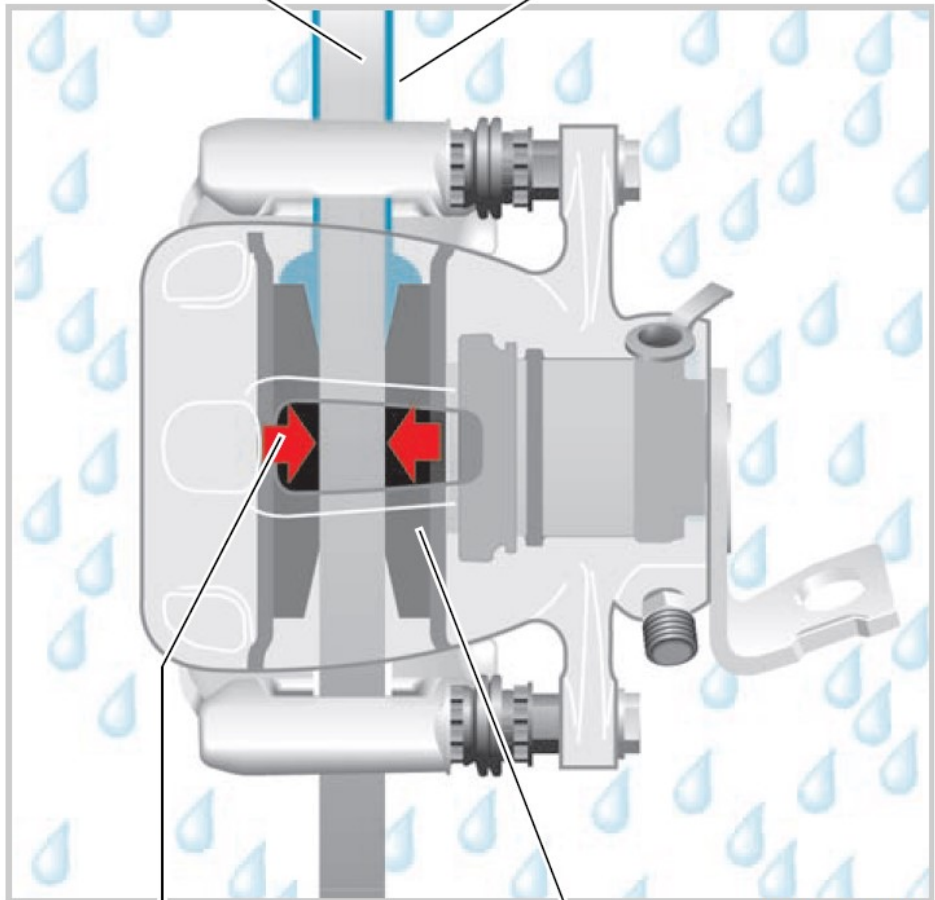
Тормозное давление при этом не превышает 2 бар.



Система подсушивания тормозов BSW

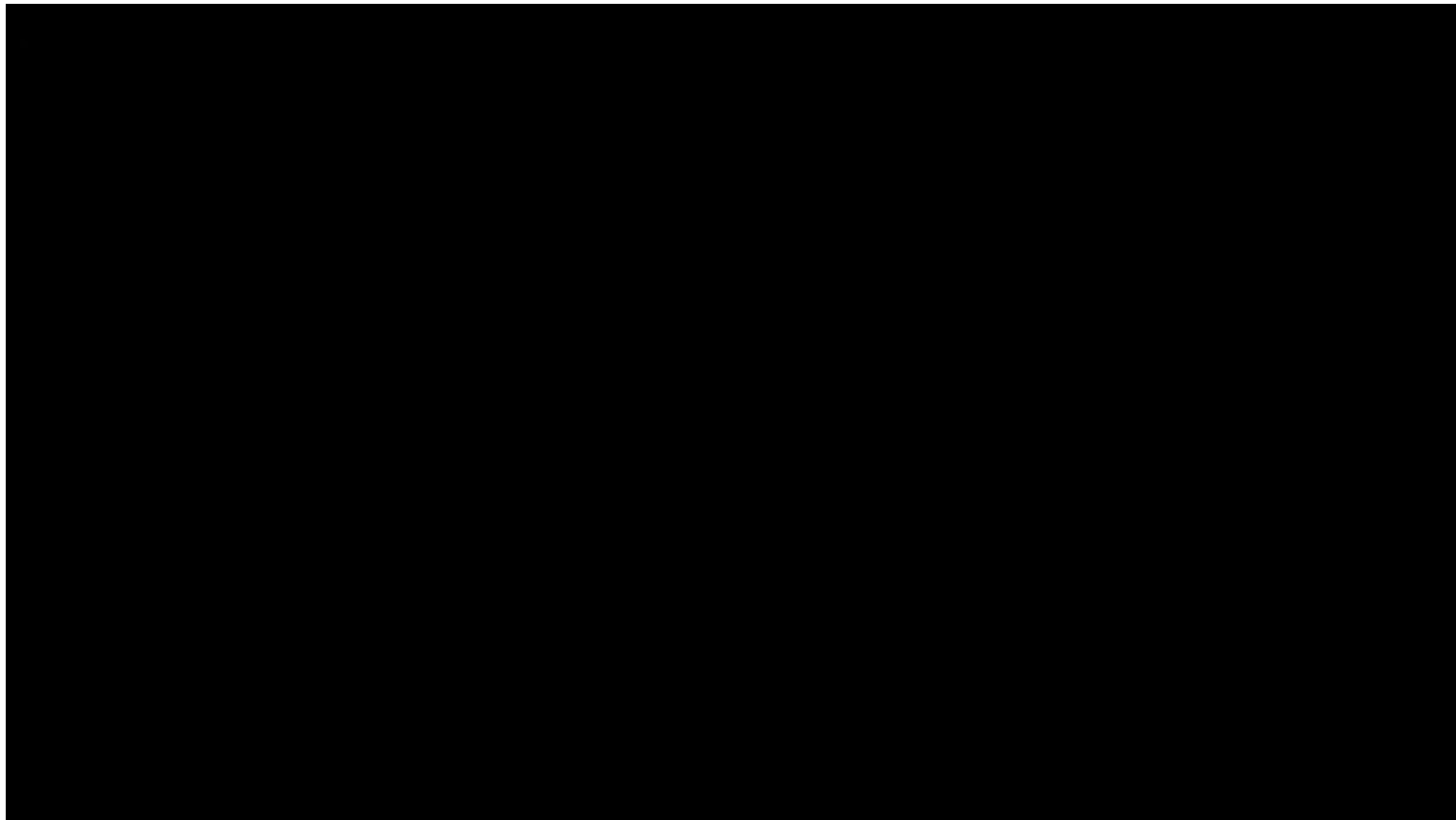
Тормозной диск

Плѐнка воды



Накладки тормозных
колодок

Кратковременное подведение
колодок к тормозному диску



Видеофрагмент (<https://youtu.be/8TmBVTIf5kQ>)

Система курсовой устойчивости

Спроектированная на основании **антиблокировочной системы**, защищающей от блокировки колеса при торможении и **противобуксовочной системы**, препятствующей пробуксовке колес при разгоне, **система курсовой устойчивости** предназначена для сохранения устойчивости и управляемости автомобиля в критических условиях, независимо от того, выполняется торможение или разгон, или же автомобиль движется на постоянной скорости.

Другие названия - система стабилизации движения, ASC (Active Stability Control), DSC (Dynamic Stability Control), ESC (Electronic Stability Control), ESP (Electronic Stability Program), VSC (Vehicle Stability Control) и т.д.

Система курсовой устойчивости включается в работу, прежде всего, при резких маневрах, нервных реакциях водителя, недостаточной или избыточной поворачиваемости автомобиля, а также при смене качества дорожного покрытия, выполняя при этом индивидуальное подтормаживание колес и воздействуя на систему управления двигателем с целью стабилизации автомобиля.

В то время как **АБС** и противобуксовочная система воздействуют на продольную динамику автомобиля, дополнительной функцией системы курсовой устойчивости является стабилизация автомобиля вокруг вертикальной оси.

При этом говорят о **регулировании момента рыскания**.



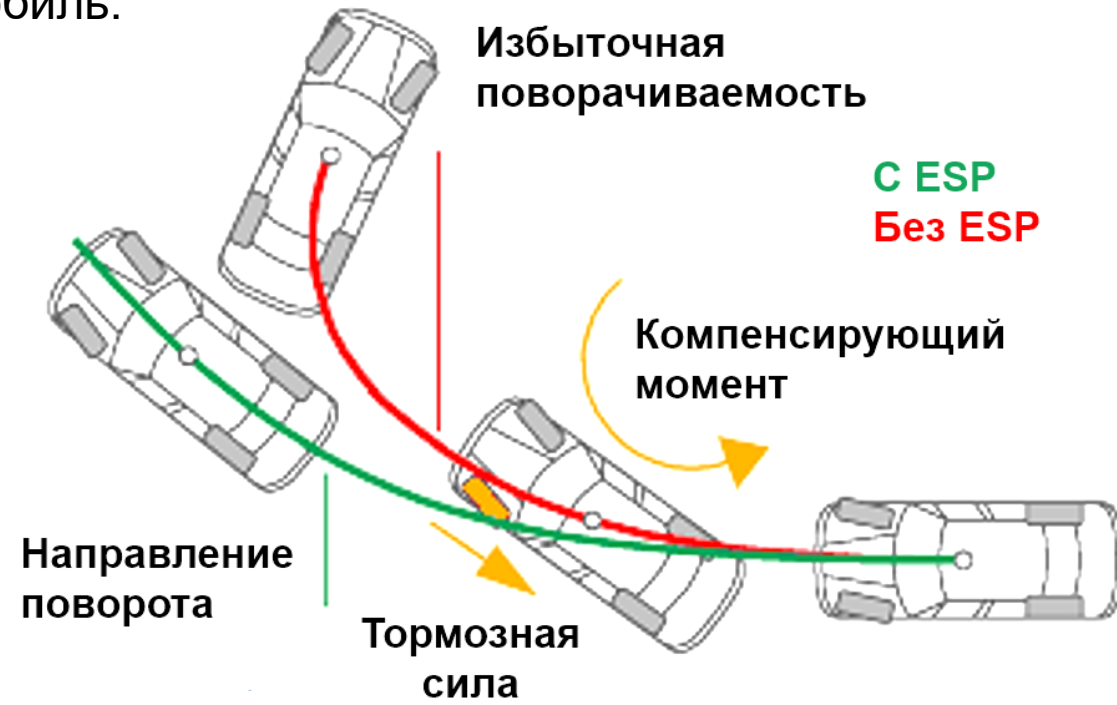
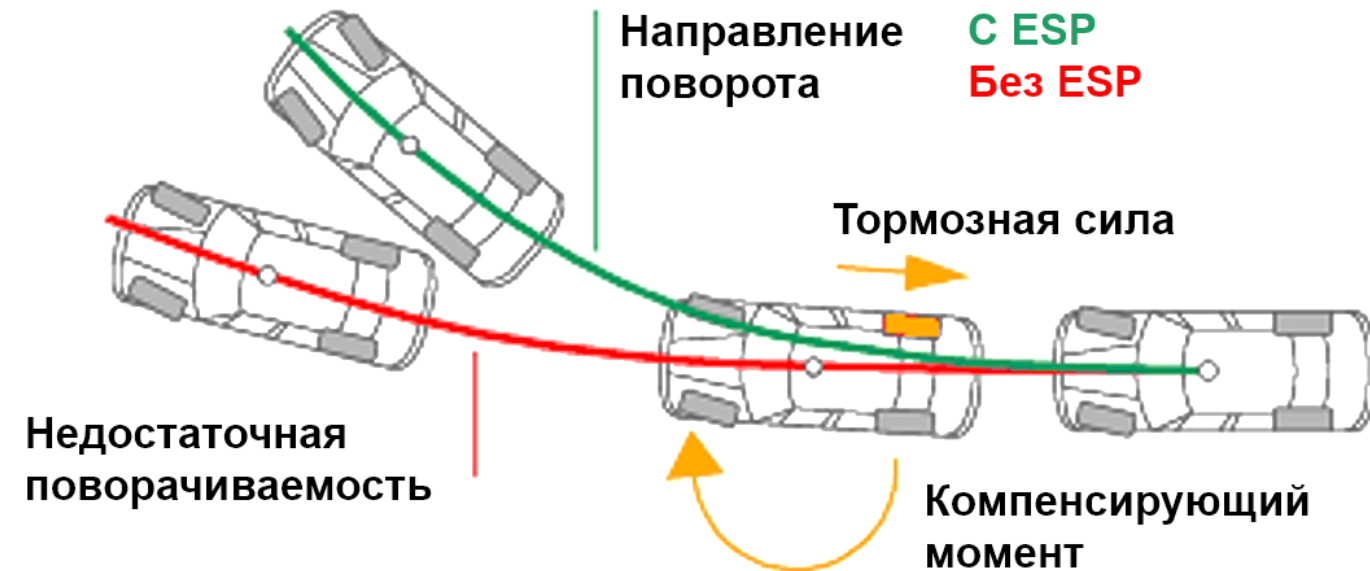
Система курсовой устойчивости

При **недостаточной поворачиваемости** автомобиль движется вперед, не слушаясь руля, передние колеса первыми теряют сцепление с дорогой.

В качестве контрмеры притормаживается заднее колесо, находящееся на внутренней стороне поворота.

При **избыточной поворачиваемости** возникает опасность заноса задней части и автомобиль разворачивается.

Поэтому для предотвращения разворота притормаживается переднее колесо, находящееся на внешней стороне разворота. В результате возникает компенсирующий момент рыскания, направленный в противоположную развороту сторону, стабилизирующий автомобиль.



Система курсовой устойчивости



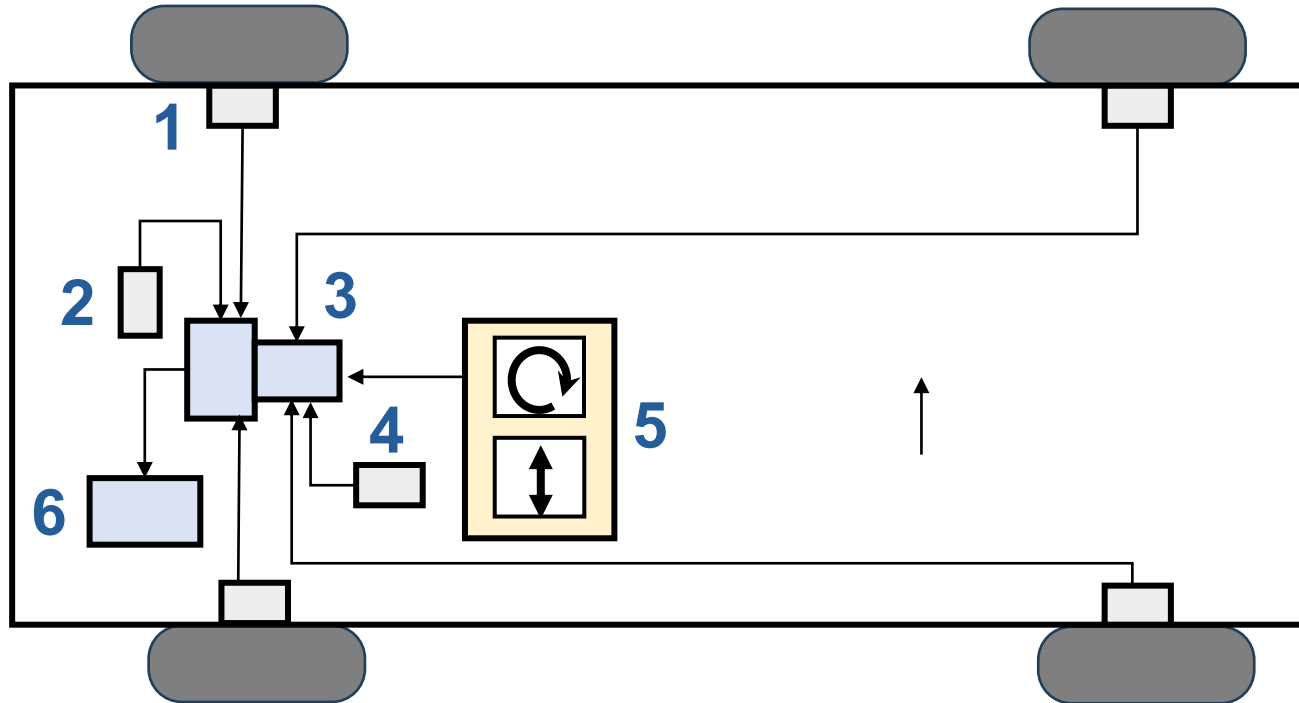
Видеофрагмент (<https://youtu.be/8TmBVTIf5kQ>)

Режимы работы системы курсовой устойчивости

Выделяют следующие режимы работы системы ESP:

1. **обычный режим**; регулирования не требуется, все электромагнитные клапаны обесточены, система готова к работе;
2. **ABS-регулирование**; соответствующие электромагнитные клапаны в гидравлическом блоке управляются индивидуально для каждого колеса (4-канальная система) для предотвращения блокировки колес;
3. **противобуксовочное регулирование**; активизируется насос высокого давления и возвратный насос, а также соответствующие электромагнитные клапаны, расположенные в гидравлическом блоке, если фиксируется склонность одного из ведущих колес к пробуксовке;
4. **система контроля за торможением двигателем (MSR)**; увеличение крутящего момента двигателя, если одно или несколько колес начинают сильно буксовать при сбрасывании газа или переключении на низшую передачу;
5. **электронная система распределения тормозных усилий (EBD)**; управление соответствующими электромагнитными клапанами в гидравлическом блоке при фиксировании на задних колесах чрезмерной пробуксовки, но отсутствии еще предпосылок для включения ABS-регулирования;
6. **система курсовой устойчивости**; активация насоса высокого давления и возвратного насоса, а также соответствующих электромагнитных клапанов, расположенных в гидравлическом блоке, для регулирования тормозного усилия, если на основании входных сигналов определяются аварийные состояния, угрожающие устойчивости автомобиля;
7. **система курсовой устойчивости выключена; нажатием** выключателя противобуксовочная система, система контроля за торможением двигателем, а также функция курсовой устойчивости при разгоне и движении накатом отключаются. В этом случае постоянно горит сигнальная лампа системы курсовой устойчивости. Функция курсовой устойчивости при торможении (EBD) и система ABS остаются активными.

Система курсовой устойчивости



1 – датчик угловых скоростей колёс, 2 – датчик давления в тормозной системе, 3 – электрогидравлический блок ESP, 4 – датчик угла поворота рулевого колеса, 5 – датчик вращения вокруг вертикальной оси со встроенным датчиком поперечного ускорения, 6 – ЭБУ двигателя

Система курсовой устойчивости включает в себя: **датчики**, определяющих входные переменные и **исполнительные механизмы** для коррекции тормозных, движущих и поперечных сил.

При определении поведения автомобиля анализируются

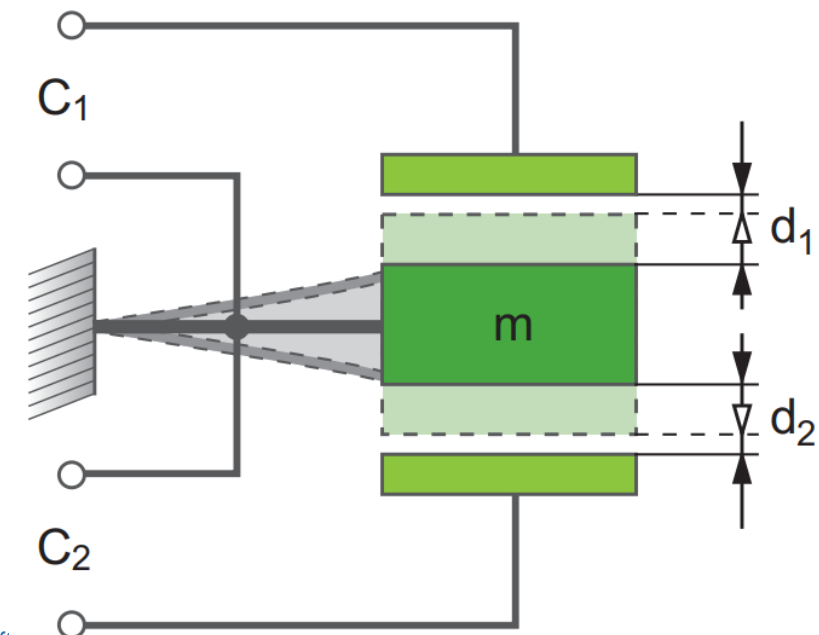
- 1
 - команды водителя: положение рулевого колеса, желаемое замедление и положение педали акселератора;
 - потенциал коэффициента сцепления шин с дорогой и скорость автомобиля (датчики скорости колес, поперечного ускорения, скорости вращения вокруг вертикальной оси)
- 2
 - вычисляется момент относительно вертикальной оси (момент рыскания)
- 3
 - устанавливается необходимое тормозное (тяговое) усилие с помощью гидравлических модуляторов и ЭБУ двигателя

Датчик поперечного ускорения

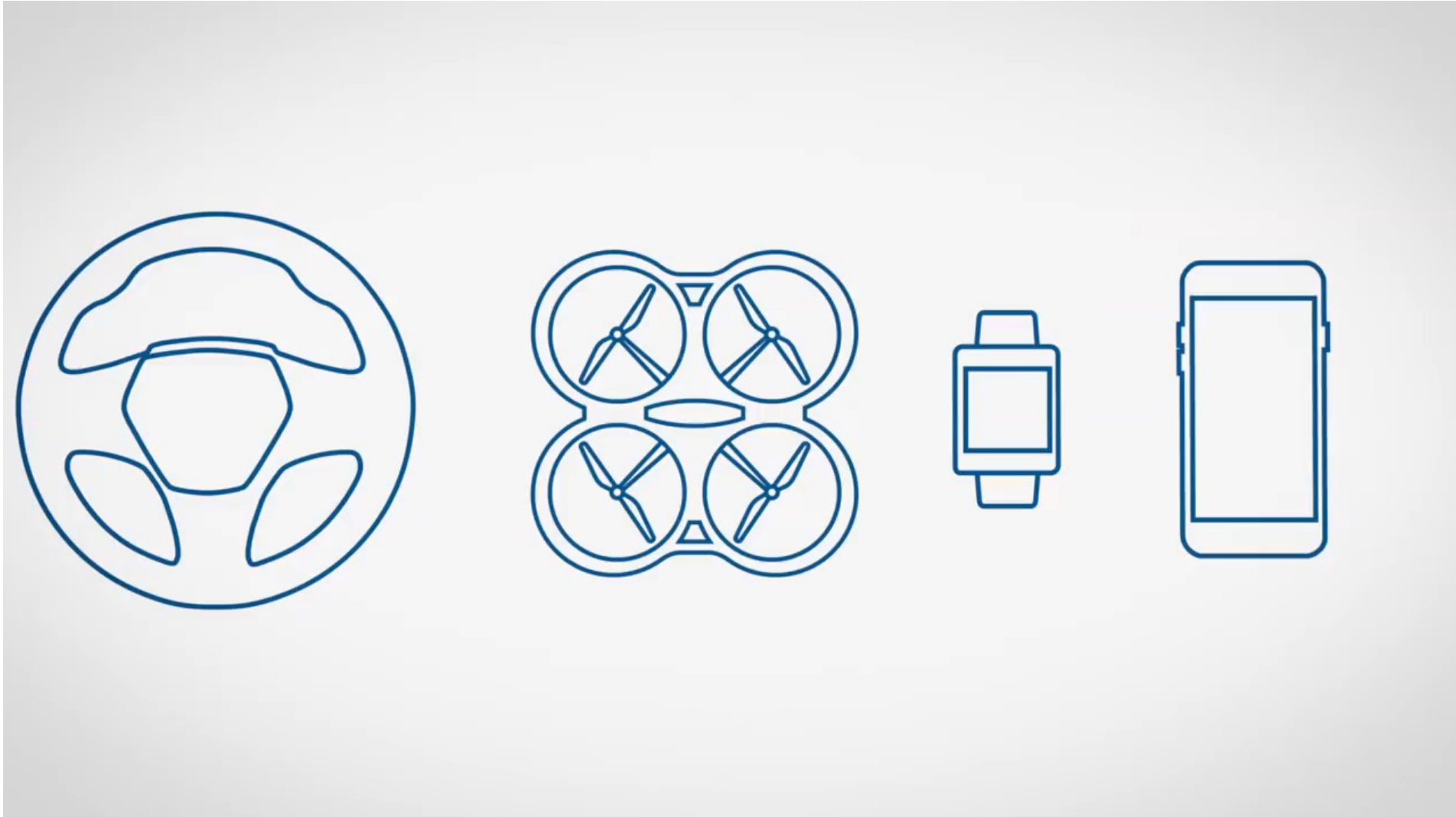
Принцип действия **акселерометров** основан на измерении смещения под воздействием ускорения инерционной массы датчика относительно корпуса и преобразовании его в пропорциональный электрический сигнал.

Принцип действия **ёмкостного акселерометра** заключается в следующем. Чувствительный элемент датчика представляет собой три пластины, которые образуют последовательное соединение двух конденсаторов. При этом две крайние пластины жестко закреплены, а центральная пластина может смещаться под действием инерциальных сил.

Изменение расстояния между пластинами приводит к изменению ёмкости обоих конденсаторов и соответствующему изменению напряжения на выходе датчика.



Датчик поперечного ускорения



Видеофрагмент (<https://youtu.be/8TmBVTIf5kQ>)

Датчики вращения вокруг вертикальной оси (гироскопы)

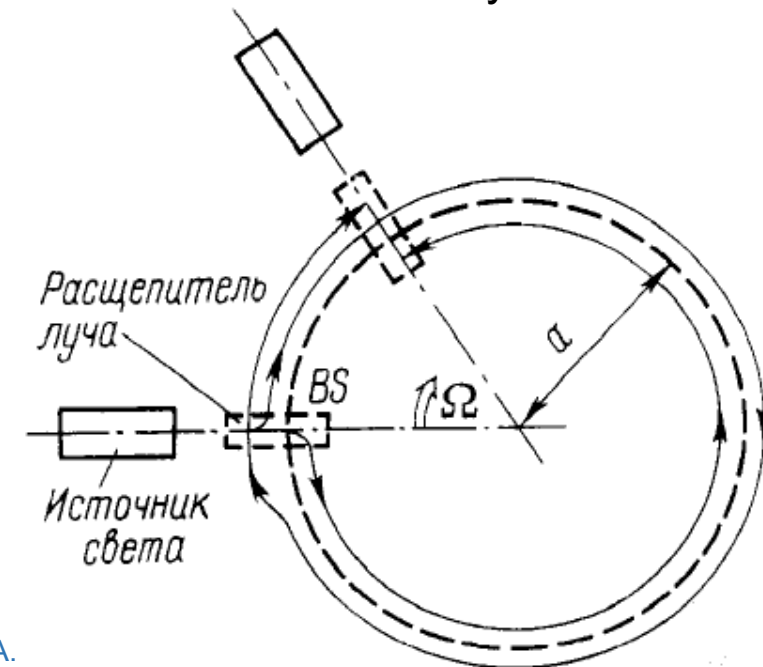
Гироскопы представляют собой датчики угловой скорости, которые регистрируют вращение объекта в инерциальной системе координат. По количеству осей вращения гироскопы делятся на одно-, двух- и трёхосевые. По принципу действия наиболее распространёнными на сегодняшний день гироскопами являются **вибрационные** и **оптические** гироскопы.

Принцип действия оптических гироскопов основан на **эффекте Саньяка**, суть которого поясняется на рисунке.

Луч света с помощью расщепителя распространяется по круговому оптическому пути в двух противоположных направлениях (навстречу друг другу). Если при этом система находится в покое относительно инерциального пространства, то оба световых луча распространяются по оптическому пути одинаковой длины и фазовый сдвиг между ними равен нулю.

Если же оптическая система вращается в инерциальном пространстве с угловой скоростью Ω , то между световыми волнами возникает разность фаз, пропорциональная скорости вращения.

Это явление и называется **эффектом Саньяка**.



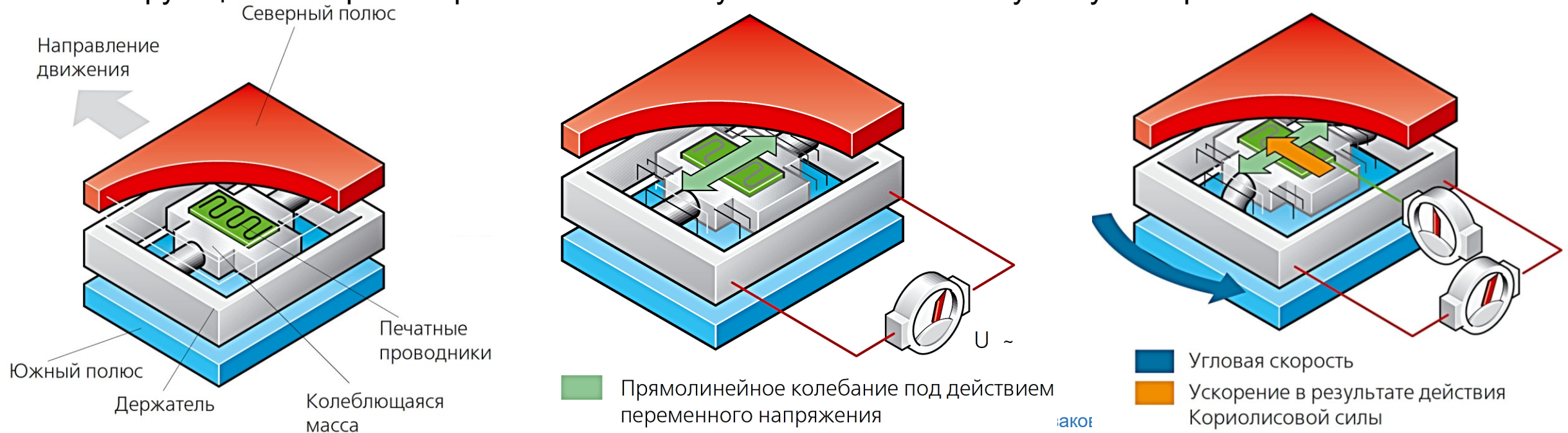
Датчики вращения вокруг вертикальной оси (гироскопы)

Для объяснения устройства **вибрационного гироскопа** воспользуемся упрощенным представлением. Допустим, что масса, способная колебаться, подвешена в поле постоянного магнита между южным и северным полюсом.

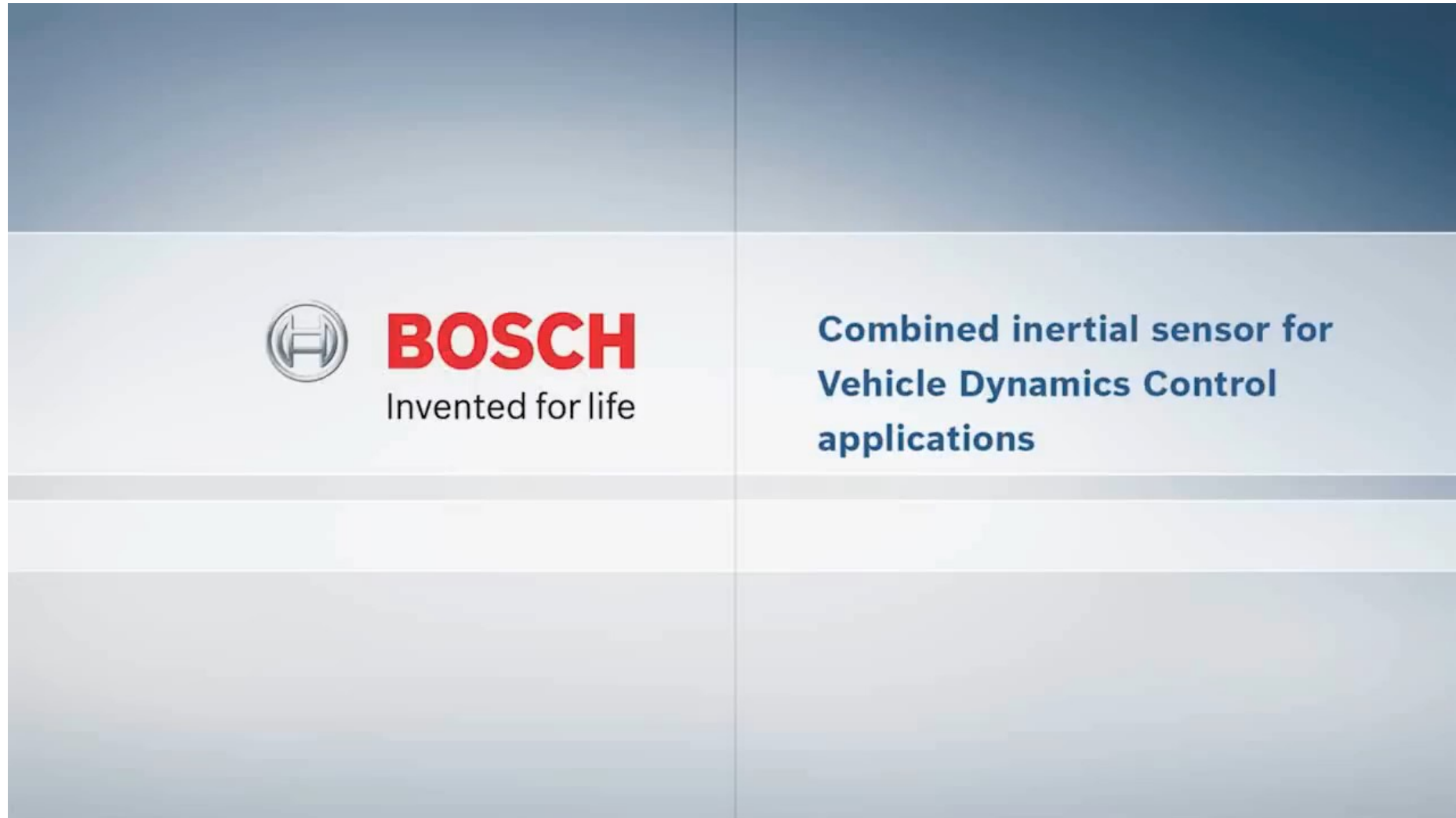
Если приложить переменное напряжение U , то подвижная масса с печатными проводниками начнет колебаться в магнитном поле.

При возникновении углового ускорения появится отклонение от прямолинейного колебательного движения, так как возникнет ускорение от Кориолисовой силы. Так как все происходит в магнитном поле, то электрическая характеристика печатных проводников изменится.

Анализирующая электроника рассчитает по полученным значениям угловую скорость.



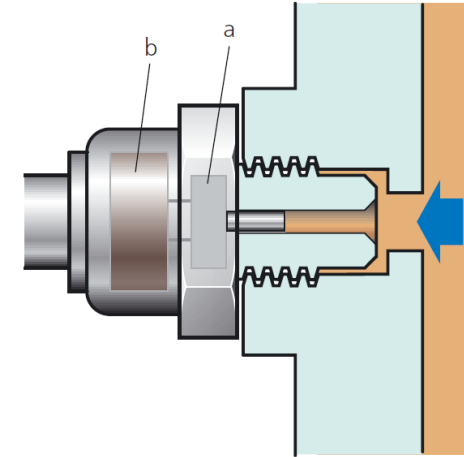
Датчики вращения вокруг вертикальной оси (гироскопы)



Видеофрагмент (<https://youtu.be/8TmBVTIf5kQ>)

Датчики давления в тормозной системе

Основными компонентами датчика являются **пьезоэлектрический элемент**, находящийся под давлением тормозной жидкости.



Под действием давления тормозной жидкости распределение заряда в пьезоэлектрическом элементе меняется,

Без внешнего давления на элемент заряды распределены равномерно по объему. При возникновении давления заряды перемещаются. Это приводит к возникновению электрического напряжения.

Чем больше давление, тем интенсивнее происходит разделение зарядов. Напряжение возрастает. Усиленное электронными компонентами, оно передается в виде сигнала на блок управления.

Таким образом, величина напряжения прямо зависит от давления в тормозной системе.

Датчики давления в тормозной системе

Давление в тормозной системе измеряется **ёмкостными датчиками**.

Для объяснения принципа работы используем упрощенную схему пластинчатого конденсатора внутри датчика, на который действует давление тормозной жидкости

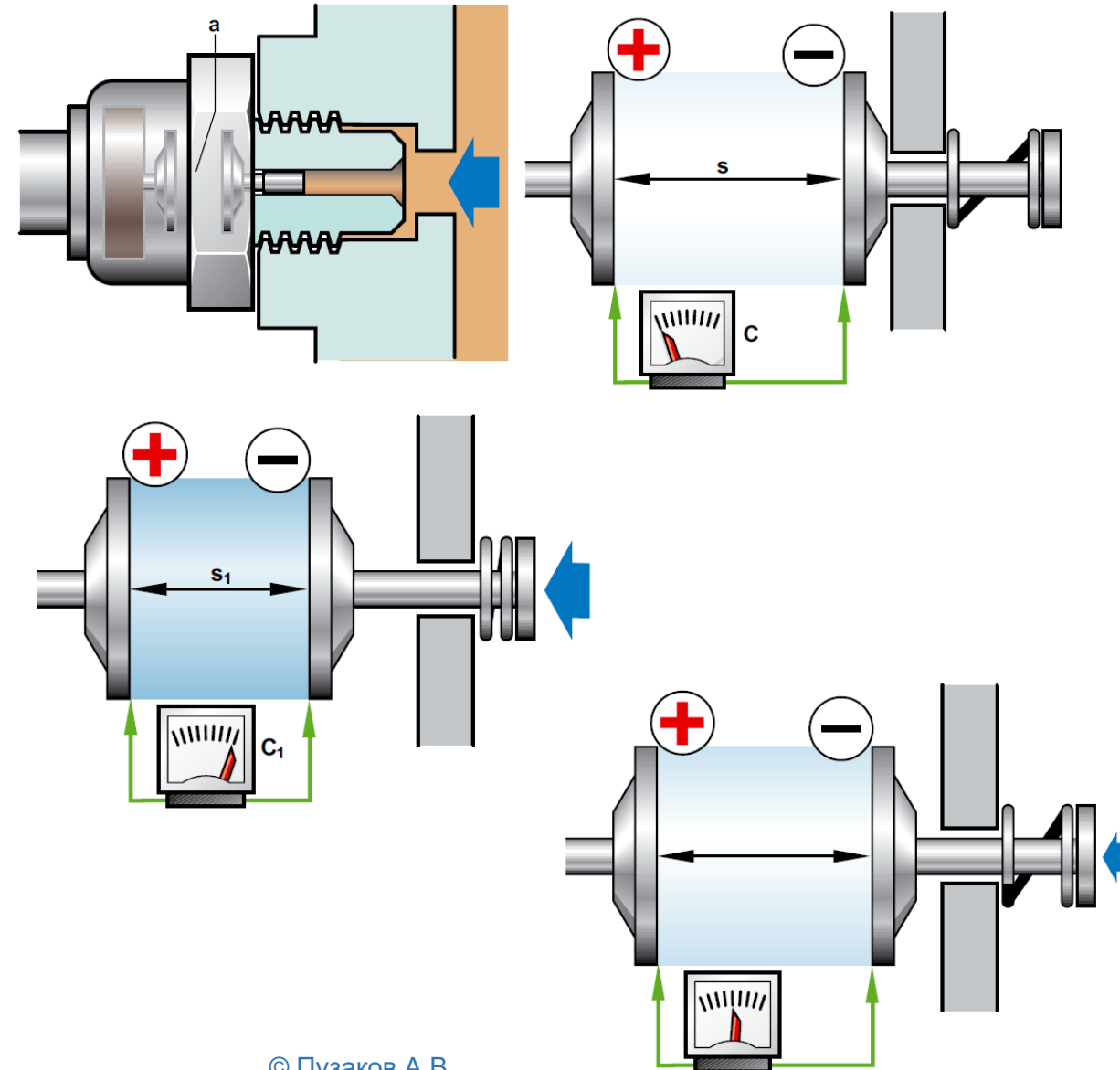
Расстояние между двумя пластинами обеспечивает некоторую ёмкость конденсатора.

Одна из пластин является неподвижной. Вторая пластина может перемещаться под воздействием давления, производимого тормозной жидкостью.

При воздействии давления на подвижную пластину расстояние между двумя пластинами уменьшается, а ёмкость конденсатора при этом увеличивается.

В случае понижения давления пластина отходит обратно под действием пружин, ёмкость конденсатора снова уменьшается

Следовательно, изменение ёмкости прямо связано с изменением давления



Системы управления динамикой

Объединение различных электронных систем автомобиля в сеть, помимо обмена информацией, позволяет организовать их совместную работу. На этом принципе построена система интегрированного управления динамикой автомобиля.

Система объединяет *систему курсовой устойчивости, рулевое управление, трансмиссию и подвеску* автомобиля, которые до этого работали самостоятельно.

Система управления динамикой автомобиля направлена на поддержание курсовой устойчивости, повышение маневренности, снижение нагрузки на водителя. Система представляет собой специальное программное обеспечение, которое устанавливается, как правило, в блок управления системы курсовой устойчивости.

Система управления динамикой автомобиля имеет несколько названий: Vehicle Dynamics Management, **VDM** - Bosch; Vehicle Dynamics Integrated Management, **VDIM** - Toyota; Integrated Chassis Management, **ICM** - BMW.

В интегрированной системе управления динамикой автомобиля могут быть реализованы следующие функции:

- дополнительный крутящий момент на рулевом колесе;
- дополнительный угол поворота передних колес;
- угол поворота колес задней оси на заднеприводных автомобилях;
- распределение крутящего момента между передней и задней осью на полноприводных автомобилях;
- распределение крутящего момента между правым и левым ведущими колесами;
- снижение кренов и раскачивания подвески.

Система управления динамикой

VDIM
Vehicle Dynamics Integrated Management

Видеофрагмент (<https://youtu.be/qv4i7sCA9v0>)

Электронная блокировка дифференциала предназначена для предотвращения пробуксовки ведущих колёс при трогании автомобиля с места, разгоне на скользкой дороге, движении по прямой и в поворотах за счёт подтормаживания ведущих колёс.

Назначение гидравлического тормозного ассистента (Brake Assist) состоит в максимальном увеличении тормозного давления при экстренном торможении, чтобы тормозной путь был наименьшим, а автомобиль сохранял управляемость.

Ассистент трогания на подъёме облегчает трогание на подъёме, позволяя выполнить его, не прибегая к помощи стояночного тормоза. Для этого ассистент при трогании замедляет уменьшение тормозного давления в тормозной системе. Тем самым предотвращается скатывание автомобиля назад, пока сила тяги ещё недостаточна для компенсации скатывающей силы.

Система помощи при спуске – это система, предназначенная для предотвращения ускорения автомобиля при движении по горным дорогам под уклон. Принцип работы системы основан на поддержании постоянной скорости при спуске за счёт подтормаживания колёс, а также управления настройками двигателя.

Система курсовой устойчивости включается в работу при недостаточной или избыточной поворачиваемости автомобиля, выполняя при этом индивидуальное подтормаживание колёс и воздействуя на систему управления двигателем с целью стабилизации автомобиля.

Система управления динамикой объединяет систему курсовой устойчивости, рулевое управление, трансмиссию и подвеску автомобиля.

Вопросы для самоконтроля

1. Назначение электронной блокировки дифференциала.
2. Принцип работы электронной блокировки дифференциала.
3. Назначение системы курсовой устойчивости автомобиля.
4. Что называют недостаточной поворачиваемостью? Как система курсовой устойчивости устраняет это явление?
5. Что называют избыточной поворачиваемостью? Как система курсовой устойчивости устраняет это явление?
6. Назовите режимы работы системы курсовой устойчивости автомобиля.
7. Опишите устройство системы курсовой устойчивости.
8. Устройство и принцип действия датчика поперечного ускорения.
9. В чем проявляется Кориолисова сила?
10. Устройство и принцип действия датчика рыскания.
11. В чем заключается модернизация активного усилителя тормозного усилия для нужд системы курсовой устойчивости?
12. Назначение и принцип работы системы экстренного торможения.
13. Назначение и принцип работы системы помощи при спуске.
14. Назначение и принцип работы системы помощи при подъёме.
15. Назначение и принцип работы системы управления динамикой.

1. **Автомобильная техника: введение в специальность:** учебник / Пер. с немецкого. – Астана: Фолиант, 2017. – 720 с.
2. **Автомобильный справочник.** Пер. с англ. ООО «СтарСПб» - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. – 1280 с.
3. **Системы управления бензиновыми двигателями.** Перевод с немецкого. Первое русское издание. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 432 с.
4. **Смирнов Ю.А., Муханов В.В.** Электронные и микропроцессорные системы управления автомобилей: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 624 с.
5. **Соснин Д.А.** Электрическое, электронное и автотронное оборудование легковых автомобилей (Автотроника-4): учебник для вузов /Д.А. Соснин. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015. – 416 с.
6. **Техническая эксплуатация, диагностирование и ремонт двигателей внутреннего сгорания:** учебник (с электронными приложениями / А.В Александров, С.В. Алексахин, И.А. Долгов, В.А. Тармин, М.Г. Шатров . – М.: РИОР, 2020. – 448 с.
7. **Ютт В.Е.** Электрооборудование автомобилей и электромобилей: учебник для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2019. – 480 с.