

ОБЗОР АНТИБЛОКИРОВОЧНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ Review of anti-lock braking systems of cars

К. В. Цой, магистрант Костанайского государственного университета имени А.Байтурсынова,
г. Костанай.

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

Аннотация

В статье приводится обзор антиблокировочных систем (АБС). АБС автомобилей предотвращает блокировку колес во время торможения, способствует повышению тормозной эффективности особенно на скользких дорогах, улучшает устойчивость и управляемость, продлевает срок службы шин. В настоящее время на легковых автомобилях применяется достаточно большое количество самых разнообразных конструкций систем антиблокировки тормозов. Общим для всех АБС является то, что они дополняют рабочие функции гидравлической тормозной системы автомобиля принципиально новым качеством – способностью интенсивного торможения без блокировки колес.

Ключевые слова: автомобиль, антиблокировочная система, конструкция, клапан, канал, вентиль, гидронасос, гидроусилитель.

Summary

The article provides an overview of anti-lock systems (ABS). Cars, ABS prevents the wheels from locking during braking, improves braking efficiency, especially on slippery roads, improves stability and handling, and prolongs tire life. Currently, cars is used quite a lot of variety of designs of systems antilock brakes. Common to all ABS is that they complement the operational functions of the hydraulic brake system of a vehicle an entirely new quality – the ability of intensive braking without locking the wheels.

Keywords: car, anti-lock braking system, design, valve, channel, gate, hydraulic pump, hydraulic booster.

Антиблокировочные системы (АБС) легковых автомобилей представляют собой системы, оснащенные устройствами управления с обратной связью, которые предотвращают блокировку колес во время торможения и сохраняют управляемость и курсовую устойчивость автомобиля. Основными компонентами АБС являются гидромодулятор (мультипликатор) давления тормозной жидкости, датчики скорости вращения колес, электронный блок управления. АБС способствует повышению активной безопасности автомобиля, т. е. повышению тормозной эффективности (особенно на скользких поверхностях), улучшению устойчивости и управляемости, увеличению средней скорости движения; продлению срока службы шин.

По существующим международным нормам сегодня в обязательном порядке должны оборудоваться антиблокировочной системой грузовые автомобили весом более 3,5 т., автобусы весом более 5 т., прицепы и полуприцепы весом более 5 т.

Легковые автомобили, оборудуются АБС по желанию покупателя или по инициативе фирм-изготовителей автомобилей. Для большинства современных легковых автомобилей АБС уже стала штатным оборудованием.

В настоящее время на легковых автомобилях применяется достаточно большое количество самых разнообразных вариантов исполнения систем антиблокировки тормозов. Общим для всех АБС является то, что они дополняют рабочие функции гидравлической тормозной системы автомобиля принципиально новым качеством – способностью интенсивного торможения без блокировки колес.

Рассмотрим АБС в зависимости от схемы установки, по количеству каналов и датчиков, по функциональным возможностям и принципу работы.

Если система АБС выполнена с применением шариковых клапанов (ШК), которые управляются поршневыми толкателями, а последние в свою очередь приводятся в действие червячными передачами от электродвигателя, то такая система работает без гидронасоса с

использованием давления от главного тормозного цилиндра и классифицируется как вентильная АБС (ABS-V) или как АБС первого типа (ABS-T1).

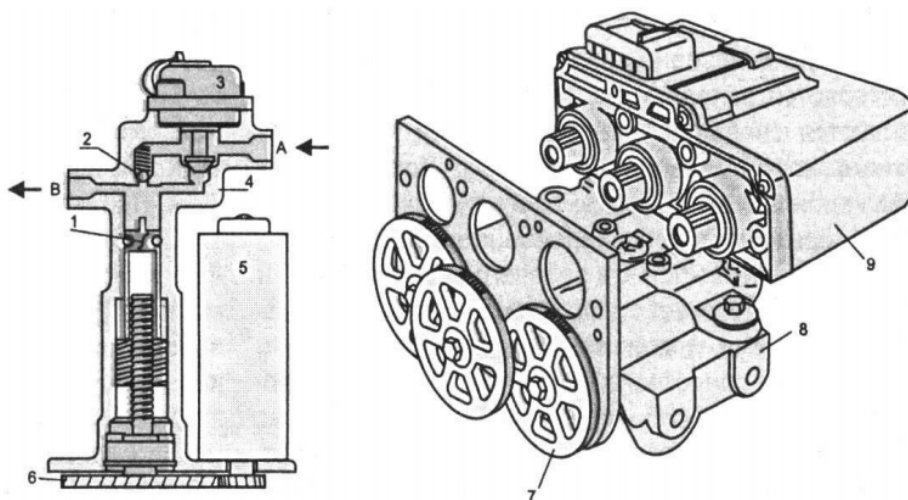


Рис. 1. Основные компоненты АБС первого типа

1 - поршень-толкатель; 2 - обратный шариковый клапан; 3 - главный двухпозиционный гидроклапан с электромагнитным управлением давления в канале АВ; 4 - корпус ЦИМ; 5 - реверсный электродвигатель постоянного тока для управления поршнем-толкателем; 6 - редуктор; 7 - шестерни редуктора; 8 - центральный гидравлический механизм; 9 - блок из трех электродвигателей.

В случае, когда система АБС реализована с применением шариковых клапанов, которые управляются от гидроусилителя руля посредством поршневых толкателей, а переключение режимов торможения – с помощью двухпозиционного электрогидроклапана, то система может быть отнесена в отдельный (второй) тип (ABS-T2). В состав такой системы дополнительно входят три гидравлических клапана: предохранительный, перепускной и переключающий.

Если в системе АБС давление в колесных тормозных цилиндрах управляется посредством двух- или трехпозиционных гидроклапанов, которые в свою очередь управляются электрическими сигналами от ЭБУ-Т и в системе имеется электрогидронасос низкого давления, то такая система называется электроклапанной (ABS-K) и относится к третьему типу (ABS-T3). Система дополняется регулятором-распределителем давления и редукционным клапаном.

Система АБС, содержащая в своем составе гидроаккумулятор высокого давления (120...180 бар) с подпорным герметичным пневморессивером (азот, гелий), а также гидронасос высокого давления с автоматическим гидровыключателем насоса классифицируется как АБС с гидроаккумулятором (ABS-Г), или как АБС четвертого типа (ABS-T4). Давление в КТЦ управляется посредством четырех клапаннопоршневых регуляторов, которые в свою очередь управляются трехпозиционными электрогидроклапанами, каждый из которых составлен из двух двухпозиционных клапанов. Системы ABS-T4 более эффективны в работе, обладают высоким быстродействием и могут применяться совместно с электронными системами EDS, EBV и ASR.

Если регулировке с помощью АБС подвергаются только два задних колеса, но по одному (общему) гидроканалу, то система называется одноканальной. Такая система выполняет функцию регулятора тормозов заднего моста и устанавливалась на японском автомобиле «ТОУОТА» еще в 1971 году. Это – первое применение системы АБС на серийном автомобиле. В классификацию включена более поздняя одноканальная система АБС (для японского автомобиля «TRUCK», 1989 год выпуска), в которой в качестве рабочего давления используется давление гидроусилителя руля – ГУР. Такой тип обычно устанавливается на небольших грузовиках (пикапах) при действии АБС только на задние колеса. Такая АБС имеет только один клапан для контроля обоих задних колес и один датчик, расположенный на заднем мосту.

Данный тип функционирует также, как и задняя часть трехканальной АБС. Задние колеса отслеживаются в паре, т. е. для срабатывания АБС необходима блокировка обоих задних колес. Такой тип АБС допускает блокировку одного заднего колеса при торможении, что снижает его эффективность. Обычно она имеет одну тормозную магистраль, идущую к обоим задним колесам через тройник. Вы также можете найти датчик скорости по электрическому соединению рядом с дифференциалом заднего моста.

Эти системы предназначены для улучшения устойчивости автомобиля и предотвращения его заноса при резком торможении. Система контролирует только задние колеса и применяется в основном на легких грузовиках и фургонах, потому что у них задняя часть без груза очень легкая, из-за чего увеличивается вероятность блокировки задних колес. Антиблокировочная тормозная система с двумя контролируемыми колесами не оказывает никакого эффекта на передние колеса, и не может предотвратить потерю управления из-за блокировки передних колес. Клапан регулировки давления в тормозной системе с такой системой АБС не нужен (хотя на некоторых автомобилях этот клапан может быть установлен). Оба задних колеса управляются от одного тормозного контура. На системах АБС с двумя контролируемыми колесами с отдельными датчиками скорости вращения, гидравлическое давление управляется на основании данных, приходящих от колеса с наименьшей тягой.

В двухканальной АБС с двумя датчиками отдельно управляются колеса каждого борта. АБС этого типа неплохо работает, так как очень часто автомобиль в экстренных ситуациях съезжает на обочину, и в момент включения АБС колеса правого и левого бортов находятся на поверхностях с различными характеристиками, поэтому для их эффективного торможения необходимо использовать разные алгоритмы АБС.

Если регулировке с помощью АБС подвергаются два передних колеса в отдельности, а два задних колеса вместе по одному общему гидроканалу регулирования (Select low), то система называется трехканальной. Наиболее простой вариант такой системы реализован с использованием давления от главного тормозного цилиндра. Обычно такой тип используется на небольших грузовиках (пикапах) при действии АБС на все четыре колеса. Передние колеса имеют два датчика и клапана, по одному для каждого колеса, а для задних колес устанавливается один датчик и клапан. Датчик скорости задних колес расположен на заднем мосту. Такая система предусматривает индивидуальный контроль для каждого переднего колеса, обеспечивая максимального усилия торможения. Задние же колеса отслеживаются в паре, т. е. для срабатывания АБС необходима блокировка обоих задних колес. Такой тип АБС допускает блокировку одного заднего колеса при торможении, что снижает его эффективность. Наиболее простой вариант такой системы реализован с использованием давления от главного тормозного цилиндра, в АБС первого типа.

Если с помощью АБС регулировке подвергается каждое из четырех колес в отдельности, то система называется четырехканальной. Данный тип является наилучшим. Датчики скорости установлены на каждом колесе, а также для каждого колеса установлен отдельный клапан. При таком типе АБС, блок управления контролирует каждое колесо в отдельности для обеспечения наивысшего усилия торможения.

В случае, когда АБС используется на полноприводном автомобиле, то в системе устанавливается специальный инерционный датчик.

Если давление в управляемом с помощью АБС колесном цилиндре может удерживаться для трех случаев торможения (торможение с повышением давления, торможение с удержанием давления, торможение с понижением давления), то система АБС трехпозиционная. Специфический компонент 3-х позиционной АБС – трехпозиционный гидроклапан с электромагнитным управлением от ЭБУ-Т.

Если давление в колесном цилиндре может удерживаться только для двух случаев торможения (с увеличением и понижением давления), то система АБС – двухпозиционная. Реализуется такая система с применением двухпозиционных гидроклапанов. Однако с помощью пары двухпозиционных клапанов можно создать один трехпозиционный электрогидроклапан (используется в системах АБС-Т4).

Эффективность ABS зависит также от схемы установки элементов антиблокировочной системы на автомобиле. Различают ABS по способу регулирования скольжения колес по осям: 1) Индивидуальное регулирование каждого колеса в отдельности (Individual Regelung) – IR; 2) «Низкопороговое» регулирование, т. е. регулирование, которое предусматривает подачу команд на растормаживание и затормаживание обоих колес оси одновременно по сигналу датчика колеса, находящегося в худших по сцеплению условиях – слабого колеса (Select low) – SL; 3) «Высокопороговое» регулирование колес одной оси, когда сигнал подается датчиком «сильного колеса», т. е. находящегося в лучших по сцеплению условиях (Select High) – SH; 4) Модифицированное индивидуальное регулирование – Modifizierte Individual Regelung (MIR) представляет собой компромиссное регулирование между SL и IR, смысл которого заключается в том, что вначале регулирование осуществляется по SL регулированию, а затем плавно переходит к индивидуальному.

Степень замедления	Низкая -1	Низкая -2	Средняя	Высокая
Фото-транзистор №1	Открыт	Закрыт	Закрыт	Открыт
Фото-транзистор №2	Открыт	Открыт	Закрыт	Закрыт
Цифровой сигнал для ЭБУ	1-1	0-1	0-0	1-0
	<p style="text-align: center;">← Направление движения автомобиля при торможении</p>			

Рис. 2. Инерционный датчик (датчик замедления) системы ABS

Плунжерно-поршневой способ заключается в том, что для понижения давления в колесных цилиндрах используется дополнительный объем, который образуется при перемещении плунжера модулятора.

Способ прямой передачи давления предусматривает слив тормозной жидкости при снижении давления (реверсе привода) в расширительный бачок и последующее нагнетание посредством насоса. Жидкость циркулирует по контуру: рабочий цилиндр – расширительный бачок – гидронасос (аккумулятор) – усилитель – рабочий цилиндр.

Способ обратного нагнетания состоит в том, что при работе ABS жидкость сливается из рабочих цилиндров в специальную камеру, из которой затем нагнетается насосом обратно в главный тормозной цилиндр. Объем циркулирующей жидкости не изменяется.

Также ABS делятся на механические, электромеханические и электронные. И, безусловно, чем в ABS меньше электроники, тем дешевле она будет стоить.

Единственный существенный недостаток антиблокировочной системы, помимо её высокой стоимости, является недолговечность. Однако непрерывное развитие техники позволяет с оптимизмом смотреть в будущее ABS. Недаром даже на автомобиле «Газель» эта система стала в порядке вещей.

Рассмотрим конструкции антиблокировочных систем, которые используются на современных автомобилях. К таким ABS можем отнести ABS 2S, 2E фирмы Bosch, система ABS MK2 фирмы Teves, ABS фирмы Honda, Bendix, а также механическая система ABS фирмы LUCAS GIRLING.

АБС 2S фирмы Bosch встраивается в качестве дополнительной в обычную тормозную систему. Между главным тормозным цилиндром и колесными цилиндрами устанавливается электромагнитный клапан, который либо придерживает на постоянном уровне, либо снижает давление в приводах колес или в контурах. ЭБУ, куда непрерывно поступают данные о скорости вращения каждого колеса и ее изменениях, определяет момент возникновения блокировки, затем при необходимости, производит сброс давления, включает гидронасос, который возвращает часть тормозной жидкости обратно в питательный бачок главного цилиндра. Работа системы происходит по программе, подразделяющейся на три фазы: 1 – нормальное или обычное торможение; 2 – удержание давления на постоянном уровне; 3 – сброс давления.

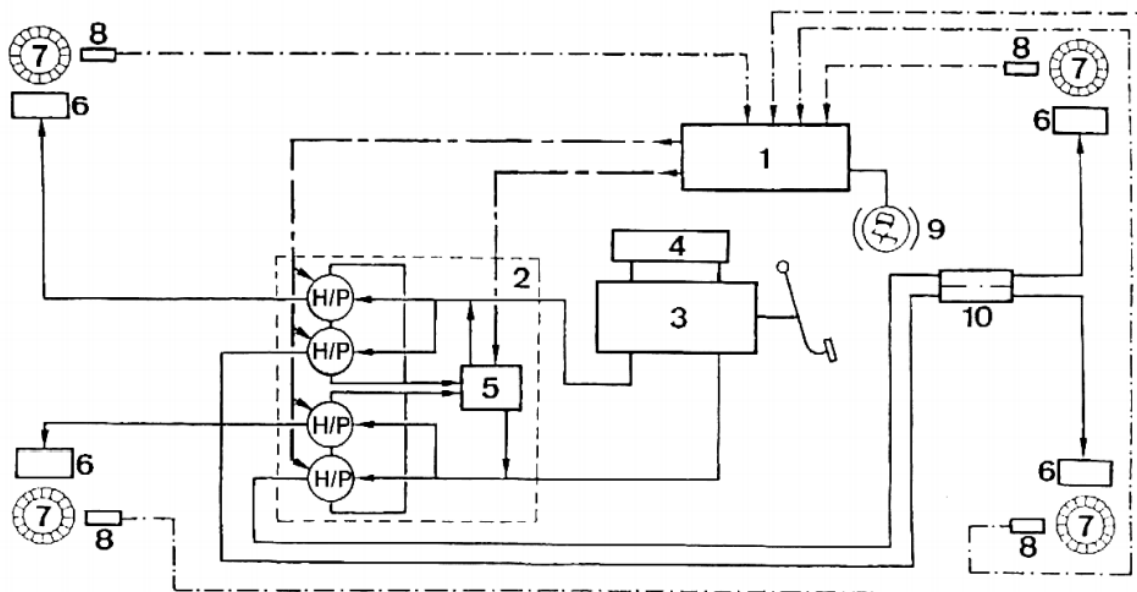


Рис. 3. Функциональная схема АБС Bosch 2S

1 – блок управления, 2 – модулятор, 3 – главный цилиндр, 4 – питательный бачок, 5 – электрогидронасос, 6 – колесный цилиндр, 7 – ротор колесного датчика, 8 – колесный датчик, 9 – сигнальная лампа в комбинации приборов, 10 – регулятор тормозных сил, Н/Р – нагнетательный и разгрузочный электромагнитные клапаны

Фаза нормального торможения. При обычном торможении напряжение на электромагнитных клапанах отсутствует, из главного цилиндра тормозная жидкость под давлением свободно проходит через открытые электромагнитные клапаны и приводит в действие тормозные механизмы колес. Гидронасос не работает. Фаза удержания давления на постоянном уровне. При появлении признаков блокировки одного из колес БУ, получив соответствующий сигнал от колесного датчика, переходит к выполнению программы цикла удержания давления на постоянном уровне путем разъединения главного и соответствующего колесного цилиндра. На обмотку электромагнитного клапана подается ток силой 2 А. Поршень клапана перемещается и перекрывает поступление тормозной жидкости из главного цилиндра. Давление в рабочем цилиндре колеса остается неизменным, даже если водитель продолжает нажимать на педаль тормоза. Фаза сброса давления. Если опасность блокировки колеса сохраняется, БУ подает на обмотку электромагнитного клапана ток большей силы: 5 А. В результате дополнительного перемещения поршня клапана открывается канал, через который тормозная жидкость сбрасывается в аккумулятор давления жидкости. Давление в колесном цилиндре падает. БУ выдает команду на включение гидронасоса, который отводит часть жидкости из аккумулятора давления. Педаль тормоза приподнимается, что ощущается по биению тормозной педали.

В АБС 2Е фирмы Bosch применен тот же принцип, что и в модели 2S фирмы Bosch. Дополнительно в систему включен уравнивающий цилиндр для выравнивания давления в тормозном приводе задних колес, в связи с этим для функционирования системы вполне достаточно трех электромагнитных клапанов. Таким образом, в состав модулятора входят: 3 электромагнитных клапана, уравнивающий цилиндр, двухпоршневой нагнетательный гидронасос, два аккумулятора давления жидкости, реле насоса и реле электромагнитных клапанов. ЭБУ работает на основе информации, поступающей от 4-х импульсных датчиков, установленных в колесах. Система работает следующим образом. При обычном торможении тормозная жидкость под давлением из главного цилиндра поступает в рабочие цилиндры обоих передних колес и правого заднего колеса через три электромагнитных клапана, которые в исходном положении закрыты. В рабочий цилиндр левого заднего колеса тормозная жидкость подается через открытый перепускной клапан уравнивающего цилиндра. Когда возникает опасность блокировки одного из передних колес, БУ выдает команду аналогично работе АБС Bosch 2S.

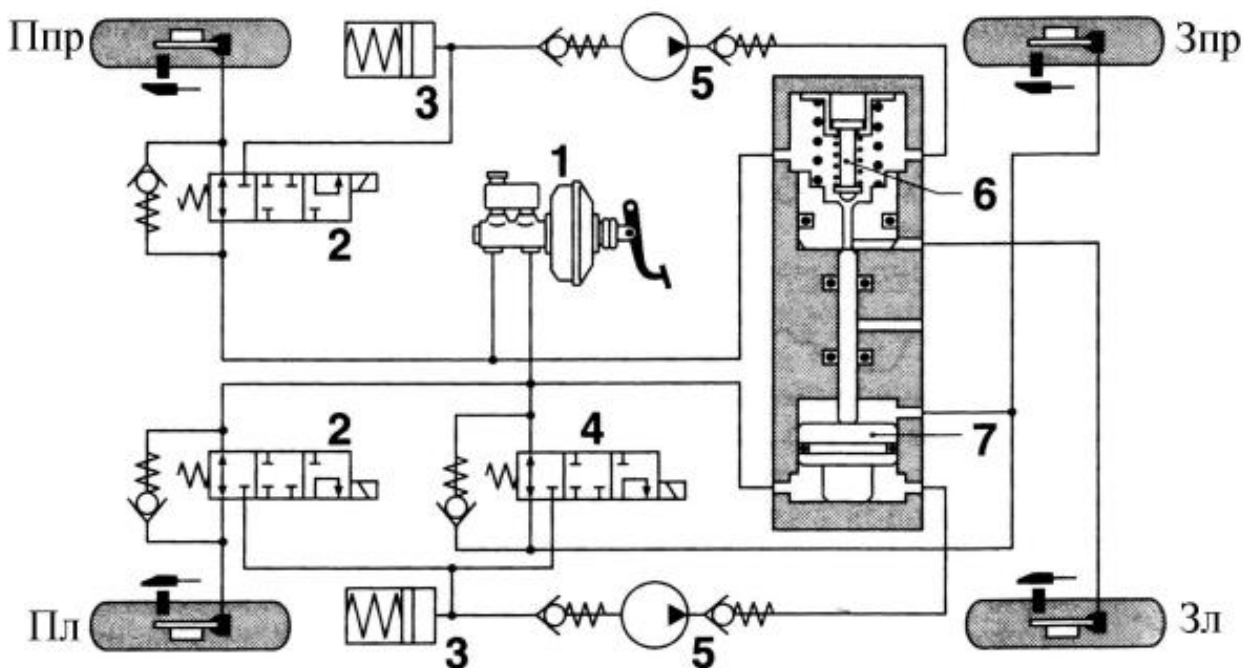


Рис. 4. АБС 2Е фирмы Bosch в фазе обычного торможения

1 – главный тормозной цилиндр; 2 – электромагнитный клапан; 3 – аккумулятор давления; 4 – электромагнитный клапан заднего моста; 5 – нагнетательный насос; 6 – перепускной клапан; 7 – поршень уравнивающего цилиндра; Ппр – переднее правое колесо; Пл – переднее левое колесо; Зпр – заднее правое колесо; Зл – заднее левое колесо

Когда возникает опасность блокировки одного из задних колес, давление тормозной жидкости будет регулироваться в обоих задних тормозах одновременно, с тем чтобы не допустить движения задних колес юзом. Электромагнитный клапан привода правого заднего тормоза устанавливается в положение удержания постоянного давления, и перекрывает участок магистрали между главным цилиндром и колесным цилиндром. На противоположные торцевые поверхности поршня 7 уравнивающего цилиндра начинает действовать давление различной величины, вследствие чего поршень со штоком переместится в сторону наименьшего давления (на рисунке – вверх) и закроет клапан 6, разъединив главный цилиндр и колесный цилиндр левого заднего тормоза. Поршень уравнивающего цилиндра из-за образующейся разницы давления в рабочих полостях над ним и под ним всякий раз устанавливается в такое положение, при котором давление в приводах обоих задних тормозов одинаково. Если сохраняется опасность блокировки задних колес, БУ запитывает электромагнитный клапан в контуре задних колес током в 5 А. Золотник электромагнитного клапана перемещается и открывает участок

контура между рабочим цилиндром правого заднего тормоза и аккумулятором давления жидкости. Давление в контуре уменьшается. Гидронасос нагнетает тормозную жидкость в главный цилиндр через уравнивающий цилиндр. В результате снижения давления в пространстве над поршнем 7 происходит очередное его перемещение, сжимается пружина центрального клапана, увеличивается объем пространства под верхним поршнем. Давление в левом колесном тормозном цилиндре снижается. Поршень уравнивающего цилиндра вновь устанавливается в положение, соответствующее равенству давлений в приводах обоих задних тормозов. После устранения угрозы блокировки колес электромагнитный клапан возвращается в исходное положение. Поршень уравнивающего цилиндра под действием пружины также занимает исходное нижнее положение.

Более совершенной является АБС 5-й серии фирмы Bosch с блоком 10, которая относится к новому поколению систем АБС, представляя собой замкнутую гидравлическую систему, не имеющую канала для возврата тормозной жидкости в бачок, питающий главный тормозной цилиндр. Схема этой системы показана на примере автомобиля Вольво S40. Электронные и гидравлические компоненты смонтированы как единый узел. В их число входят, кроме указанных в схеме: реле для включения электродвигателя плунжерного насоса 5 и реле включения впускных 12 и выпускных 11 клапанов. Внешними компонентами являются: сигнальная лампа работы АБС в приборной панели, которая загорается в случае возникновения неисправности в системе, а также при включении зажигания в течение четырех секунд; выключатель стоп-сигнала и датчики скорости вращения колес. Блок имеет вывод на диагностический разъем.

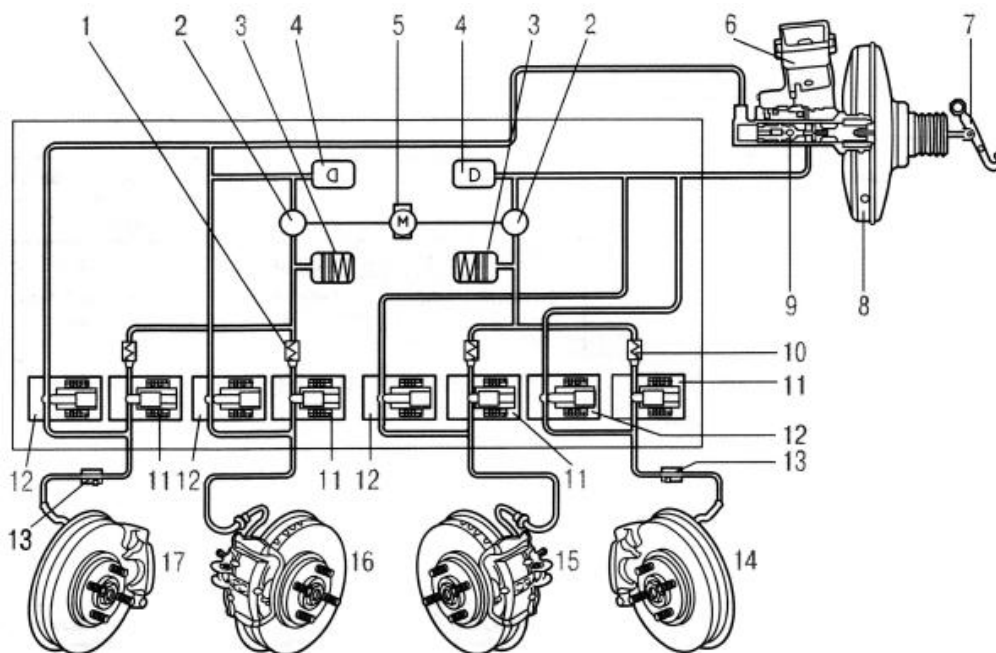


Рис. 5. Схема АБС 5-й серии фирмы Bosch

1 – обратные клапаны; 2 – клапан плунжерного насоса; 3 – гидроаккумулятор; 4 – камера подавления пульсации в системе; 5 – электродвигатель с эксцентриковым плунжерным насосом; 6 – бачок для тормозной жидкости; 7 – педаль рабочего тормоза; 8 – усилитель; 9 – главный тормозной цилиндр; 10 – блок АБС; 11 – выпускные управляемые клапаны; 12 – впускные управляемые клапаны; 13 – дросселирующий клапан; 14-17 – тормозные механизмы

Дросселирующий клапан 13 устанавливается для снижения тормозного усилия на задних колесах с целью избежания их блокировки. В связи с тем, что тормозная система имеет настройку по более «слабому» заднему колесу (это означает, что давление тормозов задних колес одинаковое, а его величина устанавливается по наиболее близкому к блокированию

колесу), дросселирующий клапан устанавливается один на контур. Тормозные механизмы 14-17 включают тормозные диски и однопоршневые суппорты с плавающей скобой и тормозными колодками, оборудованными скобами контроля износа фрикционных накладок. Тормозные механизмы задних колес аналогичны передним, но имеют сплошные тормозные диски (на передних – вентилируемые) и исполнительный механизм стояночного тормоза, вмонтированный в суппорт. При нажатии педали 7 тормоза ее рычаг освобождает кнопку выключателя стоп-сигнала, который, срабатывая, включает лампочки стоп-сигналов и приводит АБС в дежурное состояние. Движение педали через шток и вакуумный усилитель 8 передается на поршни главного цилиндра 9. Центральный клапан во вторичном поршне и манжета первичного поршня перекрывают сообщение контуров с бачком 6 для тормозной жидкости. Это приводит к росту давления в тормозных контурах. Оно действует на поршни тормозных цилиндров в тормозных суппортах. В результате этого тормозные колодки прижимаются к дискам. При отпуске педали все детали возвращаются в исходное положение. Если при торможении одно из колес близко к блокировке (о чем сообщает датчик частоты вращения), блок управления перекрывает впускной клапан 12 соответствующего контура, что препятствует дальнейшему росту давления в контуре независимо от роста давления в главном цилиндре. В то же время начинает работать гидравлический плунжерный насос 5. Если вращение колеса продолжает замедляться, блок управления открывает выпускной клапан 11, позволяя тормозной жидкости возвратиться в гидроаккумуляторы 3. Это приводит к уменьшению давления в контуре и позволяет колесу вращаться быстрее. Если вращение колеса чрезмерно ускоряется (по сравнению с другими колесами) для повышения давления в контуре блок управления перекрывает выпускной клапан 11 и открывает впускной 12. Тормозная жидкость подается из главного тормозного цилиндра и с помощью плунжерного насоса 5 из гидроаккумуляторов 3. Демпферные камеры 4 сглаживают (подавляют) пульсации, возникающие в системе при работе плунжерного насоса. Выключатель стоп-сигнала информирует модуль управления о торможении. Это позволяет модулю управления более точно контролировать параметры вращения колес. Во время движения в дождь или снегопад при скорости движения более 70 км/час и включенном стеклоочистителе лобового стекла тормозные накладки передних тормозов периодически (каждые 185 секунд) кратковременно (на 2,5 секунды) прижимаются к тормозным дискам с минимальным давлением (0,5...1,5 кгс/см²). В результате этого накладки и диски очищаются, и улучшается эффективность торможения.

Антиблокировочная система для переднеприводных легковых автомобилей фирмы Honda содержит плунжерный модулятор. Усилитель и система АБС являются отдельными устройствами. Во время торможения без АБС камера А соединена с бачком АБС посредством открытого выпускного клапана. Впускной клапан блокирует линию от аккумулятора так, что в камере А наблюдается атмосферное давление. Когда во время торможения в главном тормозном цилиндре образуется давление, то жидкость вытекает из камеры D в камеру В, при этом плунжер перемещается влево и в камере С повышается давление.

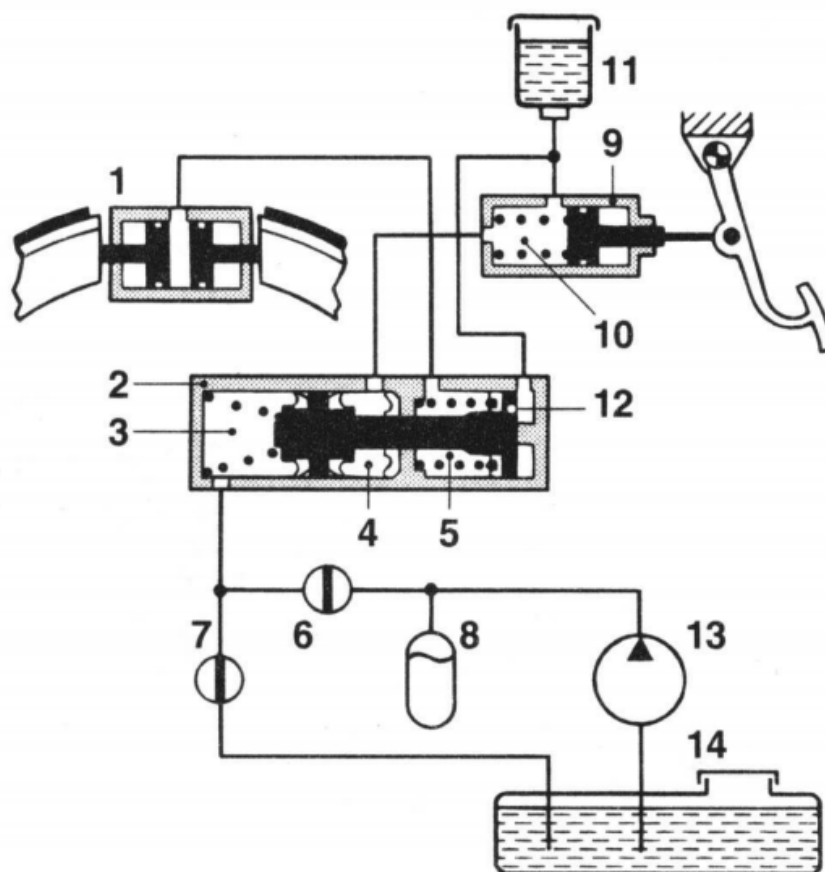


Рис. 6. Принципиальная схема АБС фирмы Honda

1 – колесный тормозной механизм, 2 – модулятор, 3 – камера А, 4 – камера Б, 5 – камера С, 6 впускной клапан, 8 – аккумулятор, 9 – главный тормозной цилиндр, 10 – камера D, 11 – бачок , 12 – плунжер, 13 – насос, 14 – бачок АБС.

Если тормозной момент становится чрезмерным, и одному из колес угрожает блокировка, то в первую очередь закрывают выпускной клапан. Следовательно, давление в камере А возрастет и дальнейшее движение плунжера влево невозможно. Антиблокировочная система фирмы Honda является упрощенной конструкцией АБС с двумя каналами управления. Уровень давления для обоих передних колесных тормозных механизмов определяется по переднему колесу с более высоким коэффициентом сцепления, в результате чего во время экстренного торможения блокируется только одно из передних колес. Совместное давление для задних колесных тормозных механизмов определяется по заднему колесу с более низким коэффициентом сцепления.

Гидравлические компоненты АБС МК 2 фирмы Teves – усилитель тормоза и АБС сформированные в компактное интегрированное устройство. При обычных условиях торможения поршень усилителя нагнетает тормозную жидкость в задние тормоза, и в то же время толкает поршень главного тормозного цилиндра для подачи жидкости к передним тормозам.

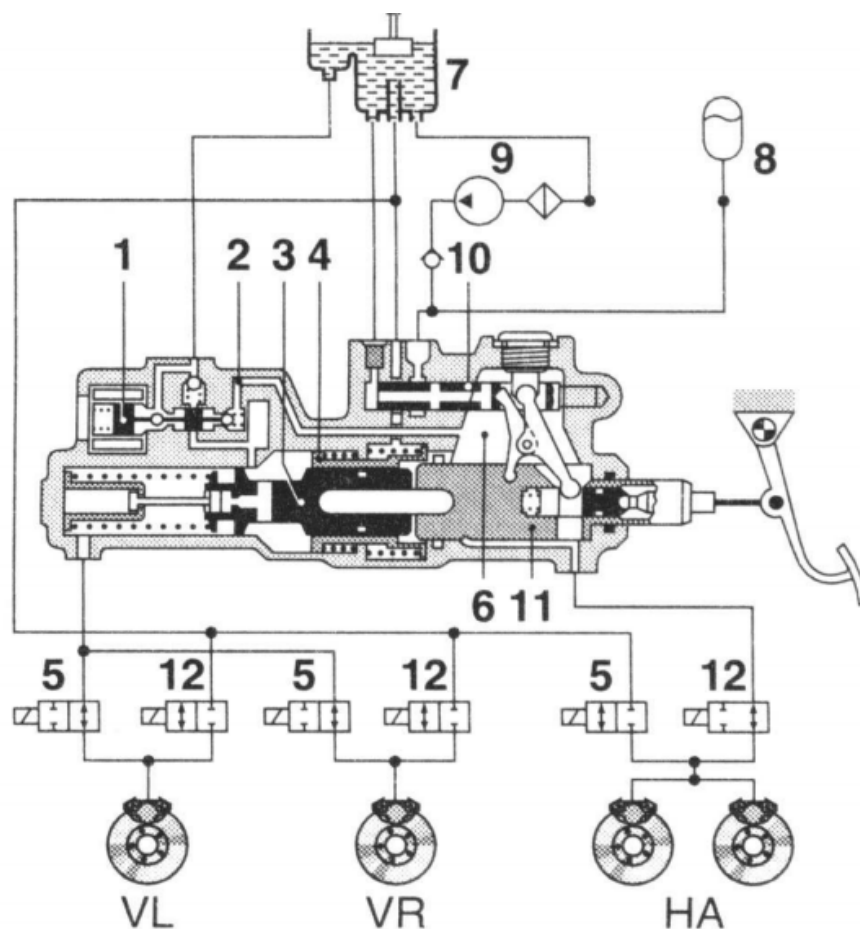


Рис. 7. Принципиальная схема системы АБС МК2 фирмы Teves

1 – основной клапан, 2- подсоединительная линия, 3 – поршень главного тормозного цилиндра, 4 – позиционная втулка, 5 – выпускные клапаны, 6 – камера усилителя, 7 – бачок, 8 – аккумулятор, 9 – насос, 10 – тормозной клапан, 11 – поршень усилителя, 12 – впускные клапаны, VL/VR – левый/правый тормоз передней оси, HA – тормоза заднего моста.

При работе системы АБС основной клапан открывается, соединяя камеру усилителя с основной камерой поршня главного цилиндра. Во время торможения с работающей системой АБС давление усилителя передается для удержания поршней главного цилиндра и усилителя в среднем положении. Это обеспечивает достаточное перемещение поршня для торможения передних колес в случае неисправности системы АБС. Передние тормоза контролируются независимо. Работа задних тормозов регулируется по колесу, имеющему более низкий коэффициент сцепления.

Согласно рассмотренным видам существующих конструкций антиблокировочных систем, наиболее простой и дешевой конструкцией является АБС МК2 фирмы Teves. В данную систему необходимо добавить функцию индивидуального регулирования каждого колеса в отдельности (Individual Regelung) – IR. С учетом этого данная конструкция будет надежной и повысит эффективность торможения.

Таблица 1

Характеристика различных видов АБС

Вид АБС	Функциональные признаки системы	Достоинства	Недостатки
АБС Т1. Первого типа (Вентильная АБС-V) без гидронасоса, с давлением от ГТЦ	Трехканальная. Шариковые клапаны управляются червячными толкателями с приводом от электродвигателя.	Функциональная простота; Эффективны в случае, когда необходимы разные алгоритмы АБС одновременно.	Конструктивная сложность; Инерционность; Низкая надежность.
АБС Т2. Второго типа. Вентильная с давлением от гидроусилителя руля.	Одноканальная. Для задних колес, шариковый клапан управляется гидравлически от ГУР. Двухканальная. Два датчика. Отдельно управляются колеса каждого борта.	Относительная простота конструкции; Не высокая стоимость обслуживания и ремонта.	Конструктивная сложность; Инерционность; Низкая надежность.
АБС Т3. Третьего типа. Электроклапанная (АБС-К) с плунжерным гидронасосом низкого давления.	3-х или 4-х канальная, с электроуправлением, 3-х позиционными гидроклапанами.	Умеренное быстродействие; Конструктивная надежность	Недостаточно высокая функциональная надежность; Дорогостоящая конструкция.
АБС Т4. Четвертого типа. Гидропоршневая с гидронасосом и гидроаккумулятором высокого давления	3-х или 4-х канальная, с электроуправляемыми 3-х клапанно-поршневыми регуляторами высокого давления.	Высокое быстродействие; Высокая эффективность торможения; Конструктивная надежность; Могут применяться совместно с электронными системами EDS, EBV и ASR.	Функциональная сложность; Дорогостоящая конструкция.

Таблица 2

Классификация АБС

Классификационный признак системы	Функциональные признаки системы	Достоинства	Недостатки
В зависимости от схемы установки элементов АБС на автомобиле по способу регулирования скольжения колес по осям различают	Индивидуальное регулирование каждого колеса в отдельности (Individual Regelung) – IR;	Высокая эффективность торможения; Минимальный тормозной путь.	Вероятность возникновения разворачивающего момента, приводящего к потере устойчивости
	«Низкопороговое» регулирование, предусматривает подачу команд на растормаживание и затормаживание обоих колес оси одновременно по сигналу датчика колеса,	Равенство тормозных сил на обоих колесах; Сохранение курсовой устойчивости автомобиля	Низкая эффективность торможения

	находящегося в худших по сцеплению условиях, - слабого колеса (Select low) – SL;		
	«Высокопороговое» регулирование колес одной оси, когда сигнал подается датчиком «сильного колеса», т. е. находящегося в лучших по сцеплению условиях (Select High) – SH;	Высокая эффективность торможения	Снижение курсовой устойчивости автомобиля; «Слабое» колесо циклически блокируется.
	Модифицированное индивидуальное регулирование - Modifizierte Individual Regelung (MIR) смысл заключается в том, что вначале регулирование осуществляется по SL регулированию, а затем плавно переходит к индивидуальному.	Целесообразно использовать на рискованной поверхности, на повороте или поперечном уклоне	Подходит для вождения не по всем типам дорог
По принципу управления изменением давления рабочего тела	Плунжерно-поршневая (закрытая система)	Для понижения давления в колесных цилиндрах используется дополнительный объем, который образуется при перемещении плунжера модулятора.	Сложная конструкция
	С прямой передачей давления (открытая система).	Слив тормозной жидкости при снижении давления в расширительный бачок нагнетается посредством усилителя тормозов.	Циркулирование жидкости по контуру
	С обратным нагнетанием жидкости	Жидкость сливается из рабочих цилиндров в специальную камеру, из которой затем нагнетается гидронасосом обратно в цилиндр. Объем циркулирующей жидкости не изменяется	Функциональная сложность конструкции

Библиографический список

1. Соснин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д. А. Соснин, В. Ф. Яковлев. – М.: СОЛОН-Пресс, 2006. – 240 с.
2. Dr. Kluschkin. Anti-lock braking system KB-Moscow. 5p-2005: Электрон. ресурс / Dr. Kluschkin. – Режим доступа: http://automobile.wikia.com/wiki/Anti-lock_braking_system
3. Вахламов В. К. Автомобиль: Эксплуатационные свойства: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. К. Вахламов. – 4-е изд., стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2010. – 240 с.
4. Марти А. Н. К вопросу об АБС, работающей в режиме реального времени / А. Н. Марти, С. Г. Занозин // Автомобильная промышленность. – 2006. – №7-9.
5. Интернет-ресурс: <http://www.katki.net/vink6.html>.

6. Интернет-ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-abs-i-realizatsiya-ih-algoritmov-raboty>