

Тормозная система автомобиля

Тормозная система предназначена для управляемого изменения скорости автомобиля, его остановки, а также удержания на месте длительное время за счет использования тормозной силы между колесом и дорогой. Тормозная сила может создаваться колесным тормозным механизмом, двигателем автомобиля (т.н. торможение двигателем), гидравлическим или электрическим тормозом-замедлителем в трансмиссии.

Для реализации указанных функций на автомобиле устанавливаются следующие виды тормозных систем: рабочая, запасная и стояночная.

Рабочая тормозная система обеспечивает управляемое уменьшение скорости и остановку автомобиля.

Запасная тормозная система используется при отказе и неисправности рабочей системы. Она выполняет аналогичные функции, что и рабочая система. Запасная тормозная система может быть реализована в виде специальной автономной системы или части рабочей тормозной системы (один из контуров тормозного привода).

Стояночная тормозная система предназначена для удержания автомобиля на месте длительное время.

Тормозная система является важнейшим средством обеспечения активной безопасности автомобиля. На легковых и ряде грузовых автомобилях применяются различные устройства и системы, повышающие эффективность тормозной системы и устойчивость при торможении: усилитель тормозов, антиблокировочная система, усилитель экстренного торможения и др.

Устройство тормозной системы

Тормозная система объединяет тормозной механизм и тормозной привод.

Тормозной механизм предназначен для создания тормозного момента, необходимого для замедления и остановки автомобиля. На автомобилях устанавливаются фрикционные тормозные механизмы, работа которых основана на использовании сил трения. Тормозные механизмы рабочей системы устанавливаются непосредственно в колесе. Тормозной механизм стояночной системы может располагаться за коробкой передач или раздаточной коробкой.

В зависимости от конструкции фрикционной части различают барабанные и дисковые тормозные механизмы.

Тормозной механизм состоит из вращающейся и неподвижной частей. В качестве вращающейся части барабанного механизма используется тормозной барабан, неподвижной части – тормозные колодки или ленты.

Вращающаяся часть дискового механизма представлена тормозным диском, неподвижная – тормозными колодками. На передней и задней оси современных легковых автомобилей устанавливаются, как правило, дисковые тормозные механизмы.

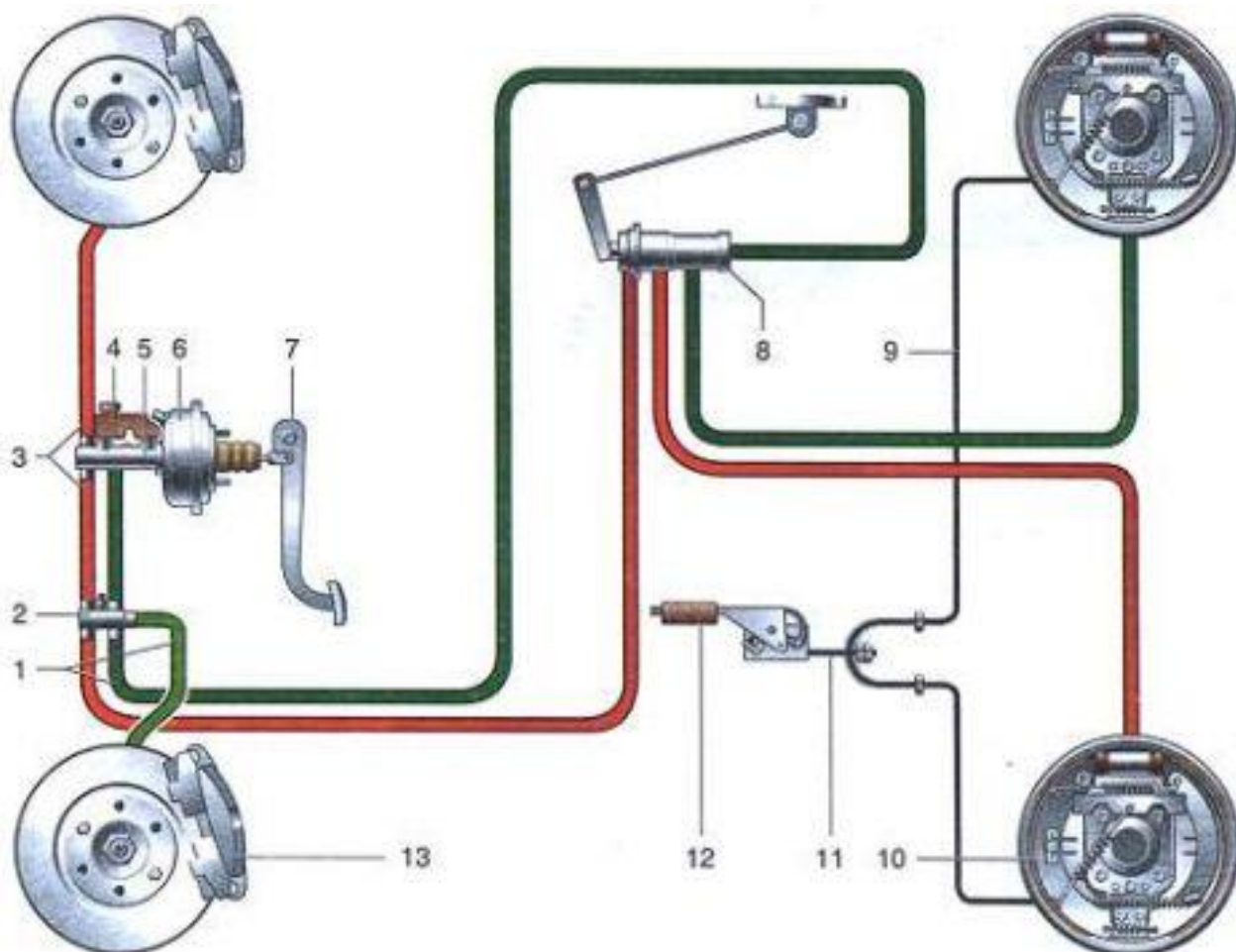


Рисунок 1 Схема тормозной системы

1. трубопровод контура «левый передний-правый задний тормозные механизмы»
2. сигнальное устройство
3. трубопровод контура «правый передний - левый задний тормозные механизмы»
4. бачок главного тормозного цилиндра
5. главный тормозной цилиндр
6. вакуумный усилитель тормозов
7. педаль тормоза
8. регулятор давления
9. трос стояночного тормоза
10. тормозной механизм заднего колеса
11. регулировочный наконечник стояночного тормоза
12. рычаг привода стояночного тормоза
13. тормозной механизм переднего колеса

Дисковый тормозной механизм состоит из вращающегося тормозного диска, двух неподвижных колодок, установленных внутри суппорта с обеих сторон.

Суппорт закреплен на кронштейне. В пазах суппорта установлены рабочие цилиндры, которые при торможении прижимают тормозные колодки к диску.

Тормозной диск при торможении сильно нагревается. Охлаждение тормозного диска осуществляется потоком воздуха. Для лучшего отвода тепла на поверхности диска выполняются отверстия. Такой диск называется вентилируемым. Для повышения

эффективности торможения и обеспечения стойкости к перегреву на спортивных автомобилях применяются керамические тормозные диски.

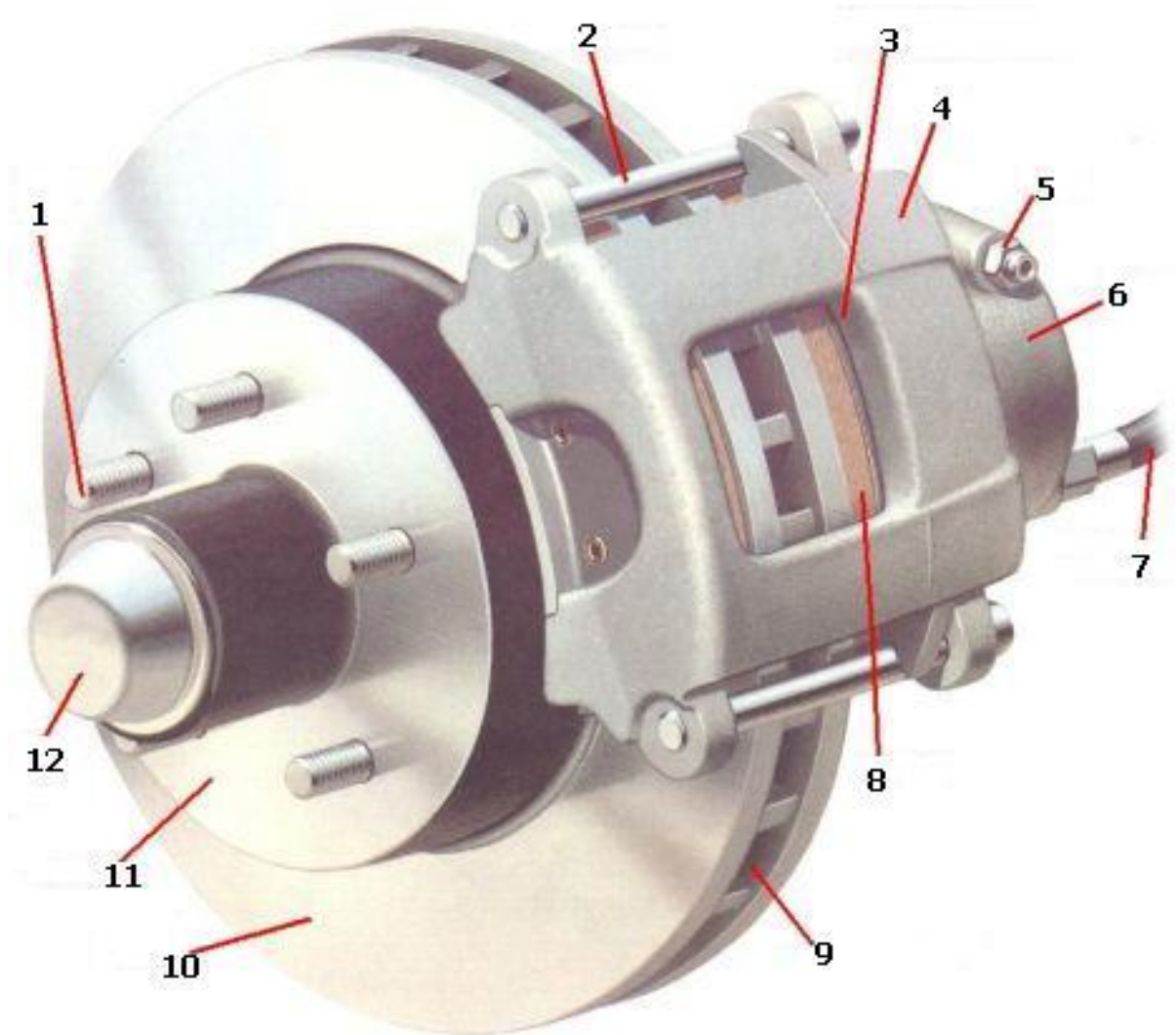


Рисунок 2 Схема дискового тормозного механизма

1. колесная шпилька
2. направляющий палец
3. смотровое отверстие
4. суппорт
5. клапан
6. рабочий цилиндр
7. тормозной шланг
8. тормозная колодка
9. вентиляционное отверстие
10. тормозной диск
11. ступица колеса
12. грязезащитный колпачок

Тормозные колодки прижимаются к суппорту пружинными элементами. К колодкам прикреплены фрикционные накладки. На современных автомобилях тормозные колодки оснащаются датчиком износа.

Тормозной привод обеспечивает управление тормозными механизмами. В тормозных системах автомобилей применяются следующие типы тормозных приводов: механический, гидравлический, пневматический, электрический и комбинированный.

Механический привод используется в стояночной тормозной системе. Механический привод представляет собой систему тяг, рычагов и тросов, соединяющую рычаг стояночного тормоза с тормозными механизмами задних колес. Он включает рычаг привода, тросы с регулируемыми наконечниками, уравниватель тросов и рычаги привода колодок.

На некоторых моделях автомобилей стояночная система приводится в действие от ножной педали, т.н. стояночный тормоз с ножным приводом. В последнее время в стояночной системе широко используется электропривод, а само устройство называется электромеханический стояночный тормоз.

Гидравлический привод является основным типом привода в рабочей тормозной системе. Конструкция гидравлического привода включает тормозную педаль, усилитель тормозов, главный тормозной цилиндр, колесные цилиндры, соединительные шланги и трубопроводы.

Тормозная педаль передает усилие от ноги водителя на главный тормозной цилиндр. Усилитель тормозов создает дополнительное усилие, передаваемое от педали тормоза. Наибольшее применение на автомобилях нашел вакуумный усилитель тормозов.

Главный тормозной цилиндр создает давление тормозной жидкости и нагнетает ее к тормозным цилиндрам. На современных автомобилях применяется сдвоенный (тандемный) главный тормозной цилиндр, который создает давление для двух контуров. Над главным цилиндром находится расширительный бачок, предназначенный для пополнения тормозной жидкости в случае небольших потерь.

Колесный цилиндр обеспечивает срабатывание тормозного механизма, т.е. прижатие тормозных колодок к тормозному диску (барабану).

Для реализации тормозных функций работа элементов гидропривода организована по независимым контурам. При выходе из строя одного контура, его функции выполняет другой контур. Рабочие контура могут дублировать друг-друга, выполнять часть функций друг-друга или выполнять только свои функции (осуществлять работу определенных тормозных механизмов). Наиболее востребованной является схема, в которой два контура функционируют диагонально.

На современных автомобилях в состав гидравлического тормозного привода включены различные электронные системы: антиблокировочная система тормозов, усилитель экстренного торможения, система распределения тормозных усилий, электронная блокировка дифференциала.

Пневматический привод используется в тормозной системе грузовых автомобилей. **Комбинированный тормозной привод** представляет собой комбинацию нескольких типов привода. Например, электропневматический привод.

Принцип работы тормозной системы

Принцип работы тормозной системы рассмотрен на примере гидравлической рабочей системы.

При нажатии на педаль тормоза нагрузка передается к усилителю, который создает дополнительное усилие на главном тормозном цилиндре. Поршень главного тормозного цилиндра нагнетает жидкость через трубопроводы к колесным цилиндрам. При этом

увеличивается давление жидкости в тормозном приводе. Поршни колесных цилиндров перемещают тормозные колодки к дискам (барабанам).

При дальнейшем нажатии на педаль увеличивается давление жидкости и происходит срабатывание тормозных механизмов, которое приводит к замедлению вращения колес и появлению тормозных сил в точке контакта шин с дорогой. Чем больше приложена сила к тормозной педали, тем быстрее и эффективнее осуществляется торможение колес. Давление жидкости при торможении может достигать 10-15 МПа.

При окончании торможения (отпуская тормозной педали), педаль под воздействием возвратной пружины перемещается в исходное положение. В исходное положение перемещается поршень главного тормозного цилиндра. Пружинные элементы отводят колодки от дисков (барабанов). Тормозная жидкость из колесных цилиндров по трубопроводам вытесняется в главный тормозной цилиндр. Давление в системе падает.

Эффективность тормозной системы значительно повышается за счет применения систем активной безопасности автомобиля.

Вакуумный усилитель тормозов

Вакуумный усилитель тормозов является самым распространенным видом усилителя, который применяется в тормозной системе современного автомобиля. Он создает дополнительное усилие на педали тормоза за счет разряжения. Применение усилителя значительно облегчает работу тормозной системы автомобиля, и тем самым уменьшает усталость водителя.

Конструктивно вакуумный усилитель образует единый блок с главным тормозным цилиндром и включает корпус, диафрагму, следящий клапан, толкатель, шток поршня главного тормозного цилиндра, возвратную пружину.

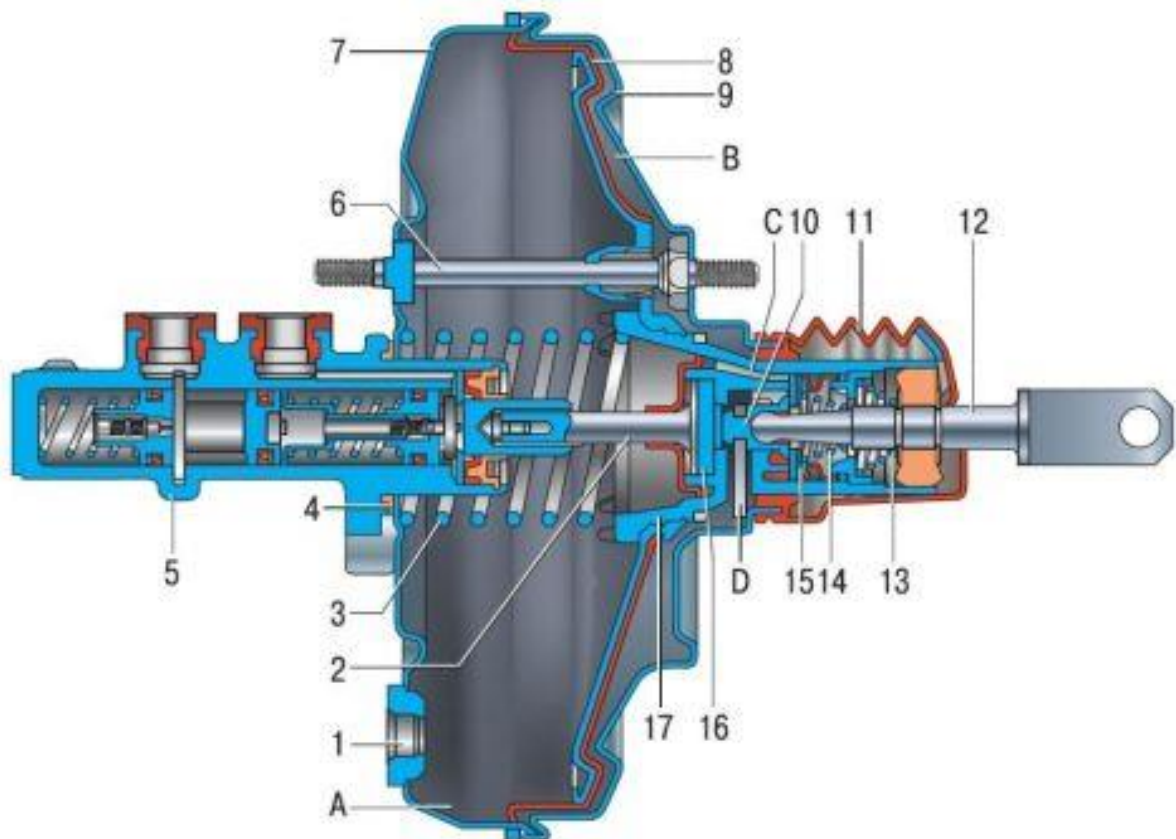


Рисунок 3 Схема вакуумного усилителя тормозов

1. фланец крепления наконечника;

2. шток;
3. возвратная пружина диафрагмы;
4. уплотнительное кольцо фланца главного цилиндра;
5. главный тормозной цилиндр;
6. шпилька усилителя;
7. корпус усилителя;
8. диафрагма;
9. крышка корпуса усилителя;
10. поршень;
11. защитный чехол корпуса клапана;
12. толкатель;
13. возвратная пружина толкателя;
14. пружина клапана;
15. следящий клапан;
16. буфер штока;
17. корпус клапана;
 - А – вакуумная камера;
 - В – атмосферная камера;
 - С, D – каналы

Корпус усилителя разделен диафрагмой на две камеры. Камера, обращенная к главному тормозному цилиндру, называется вакуумной. Противоположная к ней камера (со стороны педали тормоза) – атмосферная.

Вакуумная камера через обратный клапан соединена с источником разряжения. В качестве источника разряжения обычно используется область в впускном коллекторе двигателя после дроссельной заслонки. Для обеспечения бесперебойной работы вакуумного усилителя на всех режимах работы автомобиля в качестве источника разряжения может применяться вакуумный электронасос. На дизельных двигателях, где разряжение во впускном коллекторе незначительное, применение вакуумного насоса является обязательным. Обратный клапан разъединяет вакуумный усилитель и источник разряжения при остановке двигателя, а также отказе вакуумного насоса.

Атмосферная камера с помощью следящего клапана имеет соединение:

- в исходном положении - с вакуумной камерой;
- при нажатой педали тормоза - с атмосферой.

Толкатель обеспечивает перемещение следящего клапана. Он связан с педалью тормоза.

Со стороны вакуумной камеры диафрагма соединена со штоком поршня главного тормозного цилиндра. Движение диафрагмы обеспечивает перемещение поршня и нагнетание тормозной жидкости к колесным цилиндрам.

Возвратная пружина по окончании торможения перемещает диафрагму в исходное положение.

Для эффективного торможения в экстренной ситуации в конструкцию вакуумного усилителя тормозов может быть включена система экстренного торможения, представляющая собой дополнительный электромагнитный привод штока.

Дальнейшим развитием вакуумного усилителя тормозов является т.н. активный усилитель тормозов. Он обеспечивает работу усилителя в определенных случаях и, следовательно, нагнетание давления без участия водителя. Активный усилитель тормозов используется в системе ESP для предотвращения опрокидывания и ликвидации избыточной поворачиваемости.

Принцип действия вакуумного усилителя тормозов основан на создании разности давлений в вакуумной и атмосферной камерах. В исходном положении давление в обеих камерах одинаковое и равно давлению, создаваемому источником разряжения.

При нажатии педали тормоза усилие через толкатель передается к следящему клапану. Клапан перекрывает канал, соединяющий атмосферную камеру с вакуумной. При дальнейшем движении клапана атмосферная камера через соответствующий канал соединяется с атмосферой. Разряжение в атмосферной камере снижается. Разница давлений действует на диафрагму и, преодолевая усилие пружины, перемещает шток поршня главного тормозного цилиндра.

Конструкция вакуумного усилителя обеспечивает дополнительное усилие на штоке поршня главного тормозного цилиндра пропорциональное силе нажатия на педаль тормоза. Другими словами, чем сильнее водитель нажимает на педаль, тем эффективнее будет работать усилитель.

При окончании торможения атмосферная камера вновь соединяется с вакуумной камерой, давление в камерах выравнивается. Диафрагма под действием возвратной пружины перемещается в исходное положение.

Максимальное дополнительное усилие, реализуемое с помощью вакуумного усилителя тормозов, обычно в 3-5 раз превышает усилие от ноги водителя. Дальнейшее повышение величины дополнительного усилия достигается увеличением числа камер вакуумного усилителя, а также увеличением размера диафрагмы.

Главный тормозной цилиндр

Главный тормозной цилиндр – центральный конструктивный элемент рабочей тормозной системы. Он преобразует усилие, прикладываемое к педали тормоза, в гидравлическое давление в тормозной системе. Работа главного тормозного цилиндра основана на свойстве тормозной жидкости, не сжиматься под действием внешних сил.

На современных автомобилях устанавливается двухсекционный главный тормозной цилиндр. Каждая из секций обслуживает свой гидравлический контур. Для переднеприводных автомобилей один из контуров объединяет, как правило, тормозные механизмы правого переднего и левого заднего колес, второй – левого переднего и правого заднего колес. В заднеприводных автомобилях рабочая тормозная система построена несколько иначе. Первый контур обслуживает тормоза передних колес, второй – задних колес.

Главный тормозной цилиндр закреплен на крышке вакуумного усилителя тормозов. Над цилиндром расположен двухсекционный бачок с запасом тормозной жидкости, который соединяется с секциями главного цилиндра через компенсационные и перепускные отверстия. Бачок служит для пополнения жидкости в тормозной системе в случае небольших ее потерь (утечки, испарение). Стенки бачка прозрачные, на них выполнены контрольные метки, что позволяет визуально отслеживать уровень тормозной жидкости. В бачке также устанавливается датчик уровня тормозной жидкости. При

падении уровня тормозной жидкости ниже установленного на панели приборов загорается сигнальная лампа.

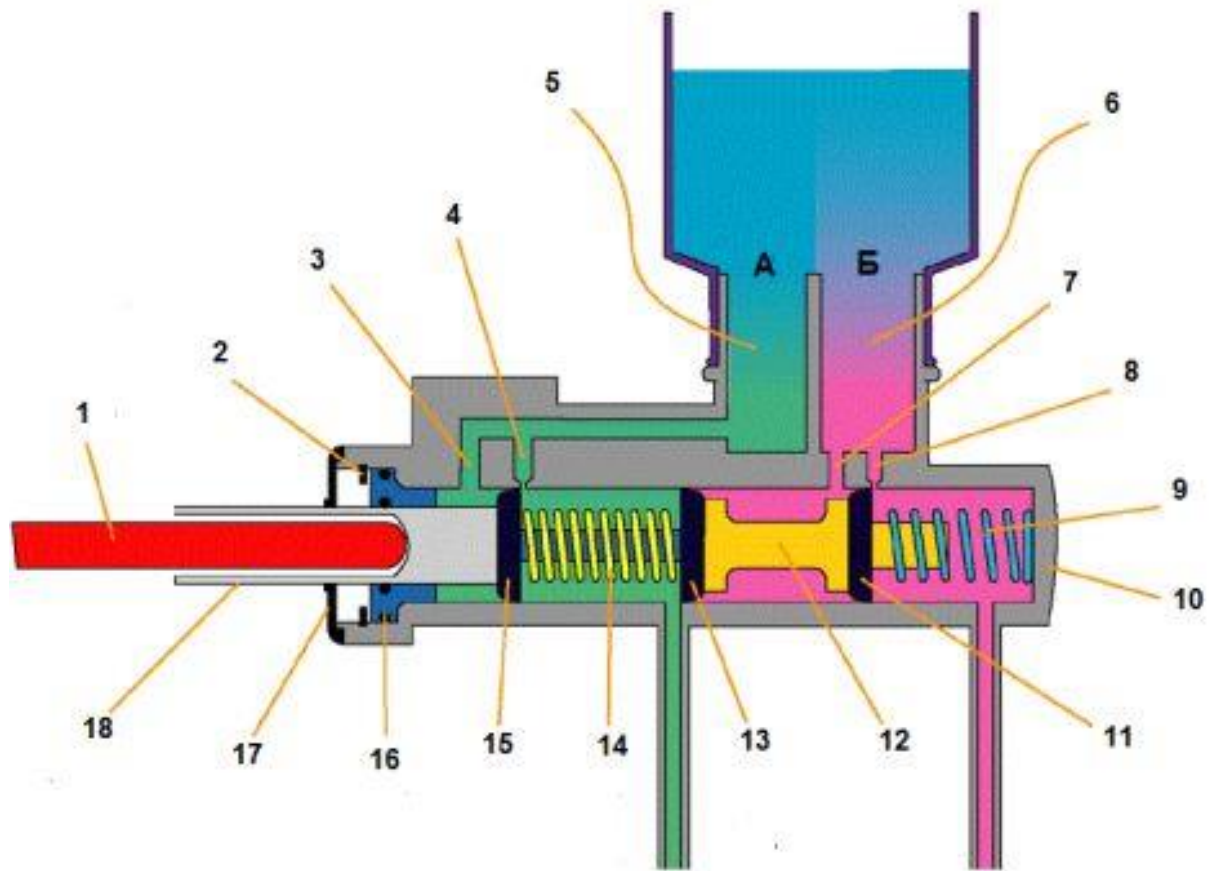


Рисунок 4 Схема главного тормозного цилиндра

1. штук вакуумного усилителя тормозов;
2. стопорное кольцо;
3. перепускное отверстие первого контура;
4. компенсационное отверстие первого контура;
5. первая секция бачка;
6. вторая секция бачка;
7. перепускное отверстие второго контура;
8. компенсационное отверстие второго контура;
9. возвратная пружина второго поршня;
10. корпус главного цилиндра;
11. манжета;
12. второй поршень;
13. манжета;
14. возвратная пружина первого поршня;
15. манжета;
16. наружная манжета;
17. пыльник;
18. первый поршень

В корпусе главного тормозного цилиндра расположены друг за другом (тандемом) два поршня. В первый поршень упирается штук вакуумного усилителя тормозов, второй

поршень установлен свободно. Уплотнение поршней в корпусе цилиндра выполнено с помощью резиновых манжет. Возвращение и удержание поршней в исходном положении обеспечивают две возвратные пружины.

Принцип работы главного тормозного цилиндра

При торможении шток вакуумного усилителя тормозов толкает первый поршень. При движении по цилиндру поршень перекрывает компенсационное отверстие. Давление в первом контуре начинает расти. Под действием этого давления перемещается второй контур, давление во втором контуре также начинает расти. В образовавшиеся при движении поршней пустоты заполняются через перепускное отверстие тормозной жидкостью. Перемещение каждого из поршней происходит до тех пор, пока позволяет возвратная пружина. При этом в контурах создается максимальное давление, обеспечивающее срабатывание тормозных механизмов.

При окончании торможения поршни под действием возвратных пружин возвращаются в исходное положение. Когда поршень проходит через компенсационное отверстие, давление в контуре выравнивается с атмосферным давлением. Даже если тормозная педаль отпускается резко, разрежения в рабочих контурах не создается. Этому препятствует тормозная жидкость, заполнившая полости за поршнями. При движении поршня эта жидкость плавно возвращается (перепускается) в бачек через перепускное отверстие.

Если в одном из контуров произойдет утечка тормозной жидкости, другой контур будет продолжать работать. Например, при утечке в первом контуре первый поршень беспрепятственно переместится по цилиндру до соприкосновения со вторым поршнем. Второй поршень начинает перемещаться, обеспечивая срабатывание тормозных механизмов во втором контуре.

При утечке во втором контуре, работа главного тормозного цилиндра происходит несколько иначе. Движение первого поршня вовлекает в движение второй поршень, который не встречает препятствий на своем пути. Он двигается до достижения упором торца корпуса цилиндра. После чего давление в первом контуре начинает расти, обеспечивая торможение автомобиля.

Несмотря на то, что ход педали тормоза при утечке жидкости несколько увеличивается, торможение будет достаточно эффективным.

Стояночный тормоз

Стояночный тормоз (обиходное название – ручник) служит для удержания автомобиля на месте длительное время. Используется во время стоянки автомобиля, остановке на площадках с уклоном, а также в движении для осуществления резких поворотов на заднеприводных спортивных автомобилях. Стояночная тормозная система является также запасной (аварийной) системой, так как полностью дублирует гидравлическую рабочую систему. Применение стояночного тормоза в экстренном случае во время движения позволяет довести транспортное средство до полной остановки.

Как любая тормозная система стояночный тормоз состоит из тормозного привода и тормозных механизмов.

В стояночной тормозной системе используется в основном механический тормозной привод, который обеспечивает передачу тормозного усилия от человека к тормозному механизму. Человек взаимодействует с ручным рычагом, тягой или ножной педалью.

Самым популярным устройством является ручной рычаг, который располагается, как правило, справа от водителя рядом с сиденьем. Ручной рычаг оснащен храповым механизмом,

обеспечивающим фиксацию стояночного тормоза в рабочем положении. На рычаге расположен выключатель контрольной лампы стояночного тормоза. Сама лампа установлена на панели приборов и включается при срабатывании стояночного тормоза.

От рычага к тормозным механизмам усилие передается с помощью тросов. В конструкции тормозного привода стояночного тормоза используются один, два или три троса. Самая популярная схема с тремя тросами: один передний (центральный) и два задних троса. Передний трос соединен с ручным рычагом, задние тросы – с тормозными механизмами. Для соединения переднего троса с задними тросами и равномерной передачи усилия используется т.н. уравниватель.

Непосредственное соединение тросов с элементами стояночного тормоза осуществляется с помощью наконечников, часть из которых регулируются. Регулировочные гайки на концах тросов позволяют изменять длину привода. Возвращение системы в исходное положение (снятие с тормоза) производится при переводе ручного рычага в соответствующее положение с помощью возвратной пружины. Пружина может располагаться на переднем тросе, уравнителе или непосредственно на тормозном механизме.

Тормозной привод стояночной тормозной системы должен регулярно использоваться, в противном случае может произойти закисание тросов и потеря функций. Это особенно актуально для автомобилей с автоматической коробкой передач, где в силу конструкции коробки стояночным тормозом можно не пользоваться.

На некоторых современных легковых автомобилях применяется электрический привод стояночного тормоза, в котором электродвигатель непосредственно взаимодействует с дисковым тормозным механизмом. Система носит название электромеханический стояночный тормоз.

В конструкции стояночного тормоза используются, как правило, штатные тормозные механизмы задних колес, в которые внесены ряд изменений.

В барабанном тормозном механизме торможение при стоянке производится с помощью отдельного рычага, который одной стороной соединен с задним тросом, другой – с тормозной колодкой. При срабатывании тормозного механизма трос перемещает рычаг, который в свою очередь толкает ведущую тормозную колодку и вместе с ней ведомую тормозную колодку к тормозному барабану. Происходит блокировка колеса.

На автомобилях с дисковыми тормозами применяют несколько конструкций стояночного тормозного механизма: винтовой, кулачковый, барабанный.

Винтовой тормозной механизм используется в дисковых тормозах с одним поршнем. Механизм выполнен в суппорте дискового тормозного механизма. В данном устройстве поршень управляется с помощью вкрученного в него винта. Вращение винта обеспечивает рычаг, который другой стороной соединен с тросом. Так как при вращении винт перемещаться не может, вращение передается на соединенный с ним поршень. Поршень вдвигается по резьбе и прижимает тормозные колодки к диску.

Близка по конструкции к винтовому механизму конструкция кулачкового тормозного механизма. В данном устройстве перемещение поршня обеспечивает толкатель, имеющий привод от кулачка. Кулачек жестко соединен с рычагом, который в свою очередь связан с тросом. При повороте кулачка происходит перемещение толкателя и вместе с ним поршня тормозного механизма. В исходное положение система приводится с помощью возвратной пружины.

В дисковом тормозном механизме с несколькими поршнями применяется стояночный тормозной механизм барабанного типа. По сути это отдельный тормозной механизм со своими тормозными колодками. В качестве барабана используется внутренняя поверхность тормозного диска.